



**Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação
Programa de Pós-Graduação em Design**

Ergonomia de interfaces digitais: efeitos do ofuscamento refletido sobre a cinemática dos movimentos da cabeça e desempenho temporal e discriminativo da atividade visual.

Discente: Alexandre de Souza Ribeiro

Orientador: Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria
Coorientador: Prof. Dr. Sérgio Tosi Rodrigues

BAURU
2020

Alexandre de Souza Ribeiro

Ergonomia de interfaces digitais: efeitos do ofuscamento refletido sobre a cinemática dos movimentos da cabeça e desempenho temporal e discriminativo da atividade visual.

Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, junto ao Programa de Pós-graduação em Design, como requisito à obtenção do título de Doutor em Design (área de concentração - Desenho do Produto e linha de pesquisa – Ergonomia) – sob a orientação do Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria e coorientação do Prof. Dr. Sérgio Tosi Rodrigues.

BAURU

2020

R484e

Ribeiro, Alexandre de Souza

Ergonomia de interfaces digitais : efeitos do ofuscamento refletido sobre a cinemática dos movimentos da cabeça e desempenho temporal e discriminativo da atividade visual.
/ Alexandre de Souza Ribeiro. -- Bauru, 2020

155 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de
Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru

Orientador: João Roberto Gomes de Faria

Coorientador: Sérgio Tosi Rodrigues

1. Biomecânica. 2. Ergoftalmologia. 3. Ergonomia. 4. Ofuscamento. 5. Visão e
postura. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Arquitetura, Artes e
Comunicação, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE ALEXANDRE DE SOUZA RIBEIRO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 24 dias do mês de agosto do ano de 2020, às 14:00 horas, no(a) via sistemas de videoconferência e outras ferramentas para comunicação a distância, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. JOAO ROBERTO GOMES DE FARIA - Orientador(a) do(a) Programa de Pós-graduação em Design / FAAC/UNESP/Bauru, Prof. Dr. FAUSTO ORSI MEDOLA do(a) Programa de Pós-Graduação em Design / FAAC/UNESP/Bauru, Prof. Dr. JOAO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS do(a) Programa de Pós-Graduação em Design / FAAC/UNESP/Bauru, Profa. Dra. LIGIA MARIA PRESUMIDO BRACCIALLI do(a) Programa de Pós-Graduação em Educação / FFC/UNESP/Marília, Prof. Dr. CARLOS EDUARDO LOPES VERARDI do(a) Programa de Mestrado Profissional em Educação Física em Rede Nacional / FC/UNESP/Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de ALEXANDRE DE SOUZA RIBEIRO, intitulada **Ergonomia de interfaces digitais: efeitos do ofuscamento refletido sobre a cinemática dos movimentos da cabeça e desempenho temporal e discriminativo da atividade visual**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. JOAO ROBERTO GOMES DE FARIA 

Prof. Dr. FAUSTO ORSI MEDOLA

Prof. Dr. JOAO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS

Profa. Dra. LIGIA MARIA PRESUMIDO BRACCIALLI

Prof. Dr. CARLOS EDUARDO LOPES VERARDI

Dedico esse trabalho as minhas filhas Nicole
Golias Ribeiro e Mel Gomes Ribeiro.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Dr. João Roberto Gomes de Faria pela oportunidade e suporte imprescindível para realizar essa pesquisa, além dos demais ensinamentos importantes para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Ao meu coorientador, Professor Dr. Sérgio Tosi Rodrigues, também pela oportunidade e suporte imprescindível para realizar essa pesquisa, além dos demais ensinamentos importantes para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

A Professora Dra. Lúcia Maria Presumido Braccialli, que me orientou no trabalho de conclusão de curso na graduação em Fisioterapia na UNESP de Marília, mas que também contribuiu continuamente de maneira importante em minha jornada na Pós-graduação.

À Gisele Chiozi Gotardi, Doutoranda e membro do Laboratório de Informação, Visão e Ação (LIVIA). Entre suas grandes qualidades, o seu companheirismo, disposição, dedicação e conhecimento foram essenciais para a realização dessa pesquisa, principalmente durante as coletas de dados.

Ao Laboratório de Informação, Visão e Ação (LIVIA), local onde a pesquisa foi realizada com a utilização de seus equipamentos.

Ao Laboratório Didático de Conforto Ambiental (LADICA) e ao Núcleo de Conforto Ambiental (NUCAM), ambos da FAAC-UNESP, por disponibilizar a instrumentação voltada à área de luminotécnica.

A todos os professores e funcionários do PPG-Design por todo o apoio e disposição.

À Fundação para o Desenvolvimento da UNESP (FUNDUNESP) pelos recursos financeiros de parte essencial da instrumentação obtida para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Robson Sabbadini Francisco, Professor de Educação Física e Assistente de Suporte Acadêmico da Faculdade de Educação Física (UNESP – Bauru), pela importante colaboração por meio de ideias, aquisição de material e desenvolvimento do sistema de iluminação utilizado na pesquisa.

Aos funcionários da seção de oficinas e marcenaria da UNESP de Bauru, Benedito Mariano e Gino Mariano, pelo auxílio na montagem do sistema de iluminação utilizado na pesquisa.

Aos meus amigos “Unespianos” que de diversas maneiras prestaram colaboração.

Ao Albert Cordeiro, pela grande contribuição nos momentos importantes que necessitei de auxílio para o tratamento e análise dos dados no *Matlab*.

E por fim, aos meus pais (José Messias Ribeiro e Valdete de Souza Ribeiro) pelo apoio e compreensão.

RIBEIRO, A. S. **Ergonomia de interfaces digitais: efeitos do ofuscamento refletido sobre a cinemática dos movimentos da cabeça e desempenho temporal e discriminativo da atividade visual**. 2020, 155f. Tese (Doutorado em Design). Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP, Bauru.

RESUMO

No cotidiano contemporâneo, dispositivos com interfaces digitais são muito utilizados para a execução de tarefas em diversos contextos, como no âmbito ocupacional (de trabalho ou estudo), para a comunicação e até mesmo atividades de lazer. Inicialmente, o aumento do uso desses dispositivos decorreu da popularização dos computadores (*desktops* e *laptops*), o que demandou esforços para o desenvolvimento de diretrizes ergonômicas vislumbrando a saúde e o desempenho eficiente dos usuários. Posteriormente, a expansão do uso da tecnologia *touchscreen* aplicada a dispositivos como *tablets* e *smartphones*, entre outros provocou um aumento significativo do uso de interfaces digitais e também gerou novas problemáticas ergonômicas. Entre os tópicos relevantes da ergonomia física, o ofuscamento refletido em interfaces digitais sempre foi uma problemática que demandou muitas pesquisas. Entretanto, as evidências científicas acerca da exposição a esse fenômeno, sobre a postura corporal e desempenho visual ainda são pouco descritas quantitativamente e diversas abordagens de pesquisas são necessárias para a geração de informações com maiores especificidades que possam contribuir com a formulação de diretrizes ergonômicas. Nesse contexto, realizamos experimentos com o objetivo investigar quantitativamente os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre a cinemática dos movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual e sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual. Esses efeitos foram investigados em uma condição experimental com uma faixa de ofuscamento disposta verticalmente na interface digital. Os resultados também foram analisados e discutidos em relação aos resultados obtidos em nossa pesquisa inicial, a qual foi realizada com a mesma abordagem, entretanto com uma faixa de ofuscamento no sentido horizontal na interface digital. A pesquisa foi realizada com 20 participantes de ambos os gêneros e com idades entre 18 e 23 anos ($M = 20,2$ anos; $DP = 2,14$). A tarefa prescrita consistia em visualizar e verbalizar a direção de optótipos apresentados na interface de um *tablet* com áreas com e sem ofuscamento. Para a coleta de dados foram utilizados um *eye tracker* e um *head tracker* com funcionamento integrado e sincronizado. Portanto, foi possível observar em conjunto, o tempo dispendido na leitura dos optótipos e os movimentos da cabeça executados para auxiliar a tarefa visual. Foi realizada análise cinemática dos movimentos da cabeça (posição - coordenadas dos eixos X, Y e Z) e (orientação – ângulos *azimuth*, *elevation* e *roll*). Os dados sobre o tempo de leitura e dos movimentos da cabeça foram tratados no *Matlab* e submetidos à análise estatística (*ANOVA one-way* de medidas repetidas) para o efeito do ofuscamento, com três níveis (antes, durante e depois da faixa de ofuscamento na interface). O nível de significância foi definido em 0,05 para todas as análises. A comparação aos pares foi realizada no *post-hoc* por meio do teste de *Tukey HSD*. O desempenho visual discriminativo foi analisado por meio dos erros e acertos no reconhecimento da direção dos optótipos. Os resultados mostram que o ofuscamento refletido em interfaces digitais, disposto nos sentidos vertical e horizontal tem efeito sobre os movimentos da cabeça e que também afeta o desempenho temporal da atividade visual, porém sem efeito sobre o desempenho discriminativo. Concluímos que o ofuscamento refletido em interfaces digitais pode ter efeito sobre os movimentos da cabeça e que a disposição da área de ofuscamento é um fator determinante da magnitude desses efeitos e que também influencia o sentido de direção desses movimentos em busca de uma melhor condição visual. Também concluímos que o desempenho visual

discriminativo não é afetado pelo ofuscamento refletido, o que ocorre em detrimento aos movimentos da cabeça e ao desempenho temporal da atividade visual.

Palavras-chave: Biomecânica; Ergonomia; Ergoftalmologia; Interfaces digitais; Motricidade ocular; Ofuscamento refletido; Postura corporal

RIBEIRO, A. S. **Ergonomics of digital interfaces: effects of glare by reflection on the kinematics of head movements and temporal and discriminative performance of visual activity.** 2020, 155f. Thesis (PhD in Design). Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP, Bauru.

ABSTRACT

Devices with digital interfaces are widely used in the daily routine for the execution of tasks in diverse contexts, such as in the occupational scope (work or study), for communication and even leisure activities. Initially, the increase in the use of these devices resulted from the popularization of computers (desktops and laptops), which required efforts to develop ergonomic guidelines with a view to the health and efficient performance of users. Later, the expansion of the use of touchscreen technology applied to devices like tablets and smartphones, among others provoked a significant increase in the use of digital interfaces and also generated new ergonomic problems. Among the relevant topics of physical ergonomics, the reflected glare in digital interfaces has always been a problem that has demanded much research. However, the scientific evidence about exposure to this phenomenon, about the body posture and visual performance is still little described quantitatively and several research approaches are necessary to generate information with greater specificities that can contribute to the formulation of ergonomic guidelines. In this context, we performed experiments with the objective of quantitatively investigating the effects of reflected glare in digital interfaces on the kinematics of head movements in search of a better visual condition and on the temporal and discriminative performance of the visual activity. In the present study, these effects were investigated in an experimental condition with a glare band arranged vertically on the digital interface. The results were also analyzed and discussed in relation to the results obtained in our initial research, which was carried out using the same approach, however with a horizontal glare strip on the digital interface. The survey was conducted with 20 participants of both genders and with aged between 18 to 23 years ($M = 20.2$ years; $DP = 2.14$). The prescribed task consisted in visualizing and verbalizing the direction of optotypes presented in the interface of a tablet with areas with and without obfuscation. For the data collection, an eye tracker and a head tracker with integrated and synchronized operation were used, therefore it was possible to observe the time spent in the reading of the optotypes and the movements of the head executed to assist the visual task. The collections were carried out in two experimental conditions, one with the obfuscation arranged horizontally in the digital interface and the other with the obfuscation in the vertical direction. Kinematic analysis of head movements (position - coordinates of the X, Y and Z axes) and (orientation - azimuth, elevation and roll angles) were performed. Data on reading time and head movements were treated in Matlab and subjected to statistical analysis (ANOVA one-way of repeated measures) for the oblique effect, with three levels (before, during and after the glare range at the interface). The level of significance was set at 0.05 for all analyzes. The peer comparison was performed in the post-hoc by means of the Tukey HSD test. The discriminative visual performance was analyzed through the errors and correctness in the recognition of the direction of the optotypes. The results show that the reflected glare in digital interfaces, disposed in the vertical and horizontal directions, has an effect on head movements and that it also affects the temporal performance of visual activity, but without an effect on discriminative performance. When laid out horizontally on the digital interface, our previous results showed that reflected glare has an effect on head movements and temporal performance of visual activity and that it also does not affect discriminative visual performance. We conclude that the reflected glare in the

digital interfaces can have an effect on head movements and that the layout of the glare area is a determining factor of the magnitude of these effects and that it also influences the direction of these movements in search of a better visual condition. We also conclude that discriminative visual performance is not affected by reflected glare, which occurs to the detriment of head movements and the temporal performance of visual activity.

Keywords: Biomechanics; Ergonomics; Ergophthalmology; Digital Interfaces; Ocular mobility; Reflected glare; Body posture

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - OBJETIVOS.....	34
FIGURA 2 - TIPO DE PESQUISA.....	35
FIGURA 3 - ORIGEM DO OFUSCAMENTO.	36
FIGURA 4 - CONDIÇÃO DE OFUSCAMENTO ANALISADA.	37
FIGURA 5 - INSTITUIÇÃO EM QUE A PESQUISA FOI DESENVOLVIDA.....	38
FIGURA 6 - NÍVEL DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO.	38
FIGURA 7 - ANO DE CONCLUSÃO DA PESQUISA.	39
FIGURA 8 - PRODUÇÃO POR ÁREA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO.	40
FIGURA 9 - CARACTERÍSTICAS DA ABRANGÊNCIA DAS PESQUISAS SOBRE OS EFEITOS DO OFUSCAMENTO REFLETIDO EM INTERFACES DIGITAIS SOBRE O DESEMPENHO VISUAL.....	56
FIGURA 10 - ASPECTOS METODOLÓGICOS DAS PESQUISAS SOBRE OS EFEITOS DO OFUSCAMENTO REFLETIDO EM INTERFACES DIGITAIS SOBRE O DESEMPENHO VISUAL.....	57
FIGURA 11 - RESULTADOS DAS PESQUISAS SOBRE OS EFEITOS DO OFUSCAMENTO REFLETIDO EM INTERFACES DIGITAIS SOBRE O DESEMPENHO VISUAL.	58
FIGURA 12 - DURAÇÃO MÉDIA DOS MOVIMENTOS SACÁDICOS E FIXAÇÕES SEGUNDO A TAREFA EXECUTADA.....	60
FIGURA 13 - EYE TRACKER.	68
FIGURA 14 – HEAD TRACKER.....	68
FIGURA 15 - SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E CONJUNTO MESA-CADEIRA.....	69
FIGURA 16 - LUXÍMETRO.	70
FIGURA 17 - LUMINANCÍMETRO.	70
FIGURA 18 - TAREFA PRESCRITA.	71
FIGURA 19 - ESCALA DE LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DO TABLET NA ÁREA DE CALIBRAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	71
FIGURA 20 – LOCALIZAÇÃO DO TRANSMISSOR DE SINAIS ELETROMAGNÉTICOS DO HEAD TRACKER.	72
FIGURA 21 - ILUSTRAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO DA DISTÂNCIA DE OBSERVAÇÃO VISUAL NA POSTURA PADRONIZADA DOS PARTICIPANTES PARA O INÍCIO DOS EXPERIMENTOS.	73
FIGURA 22 - CONDIÇÃO EXPERIMENTAL COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	74
FIGURA 23 - CONDIÇÃO EXPERIMENTAL COM OFUSCAMENTO VERTICAL.....	74
FIGURA 24 - OFUSCAMENTO GERADO PELA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL DO LABORATÓRIO.	75

FIGURA 25 - PERSPECTIVA VISUAL DOS PARTICIPANTES QUE OBSERVARAM O OFUSCAMENTO FORA DAS ÁREAS PRÉ-DETERMINADAS. OS CAMPOS PREENCHIDOS COM LINHAS PONTILHADAS INDICAM QUE O OFUSCAMENTO NÃO FOI VISUALIZADO FORA DA ÁREA PRÉ-DETERMINADA.	79
FIGURA 26 – CONDIÇÃO EXPERIMENTAL COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL NA INTERFACE DIGITAL.	85
FIGURA 27 - CONDIÇÃO EXPERIMENTAL COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL NA INTERFACE DIGITAL.	86
FIGURA 28 - EYE TRACKER E HEAD TRACKER ACOPLADOS E COM FUNCIONAMENTO INTEGRADO E SINCRONIZADO.	87
FIGURA 29 - SISTEMA CARTESIANO DE COORDENADAS E ÂNGULOS DE ROTAÇÃO, CORRESPONDENTES A POSIÇÃO E ORIENTAÇÃO DA CABEÇA RESPECTIVAMENTE.	87
FIGURA 30 – CONDIÇÃO EXPERIMENTAL COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL. EXEMPLO DOS GRÁFICOS DA LINHA DO OLHAR HORIZONTAL DISPOSTA NO TEMPO E COM AS MARCAÇÕES DE INÍCIO (I) E FIM (F) DAS LINHAS DE LEITURAS. AS MARCAÇÕES SÃO OS CÍRCULOS VERMELHOS, ACOMPANHADOS DAS LETRAS I E F COM OS NÚMEROS CORRESPONDENTES AS LINHAS DE LEITURA.	88
FIGURA 31 – SIMULAÇÃO DAS MARCAÇÕES EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS: ANTES DO OFUSCAMENTO, ENTRE O INÍCIO (I) E O PRIMEIRO TRAÇO VERMELHO; DURANTE O OFUSCAMENTO, ENTRE OS TRAÇOS VERMELHOS; E DEPOIS DO OFUSCAMENTO, ENTRE O SEGUNDO TRAÇO VERMELHO E O FIM (F).	90
FIGURA 32 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO X NAS ÁREAS ANTES E DURANTE O OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	92
FIGURA 33 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO X NAS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	92
FIGURA 34 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO X NAS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	93
FIGURA 35 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Y NAS ÁREAS ANTES E DURANTE O OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	93

FIGURA 36 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Y NAS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	94
FIGURA 37 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Y NAS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	94
FIGURA 38 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Z NAS ÁREAS ANTES E DURANTE DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	95
FIGURA 39 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Z NAS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	95
FIGURA 40 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Z NAS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	95
FIGURA 41 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Z (ÂNGULO DE ROTAÇÃO AZIMUTH) PARA AS ÁREAS ANTES E DURANTE O OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	96
FIGURA 42 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Z (ÂNGULO DE ROTAÇÃO AZIMUTH) PARA AS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	96
FIGURA 43 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Z (ÂNGULO DE ROTAÇÃO AZIMUTH) PARA AS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	97
FIGURA 44 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Y (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ELEVATION) PARA AS ÁREAS ANTES E DURANTE O OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL. ...	97
FIGURA 45 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Y (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ELEVATION) PARA AS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	98
FIGURA 46 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Y (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ELEVATION) PARA AS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	98

FIGURA 47 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO X (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ROLL) PARA AS ÁREAS ANTES E DURANTE DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	99
FIGURA 48 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO X (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ROLL) PARA AS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.....	99
FIGURA 49 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO X (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ROLL) PARA AS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.....	99
FIGURA 50 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO X NAS ÁREAS ANTES E DURANTE O OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	100
FIGURA 51 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO X NAS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	100
FIGURA 52 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO X NAS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	101
FIGURA 53 - MÉDIA DO DESVIO PADRÃO (FATOR LEITURA) DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO X OBTIDA EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	101
FIGURA 54 – COMPARAÇÃO AOS PARES (FATOR LEITURA) ENTRE A LINHA DE LEITURA NÚMERO 1 E AS DEMAIS.	102
FIGURA 55 - MÉDIA DO DESVIO PADRÃO DA INTERAÇÃO OFUSCAMENTO/LEITURA OBTIDA EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA, REFERENTE AO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO X NA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	102
FIGURA 56 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Y NAS ÁREAS ANTES E DURANTE O OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.....	103
FIGURA 57 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Y NAS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	103

FIGURA 58 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Y NAS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	104
FIGURA 59 - MÉDIA DO DESVIO PADRÃO (FATOR LEITURA) DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Y OBTIDA EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	104
FIGURA 60 - MÉDIA DO DESVIO PADRÃO DA INTERAÇÃO OFUSCAMENTO/LEITURA OBTIDA EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA, REFERENTE AO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Y NA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	105
FIGURA 61 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Z NAS ÁREAS ANTES E DURANTE O OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	105
FIGURA 62 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Z NAS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	106
FIGURA 63 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Z NAS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	106
FIGURA 64 - MÉDIA DO DESVIO PADRÃO (FATOR LEITURA) DO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Z OBTIDA EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	106
FIGURA 65 - COMPARAÇÃO AOS PARES (FATOR LEITURA) ENTRE A LINHA DE LEITURA NÚMERO 1 E AS DEMAIS.	107
FIGURA 66 - MÉDIA DO DESVIO PADRÃO DA INTERAÇÃO OFUSCAMENTO/LEITURA OBTIDA EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA, REFERENTE AO DESLOCAMENTO DA CABEÇA NO EIXO Z NA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	108
FIGURA 67 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Z (ÂNGULO DE ROTAÇÃO AZIMUTH) PARA AS ÁREAS ANTES E DURANTE O OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	108
FIGURA 68 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Z (ÂNGULO DE ROTAÇÃO AZIMUTH) PARA AS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL...	109

FIGURA 69 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Z (ÂNGULO DE ROTAÇÃO AZIMUTH) PARA AS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.....	109
FIGURA 70 - MÉDIA DO DESVIO PADRÃO (FATOR LEITURA) DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Z (ÂNGULO DE ROTAÇÃO AZIMUTH) OBTIDA EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	110
FIGURA 71 - MÉDIA DO DESVIO PADRÃO DA INTERAÇÃO OFUSCAMENTO/LEITURA OBTIDA EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA, REFERENTE À ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Z (ÂNGULO DE ROTAÇÃO AZIMUTH) NA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.....	110
FIGURA 72 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Y (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ELEVATION) PARA AS ÁREAS ANTES E DURANTE O OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.....	111
FIGURA 73 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Y (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ELEVATION) PARA AS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL...	111
FIGURA 74 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Y (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ELEVATION) PARA AS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.....	112
FIGURA 75 – MÉDIA DO DESVIO PADRÃO (FATOR LEITURA) DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Y (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ELEVATION) OBTIDA EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	112
FIGURA 76 - MÉDIA DO DESVIO PADRÃO DA INTERAÇÃO OFUSCAMENTO/LEITURA OBTIDA EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA, REFERENTE À ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO Y (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ELEVATION) NA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	113
FIGURA 77 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO X (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ROLL) PARA AS ÁREAS ANTES E DURANTE O OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.....	113
FIGURA 78 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO X (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ROLL) PARA AS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.....	114
FIGURA 79 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO DESVIO PADRÃO DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO X (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ROLL) PARA AS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	114

FIGURA 80 - MÉDIA DO DESVIO PADRÃO (FATOR LEITURA) DOS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO X (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ROLL) OBTIDA EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA DA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.....	115
FIGURA 81 - MÉDIA DO DESVIO PADRÃO DA INTERAÇÃO OFUSCAMENTO/LEITURA OBTIDA EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA, REFERENTE À ROTAÇÃO DA CABEÇA NO EIXO X (ÂNGULO DE ROTAÇÃO ROLL) NA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO VERTICAL.	115
FIGURA 82 – VISUALIZAÇÃO DA INTERFACE DIGITAL NAS CONDIÇÕES COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL (À ESQUERDA) E COM OFUSCAMENTO VERTICAL (À DIREITA).	128
FIGURA 83 - SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E CONJUNTO MESA-CADEIRA.....	128
FIGURA 84 - TAMANHO DOS OPTÓTIPOS APRESENTADOS NA TAREFA DA CONDIÇÃO EXPERIMENTAL EM RELAÇÃO A LETRAS MAIÚSCULAS E MINÚSCULAS COM FONTE TIMES NEW ROMAN E TAMANHO DA FONTE 12.	129
FIGURA 85 - EYE TRACKER.....	129
FIGURA 86 – GRÁFICO DA LINHA DO OLHAR HORIZONTAL COM MARCAÇÕES (CÍRCULOS VERMELHOS) REFERENTES AO INÍCIO (I) E FIM (F) DAS LINHAS DE LEITURA. OS NÚMEROS QUE ACOMPANHAM AS LETRAS CORRESPONDEM AO NÚMERO DA LINHA DE LEITURA. ...	130
FIGURA 87 – SIMULAÇÃO DAS MARCAÇÕES EM CADA UMA DAS LINHAS DE LEITURA EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS: ANTES DO OFUSCAMENTO, ENTRE O INÍCIO (I) E O PRIMEIRO TRAÇO VERMELHO; DURANTE O OFUSCAMENTO, ENTRE OS TRAÇOS VERMELHOS; E DEPOIS DO OFUSCAMENTO, ENTRE O SEGUNDO TRAÇO VERMELHO E O FIM (F).	131
FIGURA 88 – EXEMPLO DA PLOTAGEM DOS DADOS DA REGRESSÃO LINEAR SIMPLES DE UM DOS PARTICIPANTES NA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL. FORAM GERADOS TRÊS GRÁFICOS COM AS INCLINAÇÕES DAS RETAS DE TRÊS LINHAS DE LEITURA, CORRESPONDENTES ÀS ÁREAS ANTES, DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO RESPECTIVAMENTE. ALÉM DOS VALORES DAS INCLINAÇÕES DA RETA E DO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R), OBSERVA-SE TAMBÉM, ACIMA DOS GRÁFICOS, A IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE (INICIAIS DO NOME), SEGUIDA DA INDICAÇÃO DA ÁREA DE LEITURA E DO NÚMERO DA LINHA DE LEITURA.	132
FIGURA 89 - EXEMPLO DA PLOTAGEM DOS DADOS DE UMA LINHA DE LEITURA APÓS A REGRESSÃO LINEAR SIMPLES DE UM DOS PARTICIPANTES NA CONDIÇÃO EXPERIMENTAL COM OFUSCAMENTO VERTICAL. FORAM GERADOS TRÊS GRÁFICOS POR LINHA, CORRESPONDENTES ÀS INCLINAÇÕES DAS RETAS DAS ÁREAS ANTES, DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO RESPECTIVAMENTE. ALÉM DOS VALORES DAS INCLINAÇÕES DA RETA E DO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R), OBSERVA-SE TAMBÉM, ACIMA DOS GRÁFICOS, A	

IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE (INICIAIS DO NOME), SEGUIDA DA INDICAÇÃO DA ÁREA DE LEITURA E DO NÚMERO DA LINHA DE LEITURA.....	133
FIGURA 90 - COMPARAÇÃO AOS PARES DA INCLINAÇÃO DAS RETAS DA LINHA DO OLHAR HORIZONTAL NAS ÁREAS ANTES E DURANTE NA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.....	135
FIGURA 91 - COMPARAÇÃO AOS PARES DA INCLINAÇÃO DAS RETAS DA LINHA DO OLHAR HORIZONTAL DAS ÁREAS DURANTE E DEPOIS DO OFUSCAMENTO NA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	136
FIGURA 92 - COMPARAÇÃO AOS PARES DA INCLINAÇÃO DAS RETAS DA LINHA DO OLHAR HORIZONTAL DAS ÁREAS ANTES E DEPOIS DO OFUSCAMENTO NA CONDIÇÃO COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	136
FIGURA 93 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO VALOR DA INCLINAÇÃO DA RETA DA LINHA DO OLHAR HORIZONTAL DA LINHA DE LEITURA COM OFUSCAMENTO VERTICAL E DA LINHA DE LEITURA COM OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	137
FIGURA 94 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO VALOR DA INCLINAÇÃO DA RETA DA LINHA DO OLHAR HORIZONTAL DA LINHA DE LEITURA COM OFUSCAMENTO VERTICAL E DA LINHA DE LEITURA ANTES DO OFUSCAMENTO HORIZONTAL.	138
FIGURA 95 - COMPARAÇÃO AOS PARES DO VALOR DA INCLINAÇÃO DA RETA DA LINHA DO OLHAR HORIZONTAL DA LINHA DE LEITURA COM OFUSCAMENTO VERTICAL E DA LINHA DE LEITURA DEPOIS DO OFUSCAMENTO HORIZONTAL.....	138

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	24
2 OBJETIVOS	27
2.1 OBJETIVO GERAL.....	27
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
3 OFUSCAMENTO A VISÃO: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO NO BRASIL	30
RESUMO	30
ABSTRACT	30
INTRODUÇÃO.....	30
MÉTODO	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
4 EFEITOS DO OFUSCAMENTO REFLETIDO EM INTERFACES DIGITAIS SOBRE OS MOVIMENTOS DA CABEÇA: UMA REVISÃO DA LITERATURA	44
RESUMO	44
ABSTRACT	44
INTRODUÇÃO.....	45
MÉTODO	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
5 EFEITOS DO OFUSCAMENTO REFLETIDO EM INTERFACES DIGITAIS SOBRE O DESEMPENHO VISUAL: UMA REVISÃO DA LITERATURA	53
RESUMO	53

	21
ABSTRACT	53
INTRODUÇÃO.....	53
MÉTODO	54
RESULTADOS	55
DISCUSSÃO	58
CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
6 MÉTODOS DETALHADOS COMUNS ÀS PESQUISAS EXPERIMENTAIS. 66	
6.1 ASPECTOS ÉTICOS	66
6.2 SUJEITOS DA PESQUISA	66
6.3 LOCAL.....	67
6.4 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	67
6.5 DESCRIÇÃO DO LABORATÓRIO	72
6.6 ESTUDO PILOTO	76
6.7 PROTOCOLO EXPERIMENTAL	77
7 – EFEITOS DO OFUSCAMENTO REFLETIDO EM INTERFACES DIGITAIS SOBRE A CINEMÁTICA DOS MOVIMENTOS DA CABEÇA	82
RESUMO	82
ABSTRACT	82
INTRODUÇÃO.....	83
MÉTODOS.....	84
RESULTADOS	91
DISCUSSÃO	115
CONCLUSÕES	120
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

8 EFEITOS DO OFUSCAMENTO REFLETIDO EM INTERFACES DIGITAIS SOBRE O DESEMPENHO TEMPORAL E DISCRIMINATIVO DA ATIVIDADE VISUAL	124
RESUMO	124
ABSTRACT	124
INTRODUÇÃO.....	125
MATERIAIS E MÉTODOS.....	126
RESULTADOS	134
DISCUSSÃO.....	138
CONCLUSÕES.....	146
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	147
9 CONCLUSÕES.....	150
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e esclarecido.....	153
APÊNDICE B - Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília.....	154

CAPÍTULO 1

Introdução

1 INTRODUÇÃO

Em ergonomia, a interação da visão humana com a interface informacional se constitui como um objeto de estudo de grande relevância, o que levou ao desenvolvimento de muitos métodos e ferramentas de pesquisa para análises de diversas condições, as quais abrangem os domínios da ergonomia física, cognitiva e organizacional. Em especial, as interações visuais com as interfaces digitais de dispositivos como *desktops*, *laptops*, *tablets* e *smartphones* estão associadas a diversas problemáticas ergonômicas importantes, as quais, *a priori* estão relacionadas a aspectos oculares, mas que também podem afetar a postura e os movimentos corporais.

Sob a perspectiva da ergonomia física, o objetivo geral da presente pesquisa foi constituir evidências experimentais quantitativas sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual e sobre desempenho da atividade visual. Essa tese é continuidade da pesquisa realizada no mestrado, na qual investigamos os efeitos do ofuscamento refletido disposto horizontalmente na interface digital. Essa continuidade foi focada em nossa principal limitação de pesquisa identificada anteriormente, caracterizada pela falta de resultados sobre os efeitos do ofuscamento refletido disposto verticalmente na interface digital e de análises sobre a influência da disposição (sentido de direção) da área geradora de ofuscamento a visão sobre seus efeitos sobre os movimentos da cabeça e desempenho da atividade visual.

A priori, a temática e os objetivos propostos nessa pesquisa podem até parecer redundantes por tratar de aspectos comumente abordados no campo científico, por normas e recomendações ergonômicas. Entretanto, sua relevância justifica-se pela genericidade dessas abordagens, caracterizada principalmente pela carência de evidências quantitativas sobre a hipótese de que o ofuscamento refletido em interfaces digitais pode levar a movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual e comprometer o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual.

A estrutura textual dessa tese é composta por cinco pesquisas distintas e apresentas individualmente, cada uma no formato de artigo. Com caráter bibliográfico, os três primeiros artigos também se constituem como referenciais teóricos, os quais mostram evidências que justificam os objetivos específicos das outras duas pesquisas

experimentais, em função da relevância e necessidade de abordagens quantitativas sobre o tema proposto. As abordagens desses artigos são detalhadas nos parágrafos seguintes.

No capítulo três (representado pelo primeiro artigo) é apresentada uma pesquisa bibliométrica acerca das abordagens da produção do conhecimento sobre o ofuscamento no Brasil.

O capítulo quatro (segundo artigo) apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual.

O capítulo cinco (terceiro artigo) apresenta uma revisão sistemática da literatura que acerca dos efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual.

O sexto capítulo apresenta elementos metodológicos (exceto análise de dados) comuns aos artigos apresentados nos capítulos sete e oito, já que são provenientes da mesma coleta de dados. Optamos por apresentar esse capítulo para que não faltassem detalhes metodológicos importantes para a apresentação de uma tese. Nos capítulos sete e oito, esses aspectos metodológicos também estão descritos, porém de forma menos detalhada e adequada ao formato de um artigo.

O sétimo capítulo (quarto artigo) é uma pesquisa experimental que aborda os efeitos do ofuscamento refletido disposto verticalmente em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual. Os resultados também são analisados e discutidos em relação aos resultados da pesquisa anterior, realizada com o ofuscamento horizontal, os quais são apresentados novamente como referências.

O oitavo capítulo (quinto artigo), também é uma pesquisa experimental e trata dos efeitos do ofuscamento refletido disposto verticalmente em interfaces digitais sobre a eficiência visual. São objetos de estudos o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual. Os resultados também são analisados e discutidos em relação aos resultados da pesquisa anterior, realizada com o ofuscamento horizontal, os quais são apresentados novamente como referências.

As evidências científicas sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais, como as apresentadas nessa tese são contribuições importantes para a formulação de diretrizes ergonômicas com maiores especificidades, para o desenvolvimento de produtos e da Ergonomia como área do conhecimento.

CAPÍTULO 2

Objetivos

2 OBJETIVOS

Os problemas de pesquisa que determinaram os objetivos são comumente abordados em Ergonomia, no campo da pesquisa, em normas e recomendações. Entretanto, *a priori*, o que nos intrigou foi à observação de que há na literatura uma grande escassez de diretrizes ergonômicas quantitativas relacionadas aos efeitos da exposição a ofuscamentos reflexivos, gerados na interface de dispositivos digitais em interação com a iluminação do ambiente, sobre o desempenho da atividade visual e movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual.

A abordagem, a realização e a relevância da presente pesquisa não se justificam apenas pela escassez de diretrizes quantitativas na literatura sobre tal tema, mas também pelas possibilidades de contribuição que diretrizes dessa natureza podem representar para a pesquisa e desenvolvimento em ergonomia e aplicações práticas frente à expressiva frequência das interações humanas com interfaces digitais no cotidiano contemporâneo.

Uma parte dos objetivos foi focada em evidenciar a abrangência da produção científica e o estado da arte sobre o tema, como forma de sustentar a hipótese da existência de um déficit importante na literatura, bem como para o desenvolvimento de parâmetros para o desenvolvimento de nossa pesquisa.

Outra parte dos objetivos foi focada em constituir evidências quantitativas sobre a hipótese de que o ofuscamento refletido em interfaces digitais (e a influência de sua disposição horizontal e vertical) tem efeito sobre os movimentos da cabeça e sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual.

2.1 OBJETIVO GERAL

Testar se o ofuscamento refletido em interfaces digitais tem impacto sobre os movimentos da cabeça e sobre os desempenhos temporais e discriminativos da atividade visual.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Constituir um referencial bibliométrico sobre a produção do conhecimento no Brasil sobre o ofuscamento a visão.
2. Investigar a abrangência, as abordagens metodológicas, os alcances e as limitações da produção científica em relação aos efeitos de ofuscamentos

reflexivos em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual.

3. Investigar a abrangência, as abordagens metodológicas, os alcances e as limitações da produção científica em relação aos efeitos de ofuscamentos reflexivos em interfaces digitais sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual.
4. Investigar quantitativamente os efeitos do ofuscamento refletido, disposto verticalmente em interfaces digitais, sobre a cinemática dos movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual. Também foi estabelecido como objetivo analisar e discutir os resultados em relação aos obtidos em nossa pesquisa anterior, na qual investigamos com a mesma abordagem os efeitos do ofuscamento refletido disposto horizontalmente na interface digital.
5. Investigar quantitativamente os efeitos do ofuscamento refletido, disposto verticalmente em interfaces digitais, sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual. Também foi estabelecido como objetivo analisar e discutir os resultados em relação aos obtidos em nossa pesquisa anterior, na qual investigamos com a mesma abordagem os efeitos do ofuscamento refletido disposto horizontalmente na interface digital.

CAPÍTULO 3

Ofuscamento a visão: uma análise bibliométrica sobre a produção
do conhecimento no brasil

3 OFUSCAMENTO A VISÃO: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO NO BRASIL

RESUMO

A exposição da visão humana a condições ofuscamento, seus efeitos oculares e extraoculares são objetos de pesquisa em diversas áreas do conhecimento. Sob a hipótese de que abordagens de pesquisa relevantes são pouco investigadas em detrimento a outras, o presente artigo teve como objetivo constituir um referencial bibliométrico sobre a produção do conhecimento no Brasil sobre o ofuscamento a visão. Foram realizadas buscas por teses e dissertações na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (IBICT) e no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Os resultados mostraram que predominam as pesquisas: com o objetivo de analisar o desempenho luminoso; do tipo estudo de caso; com abordagens sobre o ofuscamento direto; sobre a entrada de luz natural por meio de janelas e sistemas zenitais; realizadas na UFSC; desenvolvidas no mestrado acadêmico e em Programas de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. A produção do conhecimento iniciou em 2000, apesar de apresentar oscilações foi crescente ao longo do tempo e é mantida próxima dos níveis alcançados no período de maior produção. Apontamos como o principal déficit da produção do conhecimento sobre o ofuscamento a visão a carência de pesquisas com abordagens sobre o ofuscamento por reflexão, em especial em interfaces digitais.

Palavras chave: Iluminação do ambiente; Ofuscamento e visão; Produção do conhecimento

ABSTRACT

Researches in several areas of knowledge address the glare of vision, its ocular and extraocular effects are investigated in several of the knowledge. Under the hypothesis that relevant research approaches are little investigated to the detriment of others, the present article aimed to constitute a bibliometric reference on the production of knowledge in Brazil about the obscuration of vision. Theses and dissertations were searched in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (IBICT) and in the Catalog of Thesis and Dissertations of CAPES. The results show that research predominates: in order to analyze the luminous performance; case study type; with direct dazzle approaches; on the entrance of natural light through windows and zenith systems; held at UFSC; developed in the academic master's degree and in Graduate Programs in Architecture and Urbanism. The production of knowledge started in 2000, although the oscillations were increasing over time and is maintained close to the levels achieved in the period of higher production. We point out as the main deficit of the production of the knowledge about the obfuscation the vision the lack of researches with approaches on the obfuscation by reflection, especially in digital interfaces.

Keywords: environmental lighting; glare end vision; Knowledge production

INTRODUÇÃO

O ofuscamento pode ser definido como “a sensação produzida pelas luminâncias dentro do campo visual que são maiores que a luminância à qual os olhos estão

adaptados” (IESNA, 2000), ou ainda, como a redução da eficiência visual provocada por objetos ou superfícies de grande luminância presentes no campo visual (IIDA, 2005). Pesquisas sobre as interações humanas com esse fenômeno são de grande relevância para a promoção da saúde, bem como para a ergonomia, projeto e usabilidade de produtos e ambientes.

Quanto a sua origem, o ofuscamento é classificado como direto quando causado por uma fonte de brilho no campo visual e indireto quando causado por reflexão (IESNA, 2000; IIDA, 2005).

Observa-se na literatura a atuação multidisciplinar em pesquisas sobre o ofuscamento a visão. Áreas do conhecimento como a Engenharia, o Design, a Ergonomia, a Arquitetura e Urbanismo, entre outras da saúde realizam pesquisas com diversas abordagens, as quais podem abranger desde aspectos relacionados a fatores ambientais, bem como seus efeitos ao nível do corpo.

Sobre os fatores ambientais são objeto de estudo aspectos relacionados ao desempenho luminoso; a utilização da iluminação natural e artificial em ambientes internos e externos; e as influências do ambiente construído. As avaliações das condições de iluminação do ambiente tradicionalmente focam a medição da iluminância (PICCOLI et al, 2004).

Sobre os efeitos do ofuscamento a visão ao nível do corpo são objetos de estudo os efeitos oculares, como o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual (LAMPI, 1984; GARCIAI; WIERWILLE, 1985; LORUSSO; HEDGE; MIDDENDORF, 2001; LIU; ZAFAR; BADANO, 2014; HUANG; MENOZZI, 2014; (KO et al., 2014); WOLSKA; SAWICKI, 2014; GLIMNE; BRAUTASET; SEIMYR, 2015; LIN et al., 2019), a motricidade ocular (GLIMNE; BRAUTASET; SEIMYR, 2015; MORK; BRUENECH; THORUD, 2018) e a frequência dos movimentos de piscar dos olhos (MORK; BRUENECH; THORUD, 2018).

Quanto à saúde ocular, embora que o ofuscamento não seja pensado como um fator que pode desencadear distúrbios visuais crônicos, ele é uma possível fonte de fadiga visual (BLEHM et al., 2005). Conforme esses autores, os sintomas da fadiga visual incluem olhos cansados, irritação, vermelhidão, visão turva, visão dupla. Esses sintomas podem ser relacionados com as alterações nos movimentos de piscar dos olhos. Por sua vez, a taxa de intermitência dos movimentos de piscar dos olhos pode ser

influenciada pelos níveis de luz do ambiente (GOLDBERG e WICHANSKY, 2003) e ao considerar o ofuscamento como um aspecto do ambiente luminoso, tornam-se importantes as pesquisas em busca de estimar os efeitos da exposição a condições de ofuscamento sobre a saúde ocular.

Sobre os efeitos extraoculares da exposição ao ofuscamento são objetos de estudo aspectos como, as posturas e movimentos corporais executados em busca de uma melhor condição visual (LAMPI, 1984; MORK; BRUENECH; THORUD, 2018), seus possíveis acometimentos musculoesqueléticos (JUUL-KRISTENSEN et al., 2004) e até mesmo aspectos fisiológicos, como alterações da frequência cardíaca, da pressão arterial, da atividade elétrica e do fluxo sanguíneo de músculos envolvidos na motricidade ocular (músculo orbicular dos olhos) e na motricidade e controle postural (músculo trapézio), (MORK; BRUENECH; THORUD, 2018).

O presente artigo se justifica pela hipótese de que abordagens relevantes de pesquisa sobre o ofuscamento a visão são pouco exploradas em detrimento a outras abordadas com grande frequência. Sob essa perspectiva, torna-se importante constituir um panorama sobre a produção do conhecimento científico que possa contribuir com diretrizes para o direcionamento da produção científica de forma mais abrangente em atendimento as demandas de pesquisa sobre o ofuscamento a visão. Nesse sentido, o objetivo dessa pesquisa foi constituir um referencial bibliométrico acerca da produção do conhecimento científico no Brasil sobre o ofuscamento a visão.

Foram realizadas análises da frequência da produção do conhecimento para as seguintes categorias: 1) objetivo da pesquisa; 2) tipo de pesquisa; 3) abordagem de pesquisa quanto à origem do ofuscamento; 4) condição de ofuscamento analisada; 5) instituição em que a pesquisa foi realizada; 6) nível do Programa de Pós Graduação (PPG) em que a pesquisa foi desenvolvida; 7) Ano de conclusão da pesquisa; 8) produção por área do Programa de Pós Graduação.

MÉTODO

Foram realizadas buscas por teses e dissertações na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (IBICT) e no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. O descritor “ofuscamento” foi utilizado para as buscas. Não foram utilizados filtros para refinar os resultados das buscas quanto o período da produção do conhecimento, ou para qualquer outro aspecto analisado. As buscas e seleção das pesquisas ocorreram entre os dias quatro e seis maio de 2019. Foram encontrados 139 resultados na Biblioteca Digital

Brasileira de Teses e Dissertações e 73 no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Para a seleção das pesquisas que realmente abordassem questões relacionadas ao ofuscamento a visão foram executamos sequencialmente os seguintes procedimentos: leitura do título; leitura do resumo; quando necessário, realizamos a leitura pontual da tese ou dissertação em busca de informações não especificadas no resumo; e a exclusão de uma das versões das pesquisas encontradas nas duas bases de dados consultadas. Foram selecionadas 33 pesquisas para as análises.

Foram realizadas análises da frequência da produção do conhecimento para as seguintes categorias: 1) objetivo da pesquisa; 2) tipo de pesquisa; 3) abordagem de pesquisa quanto à origem do ofuscamento; 4) condição de ofuscamento analisada; 5) instituição em que a pesquisa foi realizada; 6) nível do Programa de Pós Graduação (PPG) em que a pesquisa foi desenvolvida; 7) Ano de conclusão da pesquisa; 8) produção por área do Programa de Pós Graduação.

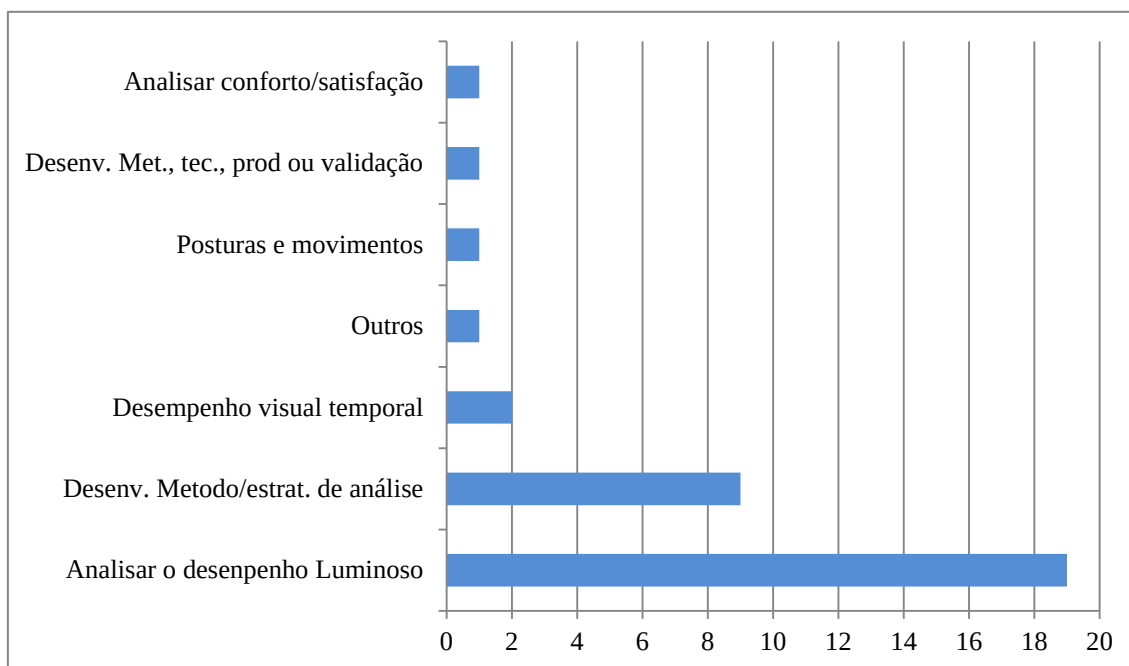
Em relação ao tipo de pesquisa foi considerada a informação disponível na tese ou dissertação. Quando não disponível ou quando informado mais de um tipo de pesquisa utilizamos a classificação “outras”.

Quanto a sua origem, o ofuscamento foi conceitualmente classificado como direto ou indireto (IESNA, 2000). A condição de ofuscamento analisada se refere a aspectos em conjunto relacionados ao ambiente (interno e externo), a fonte de ofuscamento e ao tipo de iluminação (natural ou artificial).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Predominaram as pesquisas com o objetivo de analisar o desempenho luminoso do ambiente. O desenvolvimento de métodos de análise também foi expressivo em relação aos demais objetivos de pesquisa, Figura 1.

Figura 1 - Objetivos.



Fonte: o autor.

Em relação aos efeitos extraoculares da exposição ao ofuscamento à visão, como movimentos e posturas corporais apenas uma pesquisa foi encontrada. Sob essa abordagem, pesquisas são necessárias ao considerar que condições de ofuscamento podem levar a compensações posturais em busca de uma melhor condição visual (LAMPI, 1984; MORK; BRUENECH; THORUD, 2018), já que o controle do olhar envolve movimentos dos olhos, cabeça e tronco (LAND, 2006). Essas compensações posturais podem desenvolver sintomas musculoesqueléticos (JUUL-KRISTENSEN et al., 2004; MORK; BRUENECH; THORUD, 2018).

Os efeitos da exposição ao ofuscamento ainda podem comprometer o desempenho da atividade visual (LAMPI, 1984; GARCIAI; WIERWILLE, 1985; IESNA, 2000; LORUSSO; HEDGE; MIDDENDORF, 2001; IIDA, 2005; LIN et al., 2019). Esses efeitos, também caracterizados como extraoculares, são objetos de pesquisa de grande relevância, em especial para as áreas da ergonomia e da usabilidade. Entretanto, pesquisas ainda são necessárias para que diretrizes com maiores especificidades possam ser estabelecidas (ZAFAR et al., 2012).

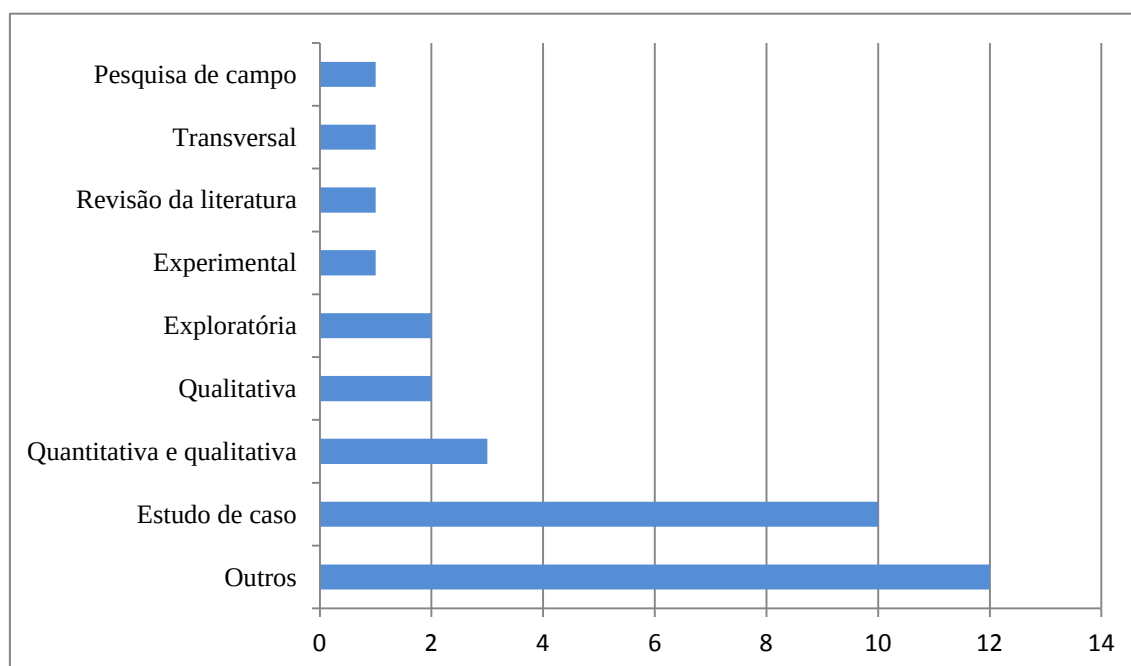
A carência de pesquisas sobre os efeitos do ofuscamento sobre o desempenho visual também ficou evidente nos resultados obtidos, os quais apresentam apenas duas pesquisas com abordagem sobre o desempenho temporal da atividade visual e nenhuma sobre o desempenho visual discriminativo. De acordo com a literatura, o desempenho

deficitário causado pelo ofuscamento a visão pode ser caracterizado tanto pela necessidade de maior tempo de observação visual (GLIMNE; BRAUTASET; SEIMYR, 2015), bem como por erros na detecção de caracteres (LIU; ZAFAR; BADANO, 2014).

A maior parte das pesquisas não informa explicitamente o tipo de pesquisa aplicado ou apresentam mais de um tipo de pesquisa. Essas pesquisas foram classificadas como “outros”, na Figura 2. Optamos por não classificar o tipo de pesquisa quando esse aspecto não era especificado diretamente, nem mesmo quando o tipo de pesquisa parecia evidente em seu delineamento.

Entre as pesquisas que informavam explicitamente o tipo de pesquisa predominaram os estudos de caso, Figura 2.

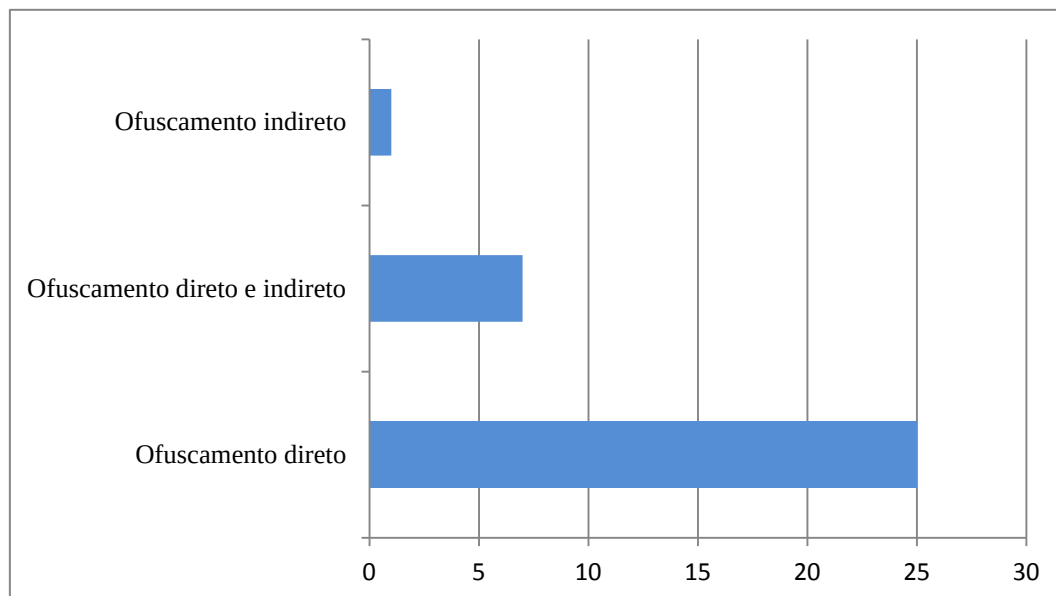
Figura 2 - Tipo de pesquisa.



Fonte: o autor.

Há grande predominância de pesquisas relacionadas ao ofuscamento direto, Figura 3. Abordagens sobre o ofuscamento indireto também são de grande importância, ainda mais ao considerar que a mesma fonte de luz causadora do ofuscamento direto predominantemente estudado, ao interagir com superfícies de alta refletância podem gerar ofuscamento reflexivos, ou seja, condições com ofuscamento indireto. Refletância é “a capacidade de uma superfície em refletir a luz” (FALZON, 2007).

Figura 3 - Origem do ofuscamento.

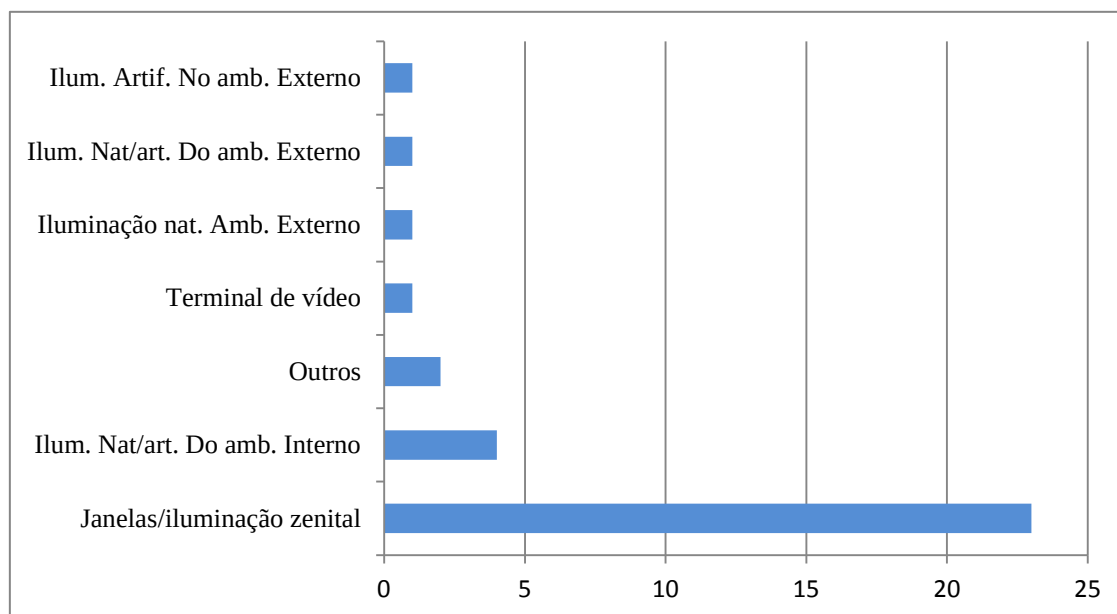


Fonte: o autor.

Pesquisas sobre o ofuscamento indireto tornam-se ainda mais relevantes quando relacionadas a dispositivos com interfaces digitais, como computadores, *tablets* e *smartphones*. Essas interfaces possuem alta refletância. O ofuscamento refletido gerado em interfaces digitais em interação com a iluminação do ambiente ocorre com grande frequência (PORCAR; PONS; LORENTE, 2016; PARIHAR et al., 2016). Contemporaneamente, o uso de dispositivos com interfaces digitais também é muito frequente para a execução de diversas atividades, desde as ocupacionais (de trabalho e estudo), até mesmo para a comunicação e lazer. Portanto, além de relevante, também é eminente a necessidade de empenho em pesquisas relacionadas ao ofuscamento indireto, em especial em interfaces digitais.

Em relação à condição de ofuscamento analisada, destacam-se as pesquisas relacionadas ao ambiente construído. Há predominância expressiva de abordagens sobre o aproveitamento da iluminação natural por meio de janelas e sistemas de iluminação zenital. Sem grande disparidade, as pesquisas sobre o ofuscamento relacionadas à iluminação geral (natural e artificial) do ambiente construído constituem-se como a segunda categoria mais abordada, Figura 4.

Figura 4 - Condição de ofuscamento analisada.

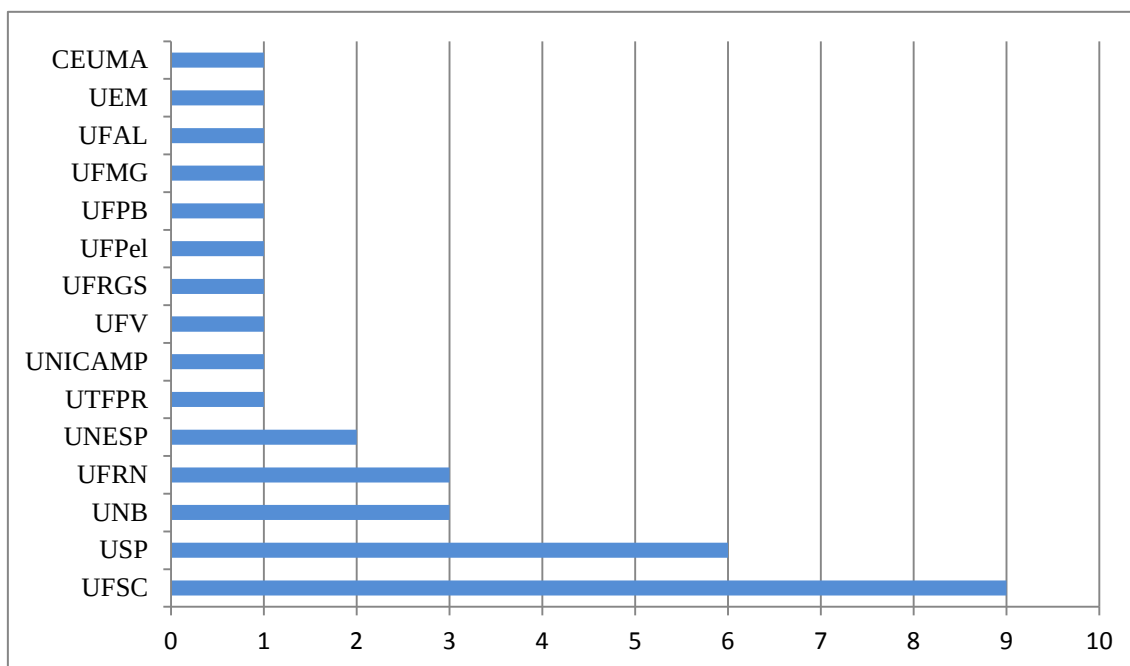


Fonte: o autor.

Pesquisas sobre o ofuscamento gerado em terminais de vídeo, ou seja, em interfaces digitais são pouco abordados, apenas uma pesquisa foi encontrada. Pesquisas sobre essa abordagem são muito necessárias devido à demasiada utilização de dispositivos com interfaces digitais (PARIHAR et al, 2016). Nas interações humanas com esses dispositivos, a exposição a ofuscamentos reflexivos ocorre com grande frequência (PORCAR; PONS; LORENTE, 2016; PARIHAR ET AL, 2016) devido as suas interfaces serem muito susceptíveis a geração de ofuscamentos em interação com a iluminação do ambiente.

As pesquisas sobre o ofuscamento a visão foram realizadas predominantemente na Universidade Estadual de Santa Catarina - UFSC. A recorrência gradativamente menor da produção científica da Universidade de São Paulo - USP, Universidade de Brasília - UNB, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN e Universidade Estadual Paulista - UNESP mostra o interesse de linhas e grupos de pesquisa por temas relacionados ao ofuscamento a visão, Figura 5.

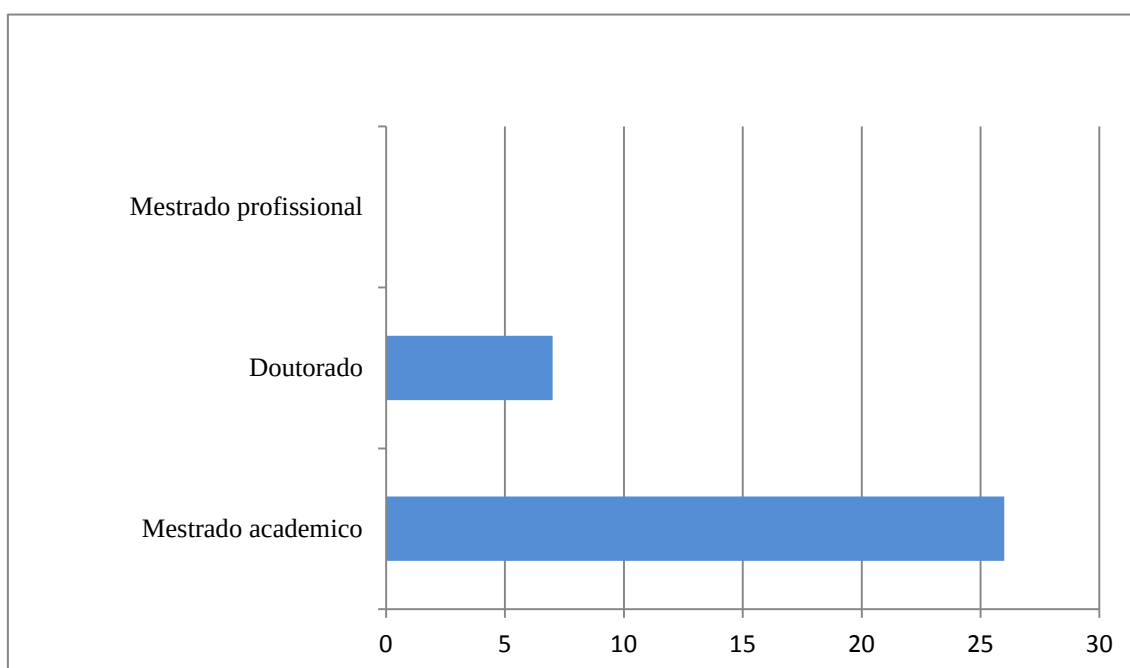
Figura 5 - Instituição em que a pesquisa foi desenvolvida.



Fonte: o autor.

Predominaram as pesquisas realizadas no mestrado acadêmico, Figura 6. Esse encontrado é condizente com a predominância de pesquisas com o objetivo de realizar análises de condições específicas, bem como dos estudos de caso. Pesquisas realizadas no Doutorado tendem a desenvolver abordagens com objetivos mais inovadores.

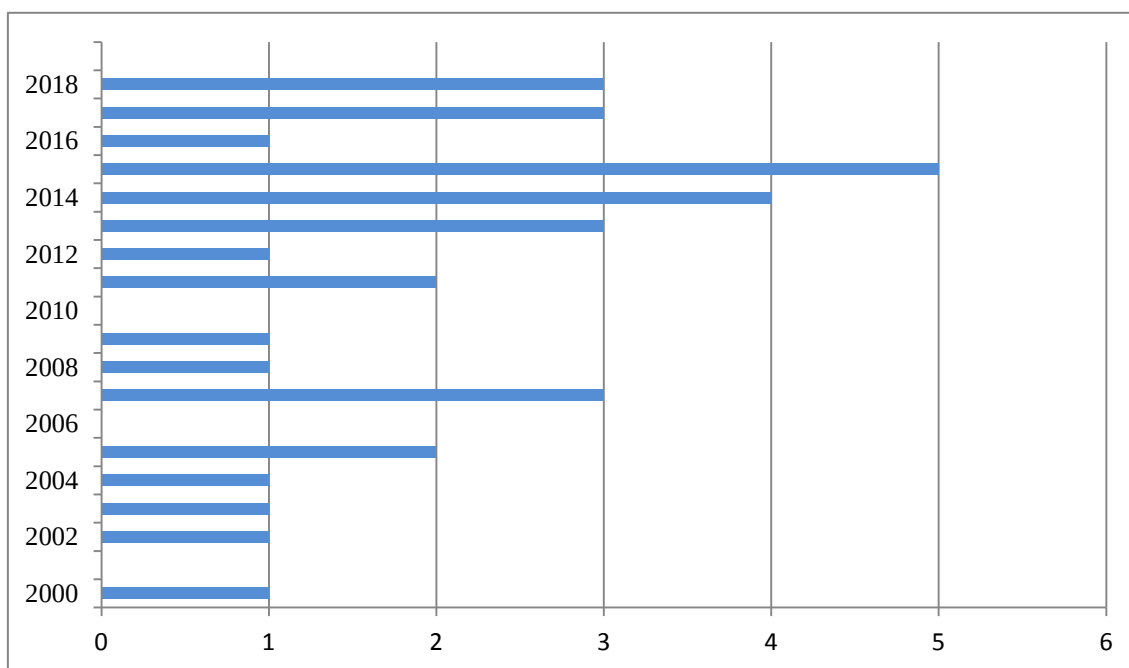
Figura 6 - Nível do Programa de Pós-Graduação.



Fonte: o autor.

A produção do conhecimento sobre temas relacionados ao ofuscamento a visão teve início no ano de 2000 e manteve-se ativa, porém em pequena proporção e com oscilações ao longo dos anos até 2012. É possível observar que o período de maior produção do conhecimento foi entre os anos de 2013 e 2015, com pico nesse último ano. Em 2016 houve um decréscimo importante, porém a produção foi retomada em 2017 mantendo-se próxima do nível do período de maior produção, Figura 7.

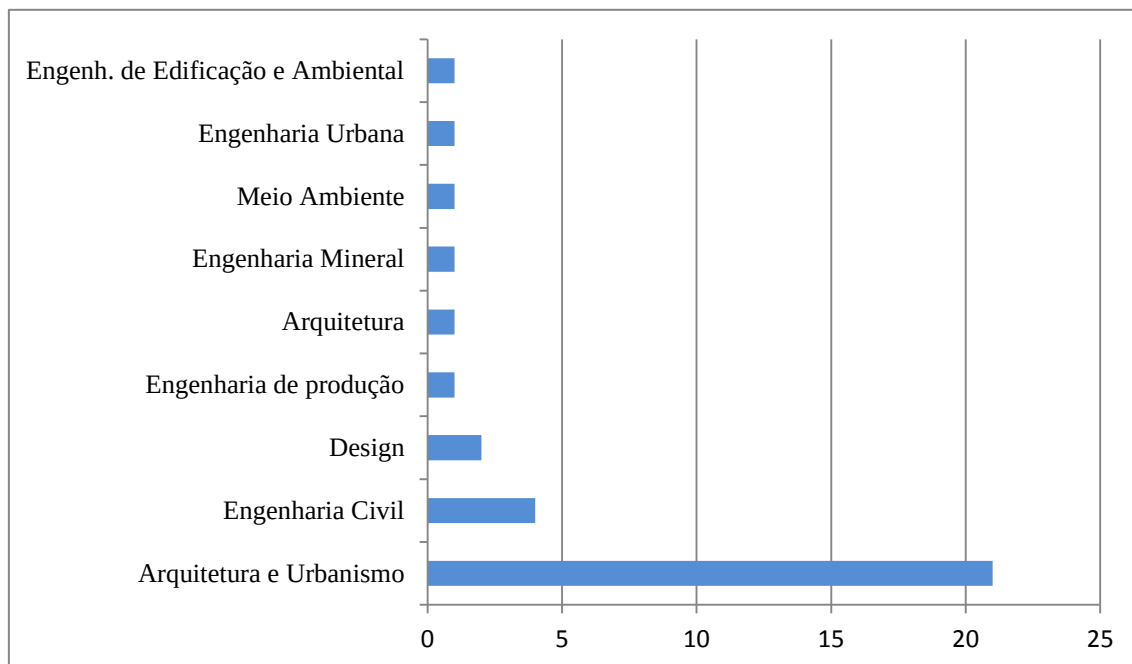
Figura 7 - Ano de conclusão da pesquisa.



Fonte: o autor.

A produção do conhecimento relacionada ao ofuscamento à visão é majoritariamente predominante em Programas de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Figura 8.

Figura 8 - Produção por área do Programa de Pós-Graduação.



Fonte: o autor.

CONCLUSÕES

Sobre a produção do conhecimento no Brasil sobre o ofuscamento a visão predominam as pesquisas: com o objetivo de analisar desempenho luminoso do ambiente; do tipo estudo de caso; com abordagens sobre o ofuscamento direto; com análises sobre o ambiente construído em relação à entrada de luz natural por meio de janelas e sistemas zenitais; realizadas na UFSC; desenvolvidas no mestrado acadêmico e em Programas de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Em quantidade, a produção do conhecimento iniciada no ano de 2000, apesar de apresentar oscilações foi crescente ao longo do tempo. Atualmente se mantém próxima dos níveis alcançados no período de maior produção.

Apontamos como o principal aspecto deficitário da produção do conhecimento sobre o ofuscamento a visão a carência de pesquisas com abordagens sobre o ofuscamento refletido, em especial em interfaces digitais. Essas interfaces são muito susceptíveis a geração de ofuscamento em interação com a iluminação do ambiente e são muito utilizadas no cotidiano contemporâneo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLEHM, Clayton et al. Computer vision syndrome: a review. **Survey Of Ophthalmology**, v. 50, n. 3, p.253-262, 2005.

FALSON, Pierre. **Ergonomia**. São Paulo: Blucher, 2007. 662 p.

GARCIAI, Kathy Dugas; WIERWILLE, Walter W. Effect of Glare on Performance of a VDT Reading-Comprehension Task. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, v. 27, n. 2, p.163-173, 1985.

GLIMNE, Susanne; BRAUTASET, Rune; SEIMYR, G Öqvist. The effect of glare on eye movements when reading. **Work**, v. 50, n. 2, p.213-220, 2015.

GOLDBERG, Joseph H.; WICHANSKY, Anna M. Eye Tracking in Usability Evaluation: A Practitioner's Guide. **The Mind's Eye**, p. 493-516, 2003.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 614 p.

JUUL-KRISTENSEN, Birgit et al. Computer users' risk factors for developing shoulder, elbow and back symptoms. **Scandinavian Journal Of Work, Environment & Health**, v. 30, n. 5, p.390-398, 2004.

LAMPI, Eino. The sources of light and lighting at work. **Acta Ophthalmologica**, v. 62, n. 161, p.66-83, 1984.

LAND, Michael F.. Eye movements and the control of actions in everyday life. **Progress In Retinal And Eye Research**, v. 25, n. 3, p.296-324, 2006.

LIN, Chao Wen et al. The effects of reflected glare and visual field lighting on computer vision syndrome. **Clinical And Experimental Optometry**, v. 102, n. 3, p. 327-345, 2019.

LIU, Peter; ZAFAR, Fahad; BADANO, Aldo. The Effect of Ambient Illumination on Handheld Display Image Quality. **Journal Digit Imaging**, v. 27, n. 1, p.12-18, 2014.

LORUSSO, Thomas P.; HEDGE, Alan; MIDDENDORF, Sharon. Do Anti-Glare Filters Help Computer Users in Offices? **Proceedings Of The Human Factors And Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 45, n. 10, p.786-790, 2001.

MORK, Randi et al. Visual and psychological stress during computer work in healthy, young females-physiological responses. **Arquivos Internacionais de Saúde Ocupacional e Ambiental**, v. 91, n. 7, p.811-830, 2018.

PARIHAR, Maj Gen J.k.s. et al. Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTS). **Medical Journal Armed Forces India**, v. 72, n. 3, p.270-276, 2016.

PICCOLI, B et al. Photometry in the workplace: the rationale for a new method. **The Annals Of Occupational Hygiene**, v. 48, n. 1, p.29-38, 2004.

PORCAR, Esteban; PONS, Alvaro M.; LORENTE, Amalia. Visual and ocular effects from the use of flat-panel displays. **International Journal Of Ophthalmology**, v. 9, n. 6, p.881-885, 2016.

ZAFAR, Fahad et al. Visual methods for determining ambient illumination conditions when viewing medical images in mobile display devices. **Journal Of The Society For Information Display**, v. 20, n. 3, p.124-132, 2012.

CAPÍTULO 4

Efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça: uma revisão da literatura

4 EFEITOS DO OFUSCAMENTO REFLETIDO EM INTERFACES DIGITAIS SOBRE OS MOVIMENTOS DA CABEÇA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

RESUMO

O presente artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre os efeitos de ofuscamentos reflexivos gerados em interfaces digitais, em interação com a iluminação do ambiente, sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual. Nesse contexto, o objetivo foi investigar a abrangência, as abordagens metodológicas, os alcances e as limitações da produção científica em relação aos efeitos de ofuscamentos reflexivos em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual. Parâmetros dessa natureza podem contribuir com novas abordagens de pesquisa. Era sustentada a hipótese de que evidências científicas, em especial quantitativas, eram necessárias para explicar tais efeitos. As buscas por artigos foram realizadas nas bases de dados *Science Direct* e *PubMed*. Foram utilizados os descritores: *Glare and ergonomics*; *Glare and digital interfaces*; *Glare and head movement*; *glare and body posture*; e *Reflected glare*. Observamos na literatura, que há uma grande concordância sobre a afirmativa de que o ofuscamento refletido em interfaces digitais pode levar a execução de movimentos da cabeça para uma melhor visualização. Entretanto, concluímos que evidências quantitativas ainda são necessárias para que diretrizes ergonômicas sobre esses movimentos possam ser estabelecidas com maiores especificidades, tais como: a posição e orientação em que ocorrem; a amplitude que alcançam; se são nocivos à saúde; o quanto são repetitivos; e as influências da disposição da área geradora de ofuscamento na interface digital.

Palavras-chave: Ofuscamento e ergonomia, Ofuscamento e interfaces digitais, Ofuscamento e postura, Ofuscamento refletido.

ABSTRACT

Through a systematic review of the literature we approach in this article the effects of exposure to reflective glimpses on digital interfaces on head movements in search of a better visual condition. In this context, the objective was to investigate the scope, the methodological approaches, the scope and limitations of scientific production in relation to the effects of reflective glare on digital interfaces on the head movements in search of a better visual condition. Such parameters can contribute to new research approaches. The hypothesis was held that scientific statistics, especially quantitative ones, were required for the exercise. The searches were conducted in the databases Science Direct and PubMed. The following descriptors were used: glare and ergonomics; glare and digital interfaces; glare and head movement; glare and body posture; e reflected glare. We have observed in the literature that there is a great agreement on the affirmation that the glare reflected in digital interfaces can lead to the execution of head movements for a better visualization. However, we conclude that the quantitative questions still apply to the ergonomic definitions that we can arrive at with greater specificities, such as: position and orientation in what occurs; an amplitude they reach; if they are harmful to health; how repetitive they are; and the influences of the arrangement of the glare generating area on the digital interface.

Keywords: glare and ergonomics; glare and digital interfaces; glare and posture; reflected glare

INTRODUÇÃO

A introdução de novas tecnologias pode determinar diversos aspectos ergonômicos das interações humano-computador. A popularização do uso do computador, iniciada na década de 1980, provocou ao longo do tempo grande demanda de pesquisas em Ergonomia sobre diversas abordagens. Em especial, as interações visuais com interfaces digitais são de grande interesse em Ergonomia. Essas interações compreendem aspectos oculares como, eficiência visual, saúde e motricidade ocular, além de aspectos extraoculares, caracterizados pela execução de movimentos corporais, ou por posturas assumidas em função da eficiência visual.

Com o advento tecnológico, dispositivos com interfaces digitais como, computadores, *tablets*, *smartphones*, terminais de autoatendimento, entre outros são utilizados com grande frequência no cotidiano contemporâneo (GOWRISANKARAN; SHEEDY, 2015; PARIHAR et al., 2016; PORCAR; PONS; LORENTE, 2016). Além da frequência de uso, também é comum o uso contínuo desses dispositivos por longos períodos. A demasia das interações humanas com interfaces digitais e as novas demandas físicas, cognitivas e psicológicas determinadas pela introdução de novas tecnologias conferem relevância, bem como proporcionam um vasto e contínuo campo de pesquisa para a ergonomia.

No presente artigo apresentamos uma revisão sistemática da literatura acerca dos efeitos do ofuscamento refletido, gerado pela interação da iluminação do ambiente com a interface de dispositivos digitais, sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual. Sob a hipótese de que evidências científicas, em especial quantitativas, ainda eram necessárias para explicar esses efeitos, o objetivo desta pesquisa foi investigar a abrangência, as abordagens metodológicas, os alcances e as limitações da produção científica. A pesquisa justifica-se pela importância de se constituir referenciais sobre o estado da arte que possam contribuir com o desenvolvimento de pesquisas inovadoras.

Um ruído visual pode ser definido como qualquer estímulo visual que possa comprometer o desempenho da visão humana (IESNA, 2000). Em especial, ofuscamentos reflexivos ocorrem com grande frequência durante as interações humanas com interfaces digitais (PORCAR; PONS; LORENTE, 2016). Seus efeitos, *a priori* podem comprometer o desempenho da atividade visual (SUMMERS, 1989; IESNA, 2000; GLIMNE; BRAUTASET; SEIMYR, 2015; GARCIAI; WIERWILLE, 1985).

Mas, também podem exigir movimentos corporais em busca de uma melhor condição visual (MORK; BRUENECH; THORUD, 2016) ao considerar que o controle do olhar pode envolver movimentos de olhos, cabeça e tronco (LAND, 2006) podendo levar a adoção de posturas compensatórias nocivas à saúde (JUUL-KRISTENSEN et al., 2004), como o desenvolvimento de sintomas musculoesqueléticos (PARIHAR et al., 2016).

Contribuições sobre o estado da arte em pesquisas, como a apresentada neste artigo são importantes para o desenvolvimento e inovação da produção do conhecimento em Ergonomia.

MÉTODO

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura acerca dos efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual. As perguntas de pesquisa são: qual é a abrangência das pesquisas experimentais, quais são os aspectos metodológicos do estado da arte e os alcances e limitações de seus resultados?

As buscas por artigos foram realizadas nas bases de dados *Science Direct* e *PubMed*. Foram utilizados os seguintes descritores: *Glare and ergonomics*; *Glare and digital interfaces*; *Glare and head movement*; *glare and body posture*; e *Reflected glare*. Não foram estabelecidos períodos cronológicos para a abrangência das buscas.

Os títulos e resumos dos artigos resultantes da busca por descritores foram lidos. Foram selecionados para a leitura completa os artigos que de alguma maneira abordassem, de forma experimental e quantitativa, os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça. Essa leitura, com atenção especial sobre os métodos e resultados, determinou a inclusão do artigo em nossa pesquisa.

Em relação à abrangência das pesquisas experimentais era pretendido observar: o número de pesquisas e o ano de publicação, como forma de investigar a frequência da produção científica ao longo tempo; o periódico em que foi publicado, para uma perspectiva sobre as áreas do conhecimento que se interessam pelo tema; a frequência de publicação de pesquisas por autor, para a análise da continuidade da linha de pesquisa; e os objetivos, com o intuito de investigar as abordagens de pesquisa sobre o tema.

Sobre os aspectos metodológicos era pretendido observar: qual foi a tarefa prescrita da condição experimental; quais as variáveis analisadas; quais foram os instrumentos de coleta de dados utilizados; quais os equipamentos e formas utilizadas para gerar o ofuscamento na interface digital; quais os tipos de dispositivos com interfaces digitais foram investigados (*laptop*, *desktop*, *tablet*, celular, entre outros); tamanho e posição da interface digital; controle e medição da intensidade luminosa da condição experimental (liminância e iluminância).

Quanto aos resultados, era pretendido observar e discutir os alcances e limitações da produção científica acerca dos efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram encontradas pesquisas experimentais com resultados quantitativos acerca dos efeitos de ofuscamentos reflexivos, gerados em interfaces digitais em interação com a iluminação do ambiente, sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual. Esse resultado limitou os alcances da presente pesquisa, já que não foram obtidas informações específicas sobre o objeto de estudo, conforme foi estabelecido nos métodos, em relação à abrangência, aos aspectos metodológicos e as análises e discussões da produção do conhecimento. Entretanto, contribuições de pesquisas com abordagens semelhantes e de outros parâmetros da literatura são relevantes para sustentar a discussão sobre o tema proposto, bem como para sustentar e direcionar apontamentos e conclusões sobre a relevância do empenho em pesquisas sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça.

O ruído visual caracterizado pelo ofuscamento refletido em interfaces digitais, gerado em interação com a iluminação do ambiente, pode comprometer o desempenho humano. Em ergonomia, essa temática do ambiente luminoso é de grande relevância. Porém, as avaliações das condições de iluminação do ambiente tradicionalmente focam na medição da iluminância (PICCOLI et al, 2004).

Tendo em vista, que o ofuscamento refletido em interfaces digitais é uma condição do ambiente luminoso, desde há muito tempo seus efeitos sobre o desempenho humano são pesquisados quantitativamente, em especial, por meio de análises da eficiência temporal de leitura (LAMPI, 1984; GARCIAI; WIERWILLE, 1985).

Recentemente, a produção científica parece tender a se preocupar novamente com análises quantitativas sobre os efeitos do ofuscamento refletido sobre o desempenho da atividade visual. Dessa vez, as pesquisas não focam apenas em análises sobre a eficiência temporal, mas também sobre a eficiência discriminativa (LIN et al., 2009; KO et al., 2014; HUANG; MENOZZI, 2014; GLIMNE, BRAUTASET; SEIMYR, 2015; WOLSKA; SAWICKI, 2014; LIN et al., 2019).

Sustentamos a hipótese de que, até mesmos movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual possam estar relacionados ao déficit do desempenho da atividade visual. A frequência das adaptações posturais, ou mesmo a manutenção de uma postura inadequada ou contraproducente, podem tornar a execução da tarefa mais morosa. De acordo com Land (2006), o controle do olhar envolve movimentos dos olhos, cabeça e tronco.

Os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual frente ao ofuscamento podem comprometer a saúde postural (MORK; BRUENECH; THORUD, 2018). Entretanto, pesquisas ainda são necessárias para a compreensão das características desses movimentos, tais como, as direções em que ocorrem, suas amplitudes e frequência de repetição.

Quanto às afirmativas de que os movimentos corporais realizados para se desvencilhar do ofuscamento podem ser nocivos à saúde (JUUL-KRISTENSEN et al., 2004) e levar ao desenvolvimento de sintomas musculoesqueléticos (PARIHAR et al., 2016), a caracterização desses movimentos, mencionada no parágrafo anterior, também é relevante, pois contribui para que esses possíveis efeitos nocivos e acometimentos musculoesqueléticos possam ser determinados. Nesse sentido, não encontramos pesquisas experimentais.

Nas buscas por palavras chave não foram encontradas pesquisas que se encaixassem no escopo da nossa pesquisa. A pesquisa com abordagem investigativa mais próxima ao que buscávamos analisar no presente artigo trata do efeito da exposição visual ao ofuscamento direto sobre a postura corporal. Seus resultados mostram quantitativamente que movimentos da cabeça (flexão e extensão) são realizados para uma melhor visualização (MORK; BRUENECH; THORUD, 2016). Nessa pesquisa, os participantes realizaram tarefas visuais na interface de um computador em sessões com diferentes condições de iluminação do ambiente. Uma

janela, simulada por meio de luminárias foi posicionada no campo visual dos participantes e os movimentos de suas cabeças foram registrados continuamente por três inclinômetros conectados a um fisiômetro.

Julgamos que o uso de sensores posturais é imprescindível entre os recursos metodológicos de pesquisas que tenham como objetivo caracterizar os movimentos corporais sobre efeito de ofuscamentos reflexivos em interfaces digitais, de modo a contribuir com a formulação de diretrizes ergonômicas mais detalhadas. Na pesquisa de Mork; Bruenech; Thorud (2016) foram medidos os movimentos de flexão e extensão da cabeça. Acreditamos que para caracterizar os movimentos da cabeça com maiores detalhes sejam necessárias medições nos três eixos de movimento e nos três ângulos de rotação.

Em relação à origem do ofuscamento, a qual determina sua classificação como direto ou indireto (IESNA, 2000; IIDA, 2005), sustentamos a hipótese de que esse aspecto influencia os seus efeitos sobre os movimentos da cabeça, ou seja, os movimentos podem ser executados em direções e amplitudes diferentes em função da origem do ofuscamento. Sob essa perspectiva, não foram encontradas pesquisa.

Metodologicamente, as investigações sobre os movimentos da cabeça sob efeito do ofuscamento direto, como a realizada por Mork; Bruenech; Thorud (2016) e sob efeito do ofuscamento indireto (por reflexão), parecem exigir abordagens diferentes. No caso do ofuscamento direto, a localização da fonte de luminância é fixa e tem localização definida no campo visual. Quanto ao ofuscamento por reflexão, estratégias metodológicas mais complexas são necessárias para identificar na área observada quando a luminância está incidindo sobre os olhos, ou seja, quando o rastreamento visual é realizado sobre uma área geradora de ofuscamento ou não. Nesse caso, abordagens experimentais utilizando equipamentos integrados para o rastreamento dos movimentos oculares (*eye tracker*) e dos movimentos da cabeça (*head tracker*), parecem ser opções muito interessantes. Entretanto, pesquisas com essa abordagem metodológica não foram encontradas no escopo estabelecido para as buscas na literatura.

Também é possível inferir que, para caracterizar os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça, a disposição da área de ofuscamento na interface digital é uma variável importante a ser considerada. Conforme Sociedade de Engenharia da Iluminação Norte Americana, IESNA (2000), a disposição

da área de ofuscamento, é um dos aspectos que determinam sua magnitude, a qual pode influenciar seus efeitos. Nesse sentido, também não encontramos pesquisas experimentais.

CONCLUSÕES

Pesquisas inovadoras são necessárias para a compreensão dos efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça. Nesse sentido, destacamos o uso de equipamentos para quantificar os movimentos e abordagens de pesquisa considerando aspectos tais como: direções em que ocorrem (posição e orientação); suas amplitudes; o quanto são nocivos à saúde; e as influências da disposição da área geradora de ofuscamento na interface digital.

Evidências quantitativas e detalhadas sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça são relevantes para desenvolvimento da produção do conhecimento científico em Ergonomia, além de prestar contribuições para que diretrizes ergonômicas com maiores especificidades possam ser constituídas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GARCIAI, Kathy Dugas; WIERWILLE, Walter W. Effect of Glare on Performance of a VDT Reading-Comprehension Task. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, v. 27, n 2, p.163-173, 1985.

GLIMNE, Susanne; BRAUTASET, Rune; SEIMYR, G Öqvist. The effect of glare on eye movements when reading. **Work**, v. 50, n. 2, p.213-220, 2015.

GOWRISANKARAN, S.; SHEEDY, J. E. Computer vision syndrome: A review. **Work**, v. 52, n. 2, p.303-314, 2015.

HUANG, Ying-yin; MENOZZI, Marino. Effects of discomfort glare on performance in attending peripheral visual information in displays. **Displays**, v. 35, n. 5, p.240-246, 2014.

IESNA. **The IESNA: Lighting Handbook**. 9. ed. New York: Illuminating Engineering, 2000. 100 p.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 614 p.

JUUL-KRISTENSEN, Birgit et al. Computer users' risk factors for developing shoulder, elbow and back symptoms. **Scandinavian Journal Of Work, Environment & Health**, v. 30, n. 5, p.390-398, 2004.

KO, Peiyi et al. Effect of font size and glare on computer tasks in young and older adults. **Optometry And Vision Science**, v. 91, n. 6, p.682-689, 2014.

LAMPI, Eino. The sources of light and lighting at work. **Acta Ophthalmologica**, v. 62, n. 161, p.66-83, 1984.

LAND, Michael F. Eye movements and the control of actions in everyday life. **Progress In Retinal And Eye Research**, v. 25, n. 3, p.296-324, 2006.

LIN, Chao Wen et al. The effects of reflected glare and visual field lighting on computer vision syndrome. **Clinical And Experimental Optometry**, v. 102, n. 3, p.327-345, 2019.

LIN, Yu-ting et al. Investigation of legibility and visual fatigue for simulated flexible electronic paper under various surface treatments and ambient illumination conditions. **Applied Ergonomics**, v. 40, n. 5, p.922-928, 2009.

LORUSSO, Thomas P.; HEDGE, Alan; MIDDENDORF, Sharon. Do Anti-Glare Filters Help Computer Users in Offices? Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings, v. 45, n. 10, p.786-790, 2001.

MORK, Randi; BRUENECH, Jan; THORUD, Hanne Mari. Effect of Direct Glare on Orbicularis Oculi and Trapezius During Computer Reading. **Optometry And Vision Science**, v. 97, n. 7, p.738-749, 2016.

PARIHAR, Maj Gen J. k. s. et al. Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTS). **Medical Journal Armed Forces India**, v. 72, n. 3, p.270-276, 2016.

PICCOLI, B et al. Photometry in the workplace: the rationale for a new method. **The Annals Of Occupational Hygiene**, v. 48, n. 1, p.29-38, 2004.

PORCAR, Esteban; PONS, Álvaro M.; LORENTE, Amália. Visual and ocular effects from the use of flat-panel displays. **International Journal Of Ophthalmology**, v. 9, n. 6, p.881-885, jun. 2016.

SUMMERS, Angela June. Lighting and the Office Environment: A Review. **Australian Journal Of Physiotherapy**, v. 35, n. 1, p.15-24, 1989.

WOLSKA, Agnieszka; SAWICKI, Dariusz. Evaluation of discomfort glare in the 50+ elderly: experimental study. **International Journal Of Occupational Medicine And Environmental Health**, v. 27, n. 3, p.444-459, 2014.

CAPÍTULO 5

Efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o
desempenho visual: uma revisão da literatura

5 EFEITOS DO OFUSCAMENTO REFLETIDO EM INTERFACES DIGITAIS SOBRE O DESEMPENHO VISUAL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

RESUMO

Em ergonomia, pesquisas sobre o desempenho eficiente das atividades humanas são de grande relevância. Neste artigo é apresentada uma revisão sistemática da literatura sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual. Sob a hipótese de que evidências quantitativas são necessárias para explicar tais efeitos, o objetivo da presente pesquisa foi investigar a abrangência, as abordagens metodológicas, os alcances e as limitações da produção científica. Apesar da consensualidade na literatura sobre o ofuscamento refletido em interfaces digitais ter efeito sobre o desempenho visual observamos que poucas pesquisas abordam experimentalmente o tema e que abordagens metodológicas inovadoras são necessárias para a obtenção de evidências quantitativas com maiores especificidades tais como, quais os efeitos sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual e quais as influências da disposição da área geradora de ofuscamento na interface digital. Nesse sentido, métodos baseados no rastreamento dos movimentos oculares são promissores.

Palavras-chave: Desempenho visual; Ofuscamento e visão; Ofuscamento e ergonomia; ofuscamento e interfaces digitais

ABSTRACT

In ergonomics, research on the efficient performance of human activities is of great relevance. This paper presents a systematic review of the literature on the effects of reflected glare in digital interfaces on the temporal and discriminative performance of visual activity. Under the assumption that quantitative evidence is necessary to explain such effects, the objective of the present research was to investigate the scope, methodological approaches, scope and limitations of scientific production. Despite of the consensus in the literature on reflected glare in digital interfaces has effect on the visual performance, we observed that few researches experimentally address the subject and that innovative methodological approaches are needed to obtain more specific quantitative evidence such as, what are the effects on the temporal and discriminative performance of visual activity and what are the influences of the glare generating area layout in the digital interface. In this sense, methods based on the eye movements tracking are promising.

Keywords: Visual performance, glare and vision, glare and ergonomics, glare and digital interfaces

INTRODUÇÃO

O ofuscamento a visão é uma sensação produzida pela luminância no campo visual superior a qual os olhos estão adaptados (IESNA, 2000). A exposição a condições de ofuscamento pode comprometer o desempenho da atividade visual (SUMMERS,

1989; GARCIAI; WIERWILLE, 1985; IESNA, 2000; LORUSSO; HEDGE; MIDDENDORF, 2001; GLIMNE; BRAUTASET; SEIMYR, 2015;).

Quanto a sua origem, o ofuscamento é definido como direto quando causado pela incidência direta de luz presente no campo visual, ou indireto quando a luz é refletida por uma superfície no campo visual (IESNA, 2000). Em especial, a exposição a ofuscamentos reflexivos gerados pela interface de dispositivos digitais em interação com a iluminação do ambiente ocorre com grande frequência (PORCAR; PONS; LORENTE, 2016; PARIHAR et al., 2016) e seus efeitos sobre o desempenho da atividade visual, entre outros aspectos são comumente abordados na literatura, por normas e recomendações ergonômicas. Também confere relevância ergonômica a esse tema a expressiva frequência cotidiana das interações humanas com dispositivos com interfaces digitais para a execução de diversas tarefas e atividades cotidianas como, as ocupacionais (de trabalho e estudo), comunicação e lazer.

Neste artigo é apresentada uma revisão sistemática da literatura realizada sob a hipótese de que evidências científicas, em especial quantitativas ainda são necessárias para explicar com maiores especificidades os efeitos de ofuscamentos reflexivos em interfaces digitais sobre o desempenho visual. Nesse sentido, o objetivo foi investigar a abrangência, as abordagens metodológicas, os alcances e as limitações da produção científica em relação aos efeitos de ofuscamentos reflexivos em interfaces digitais sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual.

MÉTODO

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura acerca dos efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho da atividade visual. As perguntas de pesquisa são: qual é a abrangência das pesquisas experimentais, quais são os aspectos metodológicos do estado da arte e os alcances e limitações de seus resultados?

As buscas por artigos foram realizadas nas bases de dados *Science Direct* e *PubMed*. Foram utilizados os descritores: *Reflected glare*; *visual performance*; *Glare and digital interfaces*; *Glare and vision*; *Glare and ergonomics*.

Os títulos e resumos dos artigos resultantes da busca por descritores foram lidos. Foram selecionados para a leitura completa os artigos que de alguma maneira abordassem os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o

desempenho da atividade visual. Essa leitura, com atenção especial sobre os métodos e resultados, determinou a inclusão do artigo em nossa pesquisa.

Sobre a abrangência das pesquisas experimentais foi observado: o número de pesquisas e o ano de publicação, como forma de investigar a frequência da produção científica ao longo tempo; o periódico em que foi publicado, para uma perspectiva sobre as áreas do conhecimento que se interessam pelo tema; a frequência de publicação de pesquisas por autor, para a análise da continuidade da linha de pesquisa; e os objetivos, com o intuito de investigar as abordagens de pesquisa sobre o tema.

Em relação aos aspectos metodológicos foi observado: se a pesquisa foi experimental; quais os instrumentos de coleta de dados utilizados; se a pesquisa apresenta dados quantitativos; qual foi a tarefa prescrita da condição experimental; quais as variáveis analisadas; e quais foram os instrumentos de coleta de dados utilizados.

Quanto aos resultados, observamos se o efeito do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho discriminativo e/ou temporal da atividade visual foi evidenciado quantitativamente.

RESULTADOS

Na Figura 9 estão enumerados os artigos encontrados, além das informações correspondentes em relação à abrangência da pesquisa sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual. Essa numeração é mantida nas demais figuras como forma de referência para distinguir os resultados correspondentes à cada artigo.

Figura 9 - Características da abrangência das pesquisas sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual.

Artigo	Título	Autores/Ano de publicação	Periódico	Objetivo da pesquisa experimental
1	The sources of light and lighting at work	Lampi, (1984)	Acta Ophthalmologica	Pesquisa não experimental
2	Effect of Glare on Performance of a VDT Reading-Comprehension Task	Garciai; Wierwille, (1985)	Human Factors	Determinar se o desempenho de leitura é afetado pela exposição ao ofuscamento
3	Investigation of legibility and visual fatigue for simulated flexible electronic paper under various surface treatments and ambient illumination conditions	Lin et al., (2009)	Applied Ergonomics	Investigar o uso de tratamentos antirreflexo para dispositivos de leitura de papel eletrônico
4	Effects of discomfort glare on performance in attending peripheral visual information in displays	Huang; Menozzi, (2014)	Displays	Explorar os efeitos do ofuscamento desconfortável sobre a detecção e processamento de informações visuais periféricas
5	Effect of font size and glare on computer tasks in young and older adults	Ko et al., (2014)	Optometry and Vision Science	Investigar se o ofuscamento pode reduzir a produtividade
6	The effect of glare on eye movements when reading	Glimne; Brautaset; Seimyr (2015)	Work	Avaliar o efeito do ofuscamento refletido na tela do computador sobre os movimentos oculares durante a leitura textual.
7	The effects of reflected glare and visual field lighting on computer vision syndrome	Lin et al., (2019)	Clinical and Experimental Optometry	Investigar os efeitos do ofuscamento refletido e iluminação do campo visual na síndrome da visão computacional.

Fonte: o autor.

Figura 10 - Aspectos metodológicos das pesquisas sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual.

Artigo	Pesquisa experimental	Apresenta dados quantitativos	Instrumentos para a coleta de dados quantitativos	Atividade visual tarefa prescrita	Variável dependente analisada quantitativamente	Variável independente
1	Não	Não	Não utiliza	Não houve	Não houve	Não houve
2	Sim	Sim	Automated Readability Index (ARI). Monitoramento em tempo real da legibilidade	Leitura de texto	Tempo de leitura e acertos no reconhecimento da informação visual	Interface com ofuscamento e interface sem ofuscamento
3	Sim	Sim	Baqi HK-102A (contador que registra quando o alvo visual é encontrado)	Busca por cartas	Tempo de busca e precisão visual	Níveis de iluminância
4	Sim	Sim	Contador acionado por botão ao reconhecer o estímulo visual	Deteção de estímulos visuais (setas) no campo visual central e periférico em cenas virtuais	Deteção de estímulo visual pré-determinado	Aparição temporária de ofuscamento
5	Sim	Sim	LabVIEW7, National Instruments. Programa que registra o tempo e a precisão dos clicks do mouse	Tarefas comuns, como uso da Internet, entrada de dados ou leitura de texto	Produtividade por meio de número de clicks do mouse	Interface com ofuscamento e interface sem ofuscamento
6	Sim	Sim	Rastreamento dos movimentos oculares (<i>eye tracker</i>)	Leitura textual	Tempo de leitura	Interface com ofuscamento e interface sem ofuscamento
7	Sim	Sim	Questionário sobre desempenho visual	Jogos interativos, vídeos, digitação, testes de compreensão de leitura e exercícios de interpretação de gráficos	Não houve	Não houve

Fonte: o autor.

Figura 11 - Resultados das pesquisas sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual.

Artigo	Evidencia quantitativamente o efeito do ofuscamento refletido sobre o desempenho da atividade visual discriminativa	Evidencia quantitativamente o efeito do ofuscamento refletido sobre o desempenho temporal da atividade visual
1	Não	Não
2	Nao	Sim
3	Não	Sim
4	Sim	Não
5	Não	Não
6	Não	Sim
7	Não	Não

Fonte: o autor.

DISCUSSÃO

Sobre a abrangência das pesquisas experimentais sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual observamos que elas são pouco expressivas em quantidade (apenas seis). Observamos também que há uma descontinuidade da produção do conhecimento ao longo do tempo, a qual apresenta recentemente determinada retomada e um período de maior interesse pelo tema.

Das sete pesquisas encontradas, três foram publicadas em periódicos na área da oftalmologia, a *Acta Ophthalmologica*, a *Optometry and Vision Science* e a *Clinical and Experimental Optometry*. Três pesquisas foram publicadas em periódicos na área da ergonomia, *Appllied Ergonomics*, *Human Factors* e *Work* e uma na *Displays*, a qual abrange a pesquisa e desenvolvimento de tecnologia de exibição e inclui aspectos ergonômicos. Apesar dos efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual ser uma temática de abordagem multiprofissional, nota-se que a abrangência da publicação da produção científica é restrita as áreas da oftalmologia e ergonomia.

Entre os autores das pesquisas encontradas, apenas um publicou pela segunda vez sobre o tema, em 2010 e 2019, mesmo assim há um grande intervalo entre as publicações. Essa descontinuidade da pesquisa por autor, a qual também é mostrada pelo intervalo de dez anos entre as publicações do único autor que volta a publicar sobre o tema, pode ser considerada como um indicador de que abrangência da produção do conhecimento sobre o tema apresenta descontinuidades.

Quanto aos objetivos das pesquisas experimentais, eles mostram que apenas quatro delas (pesquisas 2, 3, 5 e 6) foram desenvolvidas com foco central na investigação dos efeitos do ofuscamento refletido sobre o desempenho visual. As outras duas (pesquisas 4 e 7), apresentam análises importantes sobre o desempenho visual sob efeito de ofuscamentos reflexivo em interfaces digitais, porém utilizadas como formas para investigar os efeitos do uso de tratamentos antirreflexo para dispositivos de leitura de papel eletrônico e os efeitos do ofuscamento refletido na síndrome da visão computacional respectivamente.

A seguir são discutidos os aspectos metodológicos e resultados das pesquisas experimentais envolvendo análises do desempenho visual sob efeito de ofuscamentos reflexivos gerados em interfaces digitais em interação com a iluminação do ambiente.

Conforme Lampi (1984), ofuscamentos reflexivos gerados em interfaces digitais em interação com a iluminação do ambiente podem diminuir a velocidade de leitura. Entretanto, o autor faz essa colocação sem a aplicação de um experimento e apresentação de dados quantitativos. A análise do desempenho visual de indivíduos expostos ao ofuscamento por reflexão em uma interface digital demonstrou experimentalmente que o ofuscamento aumenta o tempo de leitura (GARCIAI; WIERWILLE, 1985).

O resultado de uma pesquisa com o objetivo de investigar o uso de tratamentos antirreflexo para dispositivos de leitura de papel eletrônico evidência o efeito deficitário do ofuscamento refletido sobre o desempenho temporal da atividade visual, porém sem efeito sobre a capacidade discriminativa (LIN et al., 2009). As análises foram feitas por meio do tempo e precisão da busca por cartas. Esses pesquisadores também realizaram análises por meio da precisão de busca e capacidade discriminativa de letras em pseudotextos, ou seja, textos sem conteúdo semântico. Metodologicamente, a escolha da leitura textual como tarefa da condição experimental pode não ser uma boa estratégia, pois ela envolve elementos semânticos e gramaticais, os quais exigem processos cognitivos mais complexos. Esses elementos podem influenciar o tempo de busca visual, fato identificado por meio dos movimentos oculares (BOYCE; POLLATSEK, 1992; RAYNER, 1998; STARR; RAYNER, 2001). Exemplos da influência dos aspectos do conteúdo de observação visual sobre o desempenho temporal dos movimentos oculares são apresentados na Figura 12.

Figura 12 - Duração média dos movimentos sacádicos e fixações segundo a tarefa executada.

<i>Task</i>	<i>Mean fixation duration (ms)</i>	<i>Mean saccade size (degrees)</i>
<i>Silent Reading</i>	225	2 (about 8 letters)
<i>Oral Reading</i>	275	1,5 (about 6 letters)
<i>Visual search</i>	275	3
<i>Scene perception</i>	330	4
<i>Music Reading</i>	375	1
<i>Typing</i>	400	1 (about 4 letters)

Fonte: Rayner (1998).

A pesquisa realizada por meio da simulação virtual da condição de ofuscamento refletido em uma interface digital mostra que seus efeitos causam déficit no desempenho visual periférico (HUANG; MENOZZI, 2014). Nessa pesquisa, enquanto os participantes realizavam a tarefa de observação visual para o reconhecimento de setas que surgiam aleatoriamente, um quadro branco com uma luminância de $25 \text{ cd} / \text{m}^2$ era exibido durante 200 milissegundos (ms) para simular o ofuscamento refletido na interface digital. Os autores concluem que esse método possibilita realizar experimentos sobre os efeitos do ofuscamento refletido sobre o desempenho humano, embora o nível de luminância gerado em tais sistemas de exibição seja muito inferior ao nível de luminância de uma fonte real de ofuscamento.

O efeito do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual também foi evidenciado na pesquisa de Ko et al. (2014). Nessa pesquisa os participantes realizaram buscas visuais, as quais foram analisadas por um programa personalizado (*LabVIEW7*, *National Instruments*), o qual também gerou a ordem experimental aleatória, o tempo de teste controlado, as imagens da tarefa e registrou as respostas do questionário. O ofuscamento central na interface do computador foi gerado por uma luminária. A luminância da área de ofuscamento foi de 188 cd/m^2 .

A pesquisa realizada com grupos de indivíduos em condições ambientais com e sem exposição ao ofuscamento refletido em interfaces digitais evidenciou que o ofuscamento tem efeito significativamente deficitário sobre o desempenho visual (LIN et al., 2019). Nesse experimento, os participantes realizaram por duas horas diversos tipos de tarefas visuais (jogos interativos, vídeos, digitação, testes de compreensão de leitura e exercícios de interpretação de gráficos) e responderam um questionário sobre desempenho visual. O *score* do questionário foi analisado estatisticamente. Importante

observar que o desempenho visual foi analisado indiretamente. Métodos dessa natureza podem gerar questionamentos sobre a fidedignidade dos resultados, considerando que o desempenho visual é determinado somente pelas capacidades do sistema visual, enquanto que, aspectos como o conforto visual estão relacionados às percepções e expectativas das pessoas (IESNA, 2000). “O desempenho visual é o desempenho do sistema visual humano medido com, por exemplo, a velocidade e a precisão da execução de uma tarefa visual” (ZALESINSKA, 2018).

Um aspecto que deve ser considerado em pesquisas sobre os efeitos do ofuscamento é a intensidade da luminância. Existem apontamentos de que o ofuscamento desconfortável não afeta o desempenho visual (IESNA, 2000), ou que não necessariamente afetam o desempenho visual (WOLSKA; SAWICKI, 2014). Importante observar, que esses apontamentos, em seus textos originais não citam referências ou apresentam evidências experimentais. Entre as pesquisas encontradas em nossa busca, apenas duas apresentavam os valores da luminância na condição experimental, medidas em 25 cd / m² (HUANG; MENOZZI, 2014) e 188 cd/m² (KO et al., 2014).

A investigação quantitativa sobre os efeitos do ofuscamento desconfortável, causado por luminárias no campo visual demonstrou que não houve efeito significativo do ofuscamento direto sobre o desempenho visual, analisado por meio do tempo de leitura de caracteres gráficos (C de Landolt) e do número de erros e acertos no seu reconhecimento (WOLSKA; SAWICKI, 2014). Cada participante realizou a tarefa durante uma hora e um programa de computador foi utilizado para registrar o tempo de leitura e os erros de reconhecimento dos caracteres.

A pesquisa Glimne; Brautaset; Seimyr (2015) analisou o efeito do ofuscamento refletido na tela do computador sobre o tempo de leitura textual e observaram que, quanto maior fosse a adversidade causada pelo ofuscamento, mais lenta era a velocidade de leitura em decorrência da necessidade de maior tempo de duração das fixações oculares para a aquisição da informação. Destaca-se nessa pesquisa o alcance de evidências quantitativas que, além de mostrar o déficit temporal da atividade visual, também explica o porquê ele ocorre.

A necessidade de resultados com evidências científicas com maiores especificidades sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o

desempenho da atividade visual é uma observação encontrada na literatura desde há muito tempo (GARCIAI; WIERWILLE, 1985) e (ZAFAR et al., 2012). Entretanto, apesar de toda a abordagem científica e do advento tecnológico contemporâneo, essa necessidade ainda não foi suprida conforme os resultados que apresentamos neste artigo.

CONCLUSÕES

Observamos na literatura que pouco foi produzido experimentalmente sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual. Também foi observado que há uma descontinuidade da produção do conhecimento ao longo do tempo. Recentemente, apesar de ainda ser pouco expressiva em quantidade, a produção do conhecimento parece tender a se preocupar novamente com análises quantitativas sobre os efeitos do ofuscamento refletido sobre o desempenho da atividade visual. Dessa vez, as pesquisas não focam apenas em análises sobre a eficiência temporal, mas também sobre a eficiência discriminativa.

Apesar da afirmativa de que o ofuscamento refletido em interfaces digitais pode ter efeito sobre o desempenho visual ser consensual na literatura, ainda são poucas as pesquisas que abordam o tema quantitativamente. Consideramos que evidências quantitativas são contribuições imprescindíveis para que diretrizes ergonômicas possam ser fundamentadas com maior consistência, mostrando quais são os efeitos sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual.

No sentido de preencher essa lacuna científica em ergonomia julgamos relevantes abordagens de pesquisa envolvendo variáveis que talvez possam influenciar os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual, tais como: o efeito agudo da exposição ao ofuscamento refletido sobre o desempenho visual e como ele se manifesta ao longo do tempo de exposição contínua; e quais são as influências da disposição (horizontal ou vertical) da área de ofuscamento na interface digital. Também consideramos relevantes abordagens envolvendo aspectos sobre como esses efeitos atuam ao nível do corpo, de modo a interferir no desempenho visual, tais como: se o déficit temporal é causado por fixações oculares mais morosas para a extração da informação ou por movimentos oculares (sacadas regressivas) em busca de conferir a informação já visualizada; e qual a possibilidade do déficit do desempenho

visual estar relacionado à execução de movimentos corporais (da cabeça e tronco) em busca de uma melhor condição visual.

Métodos baseados no rastreamento dos movimentos oculares e no reconhecimento de caracteres gráficos são promissores para a pesquisa sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho da atividade visual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOYCE, S. J.; POLLATSEK, A. Identification in objects in scenes: the role of scene background in object naming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, v. 18, n. 3, p.531-543, 1992.

GARCIAI, Kathy Dugas; WIERWILLE, Walter W. Effect of Glare on Performance of a VDT Reading-Comprehension Task. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, v. 27, n. 2, p.163-173, 1985.

GLIMNE, Susanne; BRAUTASET, Rune; SEIMYR, G Öqvist. The effect of glare on eye movements when reading. **Work**, v. 50, n. 2, p.213-220, 2015.

HUANG, Ying-yin; MENOZZI, Marino. Effects of discomfort glare on performance in attending peripheral visual information in displays. **Displays**, v. 35, n. 5, p.240-246, 2014.

IESNA. **The IESNA: Lighting Handbook**. 9. ed. New York: Illuminating Engineering, 2000. 100 p.

KO, Peiyi et al. Effect of font size and glare on computer tasks in young and older adults. **Optometry And Vision Science**, v. 91, n. 6, p.682-689, 2014.

LAMPI, Eino. The sources of light and lighting at work. **Acta Ophthalmologica**, v. 62, n. 161, p.66-83, 1984.

LIN, Chao Wen et al. The effects of reflected glare and visual field lighting on computer vision syndrome. **Clinical And Experimental Optometry**, v. 102, n. 3, p.327-345, 2019.

LIN, Yu-ting et al. Investigation of legibility and visual fatigue for simulated flexible electronic paper under various surface treatments and ambient illumination conditions. **Applied Ergonomics**, v. 40, n. 5, p.922-928, 2009.

LORUSSO, Thomas P.; HEDGE, Alan; MIDDENDORF, Sharon. Do Anti-Glare Filters Help Computer Users in Offices? **Proceedings Of The Human Factors And Ergonomics Society Annual Meeting**, n. 45, n. 10, p.786-790, 2001.

PARIHAR, Maj Gen J.k.s. et al. Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTS). **Medical Journal Armed Forces India**, v. 72, n. 3, p.270-276, 2016.

PORCAR, Esteban; PONS, Alvaro M.; LORENTE, Amalia. Visual and ocular effects from the use of flat-panel displays. **International Journal Of Ophthalmology**, v. 9, n.6, p.881-885, 2016.

RAYNER, K. Eye movements in reading and information processing: 20years of research. *Psychological Bulletin*, v. 124, n. 3, p.372-422, 1998.

STARR, Matthew S.; RAYNER, Keith. Eye movements during reading: some current controversies. **Trends In Cognitive Sciences**, v. 5, n. 4, p.156-163, 2001.

SUMMERS, Angela June. Lighting and the Office Environment: A Review. **Australian Journal Of Physiotherapy**, v. 35, n. 1, p.15-24, 1989.

WOLSKA, Agnieszka; SAWICKI, Dariusz. Evaluation of discomfort glare in the 50+ elderly: experimental study. **International Journal Of Occupational Medicine And Environmental Health**, v. 27, n. 3, p.444-459, 2014.

ZAFAR, Fahad et al. Visual methods for determining ambient illumination conditions when viewing medical images in mobile display devices. **Journal Of The Society For Information Display**, v. 20, n. 3, p.124-132, 2012.

ZALESINSKA, Malgorzata. The impact of the luminance, size and location of LED billboards on drivers' visual performance: Laboratory tests. **Accident Analysis & Prevention**, v. 117, n. 1, p.439-448, 2018.

CAPÍTULO 6

Métodos detalhados comuns às pesquisas experimentais

6 MÉTODOS DETALHADOS COMUNS ÀS PESQUISAS EXPERIMENTAIS

Esse capítulo contém elementos metodológicos (exceto análise de dados) detalhados comum às pesquisas experimentais apresentadas nos capítulos sete e oito. Os artigos que compõem esses capítulos também apresentam esses elementos metodológicos, porém adequados ao formato de um artigo.

Optamos por esse capítulo para não deixar que faltassem na tese detalhes quanto aos métodos utilizados nas pesquisas experimentais.

Nesse capítulo, também são apresentados alguns aspectos metodológicos referentes à pesquisa inicial, realizada no mestrado, na qual investigamos, com a mesma abordagem, os efeitos do ofuscamento refletido disposto horizontalmente na interface digital. A reapresentação dessas informações é relevante para uma clara diferenciação e compreensão das condições experimentais com ofuscamento horizontal e com ofuscamento vertical, já que os resultados dessas duas condições são correlacionados e discutidos ao longo dessa tese. Também confere relevância à reapresentação dessas informações o fato de os aspectos metodológicos das duas condições experimentais estarem intrinsicamente ligados, já que os dados das duas pesquisas são provenientes da mesma coleta de dados.

6.1 ASPECTOS ÉTICOS

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Humanos da Faculdade de Filosofia e Ciências (FFC) UNESP, parecer número 702/2013, APÊNDICE B.

Os voluntários foram instruídos quanto a sua participação voluntária na pesquisa, leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, APÊNDICE A, conforme estabelece a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, que trata o Código de Ética para Pesquisa em Seres Humanos.

6.2 SUJEITOS DA PESQUISA

Os critérios de inclusão na amostra foram:

1. Não usar óculos. O uso de óculos comprometeria a confiabilidade dos dados devido à lente do *eye tracker*, a qual projeta os raios infravermelhos ao olho ser afetada por reflexos causados pela sua interação com a iluminação do ambiente, com a lente dos óculos e com a interface digital.

2. Não apresentar déficit visual, exceto quando corrigido com o uso de lentes de contato. Entretanto nenhum participante usava lentes de contato.
3. Não ter diagnóstico clínico de disfunção, distúrbio ou doença que possa comprometer a leitura e reconhecimento de caracteres gráficos, bem como seu direcionamento (direita, esquerda, para cima e para baixo).

A pesquisa foi realizada com dados de 20 participantes, 13 homens e 7 mulheres com idades entre 18 e 23 anos ($M = 20,2$ anos; $DP = 2,14$).

Também participaram da coleta de dados outros 12 indivíduos. Porém, os dados de 2 desses participantes foram descartados devido à adoção de posturas corporais que levaram à perda dos parâmetros de calibração do *eye tracker*. Os dados dos outros 10 participantes foram descartados devido à perda do rastreamento ocular, fato relacionado a fatores como a anatomia ocular, características étnicas determinantes do tamanho e abertura dos olhos e o tamanho e posição dos cílios oculares.

6.3 LOCAL

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Informação, Visão e Ação (LIVIA), do Departamento de Educação Física da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de Bauru - SP.

6.4 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

1. *Eye-tracker* modelo *H6* da marca *Applied Science Laboratories (ASL)* (<http://apps.usd.edu/coglab/schieber/docs/ASL6-CU.pdf>), Figura 13. Esse é um dispositivo monocular, com acurácia do ângulo visual de meio grau ($0,5^\circ$) e taxa de amostragem das câmeras de 60 Hz.

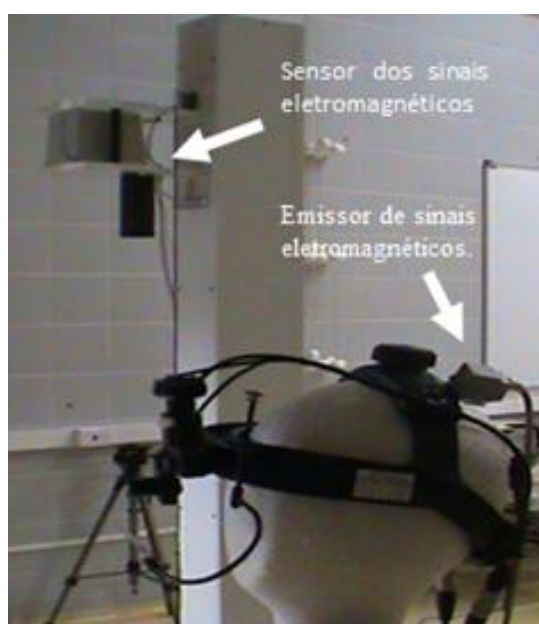
Figura 13 - Eye tracker.



Fonte: foto do autor.

2. *Head-tracker* marca *Ascension* modelo *Flock of Birds* (<http://apps.usd.edu/coglab/schieber/docs/ASL6-CU.pdf>), composto por unidade de controle, emissor e receptor de sinais eletromagnéticos, Figura 14. O emissor de sinais eletromagnético foi acoplado à sustentação pela qual a parte óptica do *eye tracker* se prende a cabeça e o sensor dos sinais eletromagnéticos foi posicionado logo atrás da cadeira utilizada pelos participantes. O *head-tracker* operou integrado ao *eye tracker* por meio de uma opção do sistema no modo *eye tracker integration (EHI)* no software do sistema.

Figura 14 – Head tracker.



Fonte: foto do autor.

3. *Tablet* marca *Apple* modelo *iPad 2 64GB wi-fi*, com tela de 9,7 polegadas. Também foi utilizado um suporte da mesma marca para manter o *tablet* em 30° de inclinação em relação à superfície utilizada.
4. Sistema de iluminação desenvolvido para gerar o ofuscamento por reflexão em interação com a interface do *tablet*. Esse sistema era composto por tripé com ajustes de altura, adaptado para a sustentação de uma luminária com 1,23 cm de comprimento e 22 cm de largura, que comporta duas lâmpadas fluorescentes da marca *Philips*, branca *comfort 3G*, TL-D 32 W/64RS, Figura 15.

Figura 15 - Sistema de iluminação e conjunto mesa-cadeira.



Fonte: foto do autor.

5. Mesa com superfície horizontal, Figura 15. Dimensões em centímetros: 1,30 x 59,5 x 75 (largura x profundidade x altura).
6. Cadeira, sem qualquer tipo de regulagem, com encosto em 90° em relação ao assento horizontal, Figura 15. Dimensões em centímetros: 37 x 35,5 x 45 (largura x profundidade x altura). O encosto da cadeira privilegia a região torácica e tem forma retangular com 37 cm de largura e 19 cm de altura. A altura da extremidade superior do encosto em relação ao solo é de 86 cm e em relação ao assento é de 23 cm.
7. Luxímetro marca Lutron modelo LX-101 (<http://www.sunwe.com.tw/lutron/LX-101eop.pdf>) calibrado, Figura 16.

Figura 16 - Luxímetro.



Fonte: foto do autor.

8. Luminômetro digital portátil marca Konika Minolta, modelo LS-110 (https://www.konicaminolta.com/instruments/download/instruction_manual/light/pdf/ls-100-110_instruction_eng.pdf) calibrado, Figura 17.

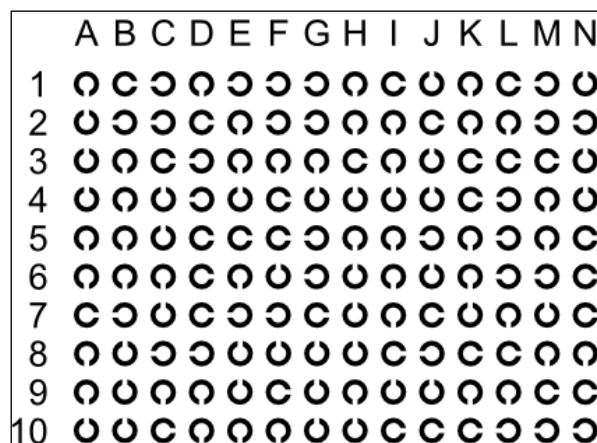
Figura 17 - Luminômetro.



Fonte: foto do autor.

9. Tarefa prescrita apresentada na tela do *tablet* com 140 caracteres gráficos dispostos em dez linhas (numeradas de 1 a 10) e quatorze colunas (demarcadas de A a N), na cor preta sobre o fundo branco, Figura 18. Os caracteres são optótipos, ou seja, símbolos padronizados para testes, que nesta adaptação são representados pelo “C” de Landolt, originalmente utilizado para testes de acuidade visual.

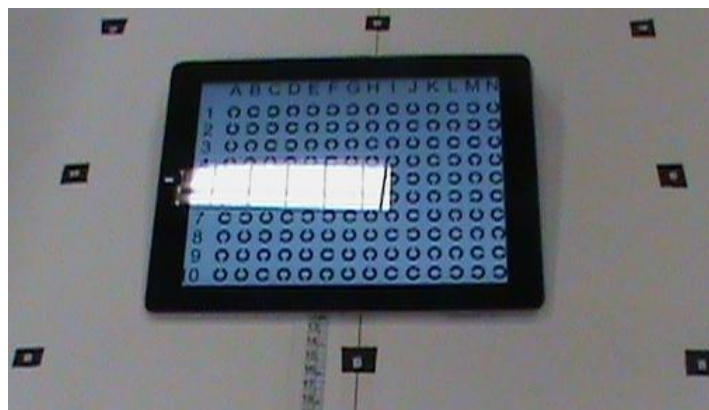
Figura 18 - Tarefa prescrita.



Fonte: foto do autor.

10. Fita métrica fixada na superfície da mesa, de modo a estabelecer uma escala (de 0 a 30 cm) para a localização espacial do *tablet* dentro da área de calibração dos instrumentos de coleta de dados, Figura 19.

Figura 19 - Escala de localização espacial do tablet na área de calibração dos instrumentos de coleta de dados.



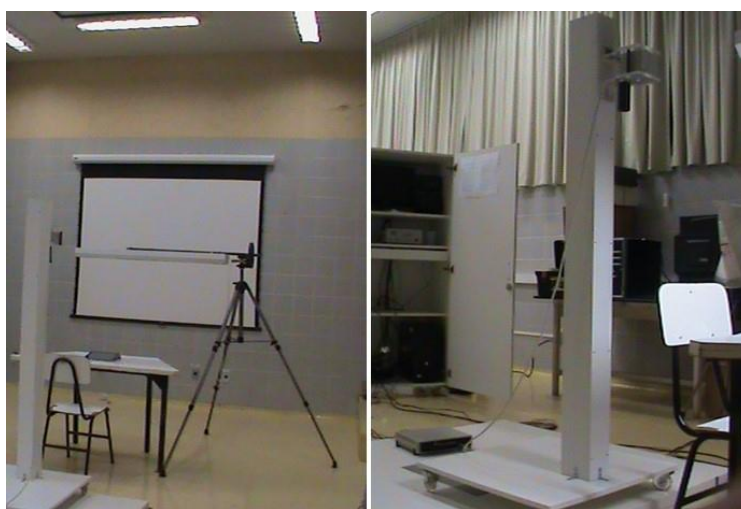
Fonte: foto do autor.

11. Câmera filmadora da marca *Sony* modelo DCR-SR68 utilizada para os registros audiovisuais durante as coletas de dados.
12. Microsoft Excel para o tratamento dos dados.
13. Pacote *MATLAB* (*MATrix LABoratory* da *Mathworks*, (<http://www.mathworks.com/products/matlab.html>) para processamento dos dados medidos com os instrumentos dos itens 1 e 2.

6.5 DESCRIÇÃO DO LABORATÓRIO

O conjunto mesa-cadeira foi posicionado e mantido durante os experimentos sobre pontos predeterminados marcados no chão. O centro da cadeira foi alinhado ao centro da mesa. A distância entre o encosto da cadeira e a borda frontal da mesa foi de 41 cm centímetros. Atrás da cadeira, a uma distância de 80 centímetros foi posicionado o transmissor de sinais eletromagnéticos do *head tracker*, Figura 20, o qual rastreava os movimentos da cabeça por meio da posição e orientação relativa do sensor acoplado à sustentação pela qual a parte óptica do *eye tracker* se prende a cabeça.

Figura 20 – Localização do transmissor de sinais eletromagnéticos do head tracker.



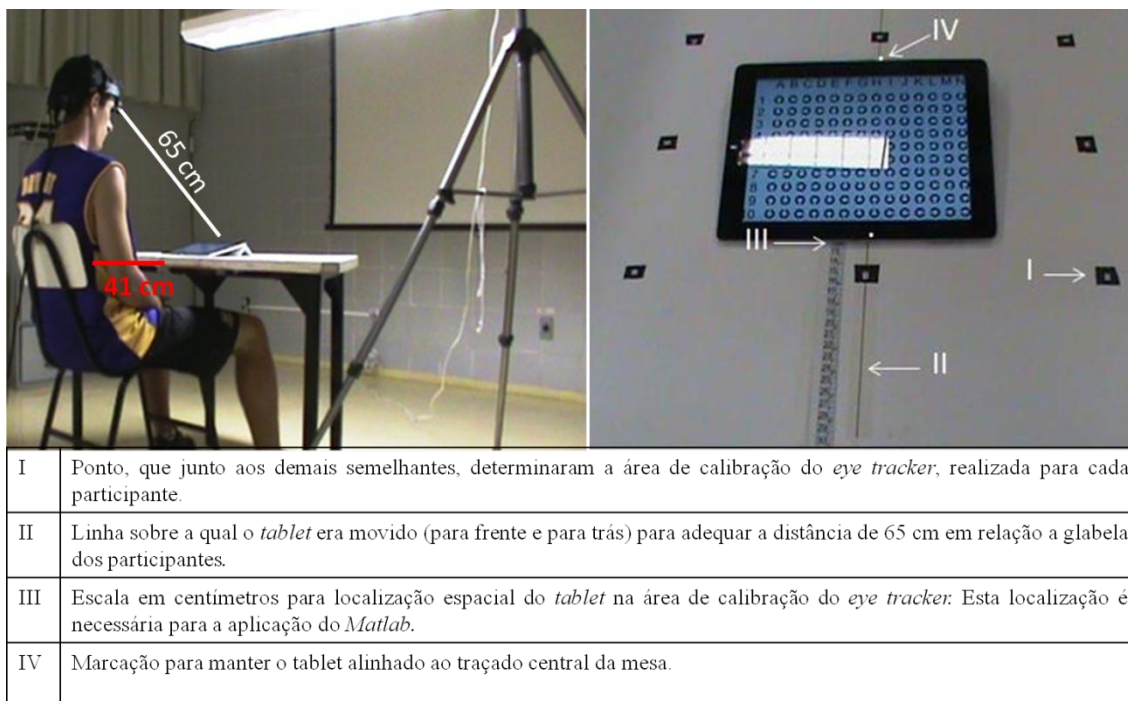
Fonte: foto do autor.

O *tablet* foi posicionado no centro da mesa e por meio de um suporte foi mantido com inclinação de 30°. Na postura inicial do experimento, a distância do acesso visual dos participantes à interface do *tablet* foi padronizada em 65 centímetros. Essa medição foi realizada por meio de uma linha com 65 cm de comprimento, utilizada para estabelecer a distância entre a glabella¹ dos participantes e o ponto marcado no centro da borda superior do *tablet*. Uma linha foi traçada no centro da mesa, sobre a qual o *tablet* era movido para frente e para trás para posicioná-lo a 65 cm da glabella dos participantes. Ao lado dessa linha traçada na mesa, uma fita métrica foi fixada para a obtenção de uma escala em centímetros sobre o posicionamento do *tablet* dentro da área de calibração dos instrumentos de coleta de dados. A Figura 21, ilustra esses procedimentos. Nessa figura, também é possível observar a grande semelhança entre a área de ofuscamento gerada pela iluminação geral do laboratório, a qual representa uma

¹ Glabella é um ponto de referência anatômica do osso frontal, localizado logo acima da raiz do nariz.

condição natural de uso de dispositivos com interfaces digitais e o reflexo gerado pela iluminação da condição experimental.

Figura 21 - Ilustração do procedimento de medição da distância de observação visual na postura padronizada dos participantes para o início dos experimentos.



Fonte: foto do autor.

Uma luminária e um tripé foram adaptados para compor o sistema móvel de iluminação, o que possibilitou gerar e direcionar o ofuscamento na interface do *tablet*. Por meio desse dispositivo foi possível reproduzir duas condições experimentais distintas pela disposição do ofuscamento gerado na interface do *tablet*. Essas condições experimentais são descritas e ilustradas a seguir:

- 1 - Condição experimental com ofuscamento horizontal - posição horizontal das lâmpadas do sistema de iluminação em relação à interface do *tablet*, de modo a gerar uma faixa de ofuscamento sobre as linhas de leitura 4, 5, 6 e 7, Figura 22.

Figura 22 - Condição experimental com ofuscamento horizontal.

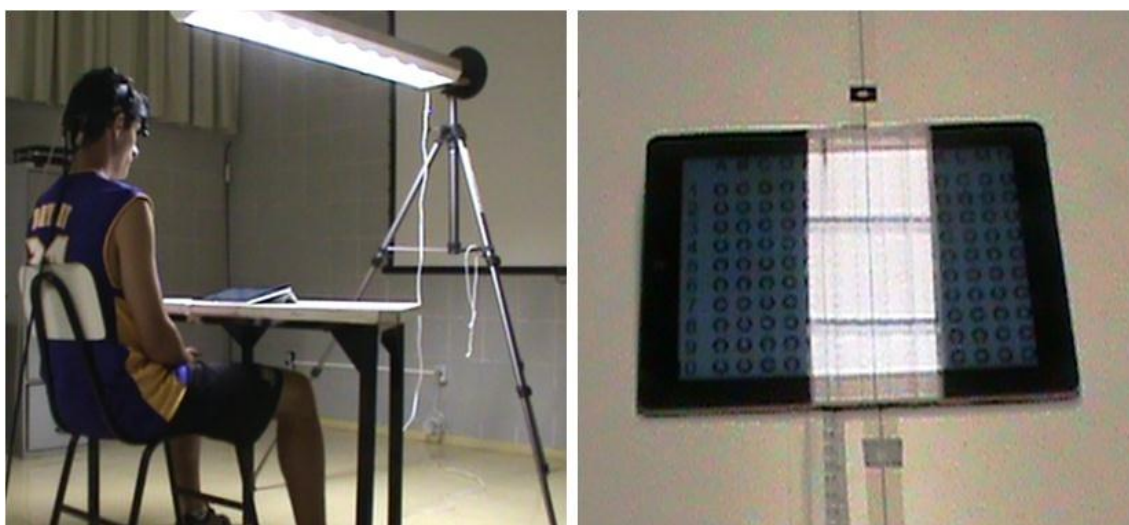


Fonte: foto do autor.

Uma marcação traçada no chão, paralela à cadeira e a 40 centímetros do lado direito da mesma era utilizada como referência para mover o sistema de iluminação para frente e trás em relação ao *tablet*, de modo a direcionar a faixa de ofuscamento sobre as linhas pré-estabelecidas. Dois pés pré-determinados do tripé eram sempre mantidos sobre esse traçado para padronizar os procedimentos.

- 2 - Condição experimental com ofuscamento vertical - posição vertical das lâmpadas do sistema de iluminação em relação à interface do *tablet*, de modo a gerar uma faixa de ofuscamento vertical cobrindo parcialmente todas as linhas de leitura, compreendendo as colunas de optótipos E, F, G, H, I e J, Figura 23.

Figura 23 - Condição experimental com ofuscamento vertical.

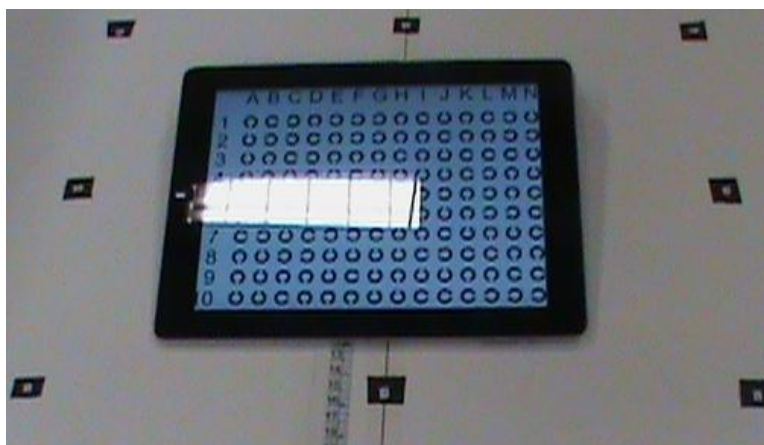


Fonte: foto do autor.

Uma marcação traçada no chão a 64 centímetros a frente da mesa e no plano horizontal em relação aos participantes foi utilizada como referência para mover o sistema de iluminação para os lados (direita e esquerda em relação ao *tablet*), de modo a direcionar a faixa de ofuscamento sobre as colunas de optótipos pré-estabelecidas. Dois pés pré-determinados do tripé eram sempre mantidos sobre esse traçado para padronizar os procedimentos.

A Figura 24 mostra o *tablet* posicionado no local utilizado para as coletas de dados. Porém, o ofuscamento que é observado foi gerado exclusivamente pela exposição da tela a iluminação geral e estritamente artificial do laboratório, ou seja, sem o uso do sistema de iluminação desenvolvido para essa pesquisa. Observa-se grande semelhança entre o ofuscamento gerado pela iluminação geral do laboratório e o ofuscamento gerado na condição experimental.

Figura 24 - Ofuscamento gerado pela iluminação artificial do laboratório.



Fonte: foto do autor.

A luminância do laboratório na condição experimental foi medida em 920 *lux*. A fotocélula do luxímetro foi posicionada sobre a interface do *tablet* para o registro.

A intensidade de luz refletida na interface do *tablet* foi aferida por meio de luminômetro digital portátil. Os registros foram:

- 1 - Entre 397 e 460 cd/m^2 nas áreas da interface sem ofuscamento.
- 2 - 9205 cd/m^2 na área com ofuscamento.

Uma câmera filmadora foi posicionada em um tripé para registrar as coletas de dados.

6.6 ESTUDO PILOTO

O estudo piloto foi realizado com quatro participantes. Nesse estudo foram priorizadas as avaliações sobre: a posição dos componentes da estrutura física do laboratório (conjunto mesa/cadeira, *tablet* e sistema de iluminação) e suas relações com os aspectos antropométricos dos participantes; a manipulação e controle dos materiais e equipamentos de coleta de dados; e a eficácia da aplicação dos equipamentos de coleta de dados (*eye tracker* e *head tracker*) sob a abordagem da nossa pesquisa.

Em relação à estrutura física do laboratório foram determinadas as distâncias entre o conjunto mesa/cadeira e seu posicionamento fixo no laboratório. Foram testadas a funcionalidade e o controle do sistema móvel de iluminação para a geração da faixa de ofuscamento sobre as áreas predeterminadas, o que foi imprescindível para o aprimoramento e desenvolvimento do seu projeto final. Também foram testados e definidos os métodos de medição da distância visual dos participantes em relação ao *tablet*, quando colocados na postura inicial, a qual também foi padronizada.

Sobre a manipulação e controle dos equipamentos de coleta de dados foram avaliadas e definidas as colocações dos pontos de calibração do *eye tracker* sobre a mesa e a sua calibração propriamente dita foi testada em relação à localização do *tablet*, a qual era necessária para cada participante antes do início da coleta de dados. Também foi definido o ponto fixo para o sensor dos sinais eletromagnéticos do *head tracker*, o qual foi posicionado logo atrás da cadeira utilizada pelos participantes, mostrando eficiência no alcance da comunicação com o emissor dos sinais eletromagnéticos do *head tracker*, o qual foi acoplado à sustentação pela qual a parte óptica do *eye tracker* se prende a cabeça dos participantes. Também foi avaliado e definido o ponto de fixação do tripé com a câmera que foi utilizada para os registros dos áudios e vídeos das coletas de dados.

Quanto à eficácia da aplicação dos equipamentos de coleta de dados, foram avaliadas a qualidade dos dados coletados e as reais possibilidades dos métodos para o tratamento e análise desses dados. Dessa forma, foram definidas as estratégias para a identificação dos períodos de observação visual executados em cada uma das áreas da interface do *tablet* (antes, durante e depois do ofuscamento em cada uma das condições experimentais), as quais foram realizadas por meio de programações no *Matlab*, as quais estão descritas detalhadamente na seção métodos.

Apesar de sua notoriedade, consideramos que a realização de um estudo piloto em nossa pesquisa foi imprescindível, em especial, devido à falta de referências na literatura com modelos laboratoriais com características semelhantes, bem como pela falta de referências com a aplicação de equipamentos de coleta de dados (*eye tracker* e *head tracker* com funcionamento integrado e sincronizado) sob a perspectiva de investigação que foi proposta em nossa pesquisa.

6.7 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Nessa seção, também são apresentadas informações referentes à pesquisa inicial, realizada no mestrado. Essas informações não puderam ser dissociadas para a descrição do protocolo experimental, já que as coletas de dados para a pesquisa com ofuscamento horizontal (pesquisa inicial) e com o ofuscamento vertical foram realizadas em conjunto e muitos de seus aspectos estão interligados.

Inicialmente os participantes foram instruídos quanto à forma de apresentação e execução da tarefa prescrita. Essa tarefa foi constituída de observação visual para a identificação e verbalização da direção (direita, esquerda, cima e baixo) para qual o optótipo “C” de Landolt tem uma abertura. A leitura destes caracteres gráficos foi realizada sequencialmente seguindo as linhas de leitura. Essa leitura foi realizada no sentido de direção da leitura da escrita em português do Brasil. Ao início de cada linha de leitura, o número que a antecede também foi pronunciado para o controle experimental (as linhas eram numeradas de 1 a 10). Dessa forma, cada participante realizou a tarefa uma vez em cada uma das duas condições experimentais.

Os participantes também foram orientados a iniciar a tarefa prescrita somente após o comando de voz do pesquisador, a realizá-la continuamente, com seriedade e compromisso como em uma atividade ocupacional e ao término pronunciar a palavra “terminei”. Ainda foram orientados de que não havia tempo pré-determinado para a execução da tarefa e instruídos a assumir livremente a postura corporal habitual ou necessária para a execução da tarefa, desde que se mantivessem sentados e sem movimentar a cadeira, mesa ou o *tablet*.

Durante a colocação e ajuste do *eye tracker*, a iluminação geral do laboratório (estritamente artificial) permaneceu ligada e a iluminação projetada para a pesquisa desligada, de modo a favorecer a calibração do instrumento, necessária para cada participante em função das diferenças de posicionamento das microcâmeras e da anatomia de olhos e cabeças. O *tablet* era posicionado sobre a mesa somente após a

calibração para possibilitar que os pontos marcados na mesa necessários a esse processo fossem visualizados pelo participante.

Com a posição do conjunto mesa-cadeira determinada por pontos marcados no chão e com o *tablet* colocado sobre a mesa com inclinação de 30°, os participantes eram posicionados na postura sentada e utilizando o encosto da cadeira com o ângulo coxofemoral em aproximadamente 90°. Nessa posição, a medição da distância de 65 cm entre a marcação no centro da borda superior do *tablet* e a glabella dos participantes era realizada. Com os participantes ainda nessa posição, o sistema de iluminação projetado para a condição experimental era ligado e a iluminação geral do laboratório desligada. Por meio desse sistema móvel a luminária era movida de modo a gerar uma faixa de ofuscamento sobre a área pré-determinada da interface. Esse procedimento era realizado sob a perspectiva visual do participante, o qual relatava a localização do ofuscamento por meio dos números das respectivas linhas na condição com ofuscamento horizontal e por meio das letras correspondentes as colunas na condição com ofuscamento vertical. Essa área, na condição experimental com ofuscamento horizontal correspondia às linhas 4, 5, 6 e 7 e na condição com ofuscamento vertical correspondia ao espaço compreendido entre às colunas E, F, G, H, I e J. Entretanto, para alguns participantes não foi possível projetar exatamente a faixa de ofuscamento sobre essas áreas pré-determinadas da interface digital, fato que acreditamos ser decorrente das relações entre a estatura física desses participantes, rigidez da padronização da postura inicial, o tamanho e posicionamento da interface digital com e as dimensões do sistema móvel de iluminação da condição experimental e de suas limitações de mobilidade estabelecidas no protocolo experimental. Nesses casos, foram realizadas anotações referentes às linhas e colunas sobre as quais os participantes visualizavam a faixa de ofuscamento. Figura 25 e uma variável foi criada na rotina do *matlab* para determinar nessas linhas de leitura as áreas correspondentes à antes, durante e depois do ofuscamento.

Figura 25 - Perspectiva visual dos participantes que observaram o ofuscamento fora das áreas pré-determinadas. Os campos preenchidos com linhas pontilhadas indicam que o ofuscamento não foi visualizado fora da área pré-determinada.

Número do participante	Condição com ofuscamento horizontal: visualizou o ofuscamento sobre as linhas	Condição com ofuscamento vertical: visualizou o ofuscamento sobre as colunas
16	4 a 8	-----
17	4 a 8	-----
18	-----	E a I
20	4 a 8	E a I
24	3 a 8	-----
27	4 a 8	E a I
30	-----	E a I
31	-----	E a I

Fonte: o autor.

Após estes procedimentos os instrumentos de coleta de dados (*eye tracker* e *head tracker*) e a câmera filmadora eram ligados e então os participantes iniciavam a tarefa seguindo as orientações sob o comando de voz do pesquisador “olhe no número 10, começa”. O número 10 da última linha da tarefa foi determinado como ponto inicial do olhar dos participantes. Ao término da tarefa os participantes pronunciavam a expressão “terminei”.

Em tempo real, um dos pesquisadores acompanhou a verbalização da direção dos optótipos para marcar em uma cópia impressa da tarefa os que eventualmente fossem reconhecidos erroneamente. Desta forma, foi possível realizar a conferência posterior por meio dos registros audiovisuais do experimento.

Para a coleta de dados na outra condição experimental procedeu-se da seguinte maneira: os participantes ainda portando os equipamentos de coleta de dados eram reposicionados na postura corporal inicial do experimento e o sistema móvel de iluminação era redirecionado quanto ao sentido (horizontal ou vertical) da luminária em relação à interface do *tablet*. Os procedimentos da primeira condição experimental eram repetidos quanto ao direcionamento do ofuscamento refletido sobre a área pré-definida da interface, comando de voz para o início da tarefa, anotação dos eventuais erros e indicação do fim da tarefa pelo participante.

Para maior controle experimental sobre condições tendenciosas, a primeira coleta de dados iniciou-se com a condição experimental com ofuscamento horizontal e a

segunda pela condição experimental com ofuscamento vertical. Essa alternância foi mantida durante toda a coleta de dados.

Até esse ponto, os procedimentos metodológicos, que incluem tratamento de dados e análise estatística, não são mais comuns aos dois artigos experimentais apresentados a seguir nos capítulos sete e oito. Portanto, a continuidade dos procedimentos metodológicos é apresentada nos artigos, conforme suas peculiaridades.

CAPÍTULO 7

Efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre a
cinemática dos movimentos da cabeça

7 – EFEITOS DO OFUSCAMENTO REFLETIDO EM INTERFACES DIGITAIS SOBRE A CINEMÁTICA DOS MOVIMENTOS DA CABEÇA

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi investigar quantitativamente os efeitos do ofuscamento refletido, disposto verticalmente em interfaces digitais, sobre a cinemática dos movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual. Também foi estabelecido como objetivo analisar e discutir os resultados em relação aos obtidos em nossa pesquisa anterior, desenvolvida no mestrado, na qual investigamos com a mesma abordagem os efeitos do ofuscamento refletido disposto horizontalmente na interface digital. Nesse sentido, evidências quantitativas ainda são necessárias para especificar esses efeitos. A pesquisa foi realizada com 20 participantes. No experimento eles realizaram a leitura de caracteres gráficos apresentados em um *tablet* com uma faixa de ofuscamento vertical no centro de sua interface, gerando áreas com e sem ofuscamento. Os dados foram coletados por meio de um *eye tracker* e um *head tracker* com funcionamento integrado e sincronizado. Portanto, foi possível distinguir e correlacionar os movimentos da cabeça executados para a leitura nas áreas com e sem ofuscamento da interface digital. Os resultados mostram que houve efeito significativo do ofuscamento refletido, disposto verticalmente na interface digital, sobre os movimentos da cabeça e também detalham suas direções e amplitudes nos eixos de movimento e ângulos de rotação. Esses resultados corroboram com a literatura e com os resultados obtidos em nossa pesquisa anterior, realizada com a área de ofuscamento disposta horizontalmente na interface digital. Concluímos que o ofuscamento refletido em interfaces digitais pode ter efeito sobre os movimentos da cabeça e que a disposição da área de ofuscamento é um fator determinante da magnitude desses efeitos. A integração dos resultados, envolvendo o sentido de direção (horizontal e vertical) da área de ofuscamento a visão é uma contribuição importante para a formulação de diretrizes mais amplas acerca dos efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça.

Palavras Chave: Biomecânica, Ergoftalmologia, Ergonomia, Ofuscamento, Visão e postura

ABSTRACT

The objective of this research was to quantitatively investigate the effects of reflected glare, arranged vertically in digital interfaces, on head movements in search of a better visual condition. It was also established as an objective to analyze and discuss the results in relation to those obtained in our previous research, developed in the master's degree, in which we investigated with the same approach the effects of reflected glare arranged horizontally in the digital interface. In this sense, quantitative evidence is still needed to specify these effects. The survey was conducted with 20 participants. In the experiment they read the graphic characters presented on a tablet, with a vertical glare band in the center of its interface, generating areas with and without glare. The data were collected using an eye tracker and a head tracker with integrated and synchronized operation. Therefore, it was possible to distinguish and correlate the head movements performed for reading in areas with and without glare from the digital interface. The results show that there was a significant effect of the reflected glare, disposed vertically in the digital interface, on the head movements and also detail their

directions and amplitudes in the movement axes and rotation angles. These results corroborate with the literature and with the results obtained in our previous research, carried out with the area of glare disposed horizontally on the digital interface. We conclude that the reflected glare in digital interfaces can have an effect on head movements and that the layout of the glare area is a determining factor of the magnitude of these effects. The integration of results, involving the direction of direction (horizontal and vertical) of the area of glare is an important contribution to the formulation of broader guidelines on the effects of glare reflected in digital interfaces on head movements.

Keywords: Biomechanics, Ergophthalmology, Ergonomics, Glare, Vision and posture

INTRODUÇÃO

Com a popularização do uso dos computadores em ambientes de trabalho, iniciada nos Estados Unidos da América na década de 1980, pouca atenção foi dada ao design ergonômico desse novo modelo de ambiente ocupacional e como consequência, ao longo da década de 1990 ocorreu um aumento dos distúrbios osteomusculares (HEDGE et al., 2011). Desde então, além dos esforços voltados a saúde ocupacional, aprimorar outros diversos fatores relacionados às interações humano-computador, em conjunto com as condições ambientais, também se tornou uma necessidade contínua aos aspectos projetuais e de uso de dispositivos computacionais, bem como para o projeto dos ambientes onde serão utilizados. Nesse sentido, muitas contribuições foram geradas entre os domínios da Ergonomia.

Sob a perspectiva da ergonomia física, as interações humano-computador também podem ser influenciadas por condições ambientais, como a iluminação, podendo comprometer o desempenho visual e a postura corporal. Na literatura, a afirmativa de que o ofuscamento refletido em interfaces digitais pode ter efeito sobre os movimentos corporais em busca de uma melhor condição visual é encontrada desde há muito tempo (LAMPI, 1984), até a contemporaneidade (MORK; BRUENECH; THORUD, 2018). Entretanto, observamos que ainda faltam evidências experimentais e quantitativas capazes de explicar detalhadamente esses efeitos.

As interações humanas com dispositivos com interfaces digitais ocorrem com grande frequência no cotidiano contemporâneo (PARIHAR et al., 2016) e (PORCAR; PONS e LORENTE; 2016), e a exposição a ofuscamentos reflexivos nessas interfaces em interação com a iluminação do ambiente, também é muito frequente (PORCAR; PONS; LORENTE, 2016). Portanto, evidências científicas detalhadas sobre os efeitos desse fenômeno sobre os movimentos da cabeça são relevantes para que parâmetros

ergonômicos de uso possam ser estabelecidos, bem como para o projeto de produtos e ambientes.

Nesse contexto, o objetivo da presente pesquisa foi investigar quantitativamente os efeitos do ofuscamento refletido, disposto verticalmente em interfaces digitais, sobre a cinemática dos movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual. Também foi estabelecido como objetivo analisar e discutir os resultados em relação aos obtidos em nossa pesquisa anterior, na qual investigamos com a mesma abordagem os efeitos do ofuscamento refletido disposto horizontalmente em interfaces digitais.

De fato, o controle do olhar pode envolver movimentos de olhos, cabeça e tronco (LAND, 2006). Porém, evidências sobre esses efeitos extraoculares em decorrência da exposição ao ofuscamento refletido em interfaces digitais ainda são necessárias para que diretrizes ergonômicas possam ser estabelecidas com maiores especificidades. No presente artigo, apresentamos resultados que mostram os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça, determinando suas direções e amplitudes nos eixos de movimento e ângulos de rotação em função da disposição horizontal ou vertical do ofuscamento na interface digital.

MÉTODOS

Nessa seção são apresentados em conjunto aspectos metodológicos das condições experimentais com ofuscamento horizontal (com informações da pesquisa inicial já publicada na dissertação de mestrado) e com ofuscamento vertical (pesquisa atual). Os dados dessas pesquisas foram coletados juntos, de modo que não é possível dissociar os procedimentos metodológicos. A descrição de ambos também é necessária para o entendimento dos métodos. A pretendida publicação de um artigo também envolve ambas as pesquisas, em um modelo semelhante ao apresentado nesse capítulo da tese.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Humanos da Faculdade de Filosofia e Ciências (FFC) UNESP de Marília, parecer número 702/2013. Os sujeitos da pesquisa foram devidamente orientados sobre a sua participação voluntária e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Informação, Visão e Ação (LIVIA), do Departamento de Educação Física da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Campus de Bauru. Participaram 13 homens e 7 mulheres

com idades entre 18 e 23 anos ($M = 20,2$; $DP = 2,14$). Os critérios de inclusão foram: não usar óculos; não apresentar déficit visual, exceto quando corrigido com o uso de lentes de contato; não ter diagnóstico de disfunção, distúrbio ou doença que possa comprometer a leitura e o reconhecimento de caracteres gráficos, bem como seu direcionamento (direita, esquerda, para cima e para baixo).

No laboratório, um *tablet* da marca Apple modelo *iPad 2 64GB*, com tela de 9,7 polegadas foi utilizado para a visualização da tarefa do experimento. Um suporte também foi utilizado para manter o *tablet* em 30° de inclinação sobre a mesa. Um sistema móvel de iluminação foi desenvolvido para gerar uma faixa de ofuscamento no centro da interface do *tablet*. Dessa forma foi possível gerar duas condições experimentais, uma com a faixa de ofuscamento horizontal, Figura 26 e outra com a faixa de ofuscamento vertical, Figura 27, em função do posicionamento do sistema de iluminação em relação à interface digital.

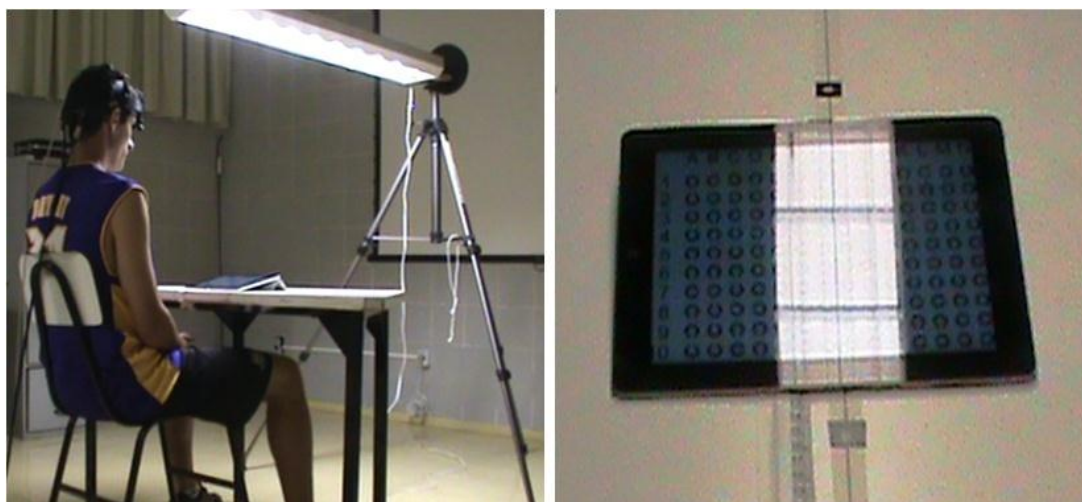
Figura 26 – Condição experimental com ofuscamento horizontal na interface digital.



Fonte: foto do autor.

Nessa condição, são geradas três áreas na interface do *tablet*, as quais foram denominadas como: antes do ofuscamento, compreendendo as linhas de leitura 1, 2 e 3; durante o ofuscamento, referente as linhas de leitura 4, 5, 6 e 7; e depois do ofuscamento, linhas de leitura 8, 9 e 10.

Figura 27 - Condição experimental com ofuscamento horizontal na interface digital.



Fonte: foto do autor.

Nessa condição, também são geradas três áreas na interface do *tablet*, as quais foram denominadas como: antes do ofuscamento, compreendendo parcialmente todas as linhas de leitura, entre as colunas de A e D; durante o ofuscamento, referente às partes das linhas de leitura compreendidas entre as colunas E e J; e depois do ofuscamento, correspondente as partes das linhas de leitura localizadas entre as colunas K e N.

O sistema de iluminação, observado na Figura 26 e Figura 27 era composto por um tripé com ajustes de altura adaptado para a sustentação de uma luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 32 W/64RS. Esse sistema movimentava-se sobre marcações preestabelecidas no chão para o controle experimental.

No protocolo experimental, os participantes foram instruídos inicialmente quanto à forma de apresentação e execução da tarefa prescrita. Essa tarefa foi constituída de observação visual para a identificação e verbalização da direção (direita, esquerda, cima e baixo) dos optótipos “C” de Landolt, dispostos em 10 linhas e 14 colunas, de forma a preencher toda a área da tela do dispositivo, Figura 26 e Figura 27. A leitura dos 140 caracteres gráficos foi realizada sequencialmente seguindo as linhas e no sentido de direção da leitura da escrita em português do Brasil. Cada participante realizou a tarefa uma vez em cada uma das duas condições experimentais com ofuscamento horizontal e com ofuscamento vertical.

Os dados foram coletados por meio de sistemas *eye tracker* e *head tracker* Figura 28. O *Eye tracker* era um dispositivo modelo H6 da marca *Applied Science Laboratories* (ASL), monocular com acurácia do ângulo visual de meio grau (0,5°). E

câmeras com taxa de amostragem de 60 Hz. O *Head-tracker* era um dispositivo da marca *Ascension* modelo *Flock of Birds*, composto por unidade de controle, transmissor e receptor. Esse equipamento foi acoplado à sustentação pela qual a parte óptica do *eye tracker* se prende a cabeça.

Figura 28 - Eye tracker e head tracker acoplados e com funcionamento integrado e sincronizado.



Fonte: foto do autor.

O modelo de dispositivo *head tracker* em questão afere os movimentos da cabeça com seis graus de liberdade (posição e orientação tridimensionais), como é mostrado na Figura 29.

Figura 29 - Sistema cartesiano de coordenadas e ângulos de rotação, correspondentes a posição e orientação da cabeça respectivamente.



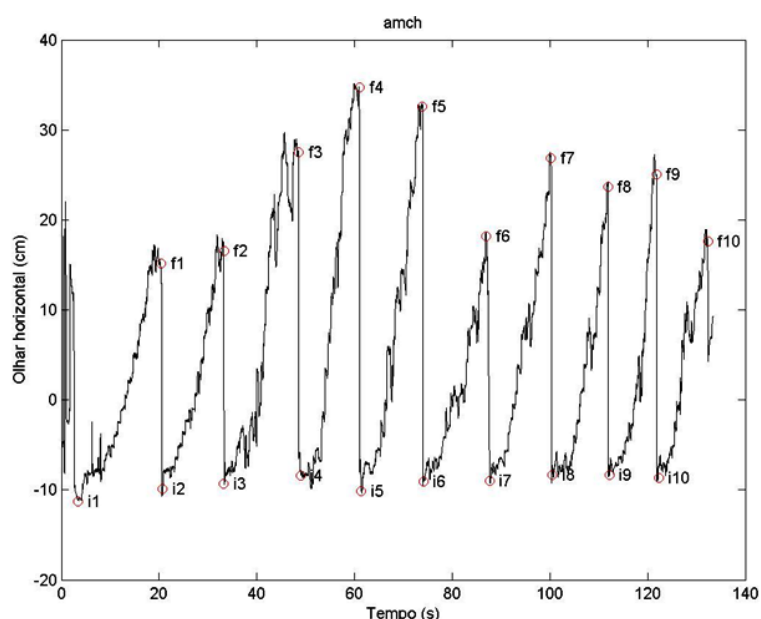
Fonte: <http://tecnologia.hsw.uol.com.br/equipamentos-realidade-virtual6.htm>.

Nas coletas de dados, o *head-tracker* operou integrado e sincronizado ao *eye tracker* por meio de uma opção do sistema no modo *eye tracker integration (EHI)* no *software* do sistema. Dessa forma, foi possível obter dados contínuos e precisos relacionando à área visualizada e os movimentos da cabeça executados em função da manutenção da eficiência visual.

Após serem extraídos do equipamento de coleta em formato proprietário, os dados foram convertidos para o formato TXT e formatados em planilhas. Após, os dados foram tratados no *Matrix Laboratory (matlab)* para distingui-los em relação às áreas de observação visual correspondentes a antes, durante e depois do ofuscamento. Para esse procedimento foram gerados gráficos da linha do olhar horizontal na linha do tempo. Para cada participante foram gerados dois gráficos, um para a condição experimental com ofuscamento horizontal e outro para a condição experimental com ofuscamento vertical.

Nos gráfico da condição experimental com ofuscamento horizontal, foram marcados os pontos iniciais e finais de observação visual em cada uma das linhas de leitura, como mostra a Figura 30.

Figura 30 – Condição experimental com ofuscamento horizontal. Exemplo dos gráficos da linha do olhar horizontal disposta no tempo e com as marcações de início (i) e fim (f) das linhas de leituras. As marcações são os círculos vermelhos, acompanhados das letras i e f com os números correspondentes as linhas de leitura.



Fonte: o autor.

Na condição com ofuscamento horizontal, os períodos temporais dispendidos para as leituras das linhas 2, 6 e 9 foram selecionadas para representar os períodos de observação visual nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento respectivamente. Tendo isso definido e ao considerar que os equipamentos de coleta de dados (*eye tracker* e *head tracker*) operaram integrados e sincronizados, por meio de uma rotina no *Matlab*, os mesmos períodos temporais de observação visual executados nas linhas 2, 6 e 9 foram extraídos para a análise do desvio padrão dos movimentos da cabeça (posição e orientação - variáveis dependentes) em relação às áreas antes, durante e depois do ofuscamento (variáveis independentes).

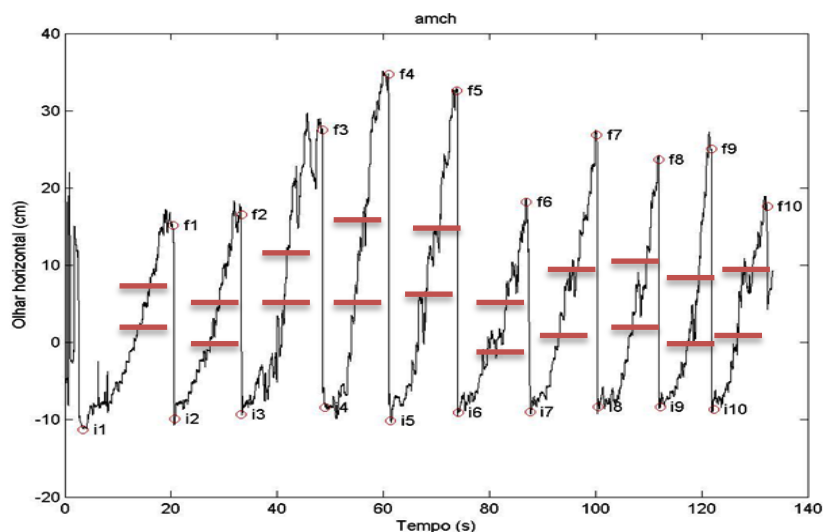
A análise estatística dos dados da condição com ofuscamento horizontal foi realizada por meio do *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* - versão 17.1 *SPSS*. O nível de significância foi definido em 0,05 para todas análises. Os dados foram submetidos à análise de variância (*one-way ANOVA*) de medidas repetidas para o efeito do ofuscamento com três níveis (antes, durante e depois do ofuscamento). Após comprovadas às distribuições dos dados como normais, por meio do teste de *Shapiro Wilk* foram adotados ajustes de graus de liberdade de *Greenhouse-Geisser* quando necessário. A comparação aos pares foi realizada no *post-hoc* por meio do teste de *Tukey HSD*.

Na condição experimental com ofuscamento vertical, os dados de cada participante também foram plotados individualmente e marcações foram feitas para determinar o início e fim de cada uma das linhas de leitura.

Nos gráficos da condição experimental com ofuscamento vertical também foram feitas marcações dos pontos iniciais e finais de observação visual em cada uma das linhas de leitura, do mesmo modo que na condição com ofuscamento horizontal. Porém, esse procedimento não era suficiente para determinar as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, já que desta vez essas áreas estavam presentes em parte de todas as linhas de leitura. Para determinar essas áreas, foi criada uma rotina no *Matlab* com base nos dados técnicos da dimensão da interface do *tablet* associados à distribuição espacial dos optótipos de acordo com as letras que delimitam as áreas antes, durante e depois do ofuscamento. Esse procedimento é simulado na Figura 31. Essa figura é considerada como uma simulação por apresentar as áreas de ofuscamento delimitadas por traços vermelhos com caráter ilustrativo, as quais foram definidas por meio de uma

programação no *Matlab*, portanto, não foram realmente marcadas nos gráficos, como nos procedimentos realizados com os pontos de início (i) e fim (f) das linhas de leitura.

Figura 31 – Simulação das marcações em cada uma das linhas de leitura em relação às áreas: antes do ofuscamento, entre o início (i) e o primeiro traço vermelho; durante o ofuscamento, entre os traços vermelhos; e depois do ofuscamento, entre o segundo traço vermelho e o fim (f).



Fonte: o autor.

Ainda considerando que os equipamentos de coleta de dados operaram integrados e sincronizados, os mesmos períodos temporais de observação visual dispendidos nas áreas antes durante e depois das linhas foram extraídos para a análise do desvio padrão dos movimentos da cabeça (posição e orientação - variáveis dependentes) em relação às áreas antes, durante e depois do ofuscamento (variáveis independentes). Entre as dez linhas de leitura de cada participante, as cinco linhas com melhor qualidade dos gráficos foram selecionadas para a análise estatística.

A análise estatística dos dados da condição com ofuscamento vertical também foi realizada por meio do *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* - versão 17.1SPSS. O nível de significância foi definido em 0,05 para todas análises. Os dados foram submetidos à análise de variância (*one-way ANOVA*) de medidas repetidas para o efeito do ofuscamento com três níveis (antes, durante e depois do ofuscamento). Essa análise também incluiu o fator “leitura” com cinco níveis (referente às cinco linhas de leitura selecionadas) e a interação “ofuscamento/desempenho entre as linhas de leitura”. Após comprovadas às distribuições dos dados como normais, por meio do teste de *Shapiro Wilk* foram adotados ajustes de graus de liberdade de *Greenhouse-Geisser* quando necessário. A comparação aos pares foi realizada no *post-hoc* por meio do teste de *Tukey HSD*.

O fator “leitura” contribui com a análise do controle experimental, mostrando se algum aspecto imprevisto ou incontrolável da condição experimental, tal como fadiga, aprendizagem, adaptação à luz, entre outros, possa ter alterado significativamente o desempenho dos sujeitos entre as linhas de leitura. A interação entre os fatores ofuscamento e leitura (interação ofuscamento/leitura) mostra se o ofuscamento refletido afetou ou não o desempenho dos sujeitos de maneira diferente no decorrer de toda a tarefa da condição experimental.

Importante observar, que por meio das marcações de início e fim de cada linha de leitura, apresentadas na Figura 30 e na Figura 31, também foi possível distinguir os períodos em que eram realizados os movimentos oculares de fixação, ou seja, os períodos de aquisição da informação visual (representados no gráfico pelas linhas intermitentes e ascendentes), os quais são de interesse para nossas análises. Os períodos referentes aos movimentos sacádicos (representados pelas linhas contínuas e descendentes no gráfico), realizados para as trocas de linhas de leitura foram descartados.

RESULTADOS

Nessa seção, também são apresentados os resultados da condição experimental com ofuscamento horizontal, os quais foram publicados na dissertação de mestrado. A reapresentação desses resultados é importante para facilitar o acesso a informações necessárias à leitura das análises e discussões que estabelecem relação com os resultados da condição experimental com ofuscamento vertical. A pretendida publicação de um artigo também envolve ambas as pesquisas, em um modelo semelhante ao apresentado nesse capítulo da tese.

Os resultados estão divididos em duas seções, condição experimental com ofuscamento horizontal e condição experimental com ofuscamento vertical. Em subseções são apresentados os resultados sobre os deslocamentos (posição) e ângulos de rotação (orientação) da cabeça nos eixos X, Y e Z.

Os resultados das análises de variância estão apresentados da seguinte forma: $F(M; SD)$, onde F = variação entre as médias da amostra, M = média e SD = desvio padrão.

Condição experimental com ofuscamento horizontal

Posição da cabeça - coordenadas do eixo X

A análise da variância do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo X mostrou efeito significativo do ofuscamento horizontal entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, $F(1,05 \text{ cm}; 20,02 \text{ cm}) = 4,42 \text{ cm}; p = 0,047$.

A comparação aos pares foi significativa para as áreas antes e durante o ofuscamento, Figura 32. Esse resultado mostra que as amplitudes do deslocamento da cabeça no eixo X foram significativamente maiores para a leitura na área durante o ofuscamento em relação à área antes do ofuscamento.

Figura 32 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo X nas áreas antes e durante o ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Antes do ofuscamento	0,22	0,030
Durante o ofuscamento	0,57	0,18
Significância (p)	0,046*	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares foi significativa para as áreas durante e depois do ofuscamento, Figura 33. Esse resultado mostra que as amplitudes do deslocamento da cabeça no eixo X foram significativamente maiores para a leitura na área durante o ofuscamento em relação à área depois do ofuscamento.

Figura 33 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo X nas áreas durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Durante o ofuscamento	0,57	0,18
Depois do ofuscamento	0,22	0,04
Significância (p)	0,049*	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares não foi significativa para as áreas antes e depois do ofuscamento, Figura 34. Portanto, no eixo X não houve variação significativa do deslocamento da cabeça para a leitura nas áreas antes e depois do ofuscamento.

Figura 34 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo X nas áreas antes e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Antes do ofuscamento	0,22	0,030
Depois do depois	0,22	0,40
Significância (p)	1.000	

Fonte: o autor.

Posição da cabeça - coordenada do eixo Y

A análise de variância do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Y não mostrou efeito significativo do ofuscamento horizontal entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, $F(1,67 \text{ cm}; 31,69 \text{ cm}) = 1,34 \text{ cm}$; $p = 0,273$. Portanto, não houve variação significativa do deslocamento da cabeça no eixo Y entre os períodos de leitura nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento. Os resultados obtidos nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento e a comparação aos pares estão nas três figuras seguintes.

Figura 35 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Y nas áreas antes e durante o ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Antes do ofuscamento	0,21	0,035
Durante o ofuscamento	0,26	0,047
Significância (p)	0,427	

Fonte: o autor.

Figura 36 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Y nas áreas durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Durante o ofuscamento	0,26	0,047
Depois do ofuscamento	0,26	0,055
Significância (p)	1,000	

Fonte: o autor.

Figura 37 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Y nas áreas antes e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Antes do ofuscamento	0,21	0,035
Depois do ofuscamento	0,26	0,055
Significância (p)	0,710	

Fonte: o autor.

Posição da cabeça - coordenada do eixo Z

A análise de variância do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Z não mostrou efeito significativo do ofuscamento horizontal entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, $F(1,08 \text{ cm}; 20,44 \text{ cm}) = 2,72 \text{ cm}$; $p = 0,113$. Portanto, não houve variação significativa do deslocamento da cabeça no eixo Z entre os períodos de leitura nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento. Os resultados obtidos nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento e as comparações aos pares estão nas três figuras seguintes.

Figura 38 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Z nas áreas antes e durante do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Antes do ofuscamento	0,05	0,008
Durante o ofuscamento	0,11	0,036
Significância (p)	0,295	

Fonte: o autor.

Figura 39 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Z nas áreas durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Durante o ofuscamento	0,11	0,036
Depois do ofuscamento	0,06	0,007
Significância (p)	0,404	

Fonte: o autor.

Figura 40 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Z nas áreas antes e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Antes do ofuscamento	0,05	0,008
Depois do ofuscamento	0,06	0,007
Significância (p)	0,728	

Fonte: o autor.

Orientação da cabeça - ângulo de rotação azimuth

A análise de variância do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Z (ângulo de rotação *azimuth*) mostrou efeito significativo do ofuscamento horizontal entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, $F(1,34; 25,36) = 5,15$; $p = 0,023$.

A comparação aos pares foi significativa para as áreas antes e durante o ofuscamento, Figura 41. Esse resultado mostra que as amplitudes dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Z (ângulo de rotação *azimuth*) foram significativamente maiores para a leitura na área durante o ofuscamento em relação à área antes do ofuscamento.

Figura 41 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Z (ângulo de rotação *azimuth*) para as áreas antes e durante o ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Antes do ofuscamento	0,41	0,06
Durante o ofuscamento	0,77	0,16
Significância (p)	0,028*	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares foi significativa para as áreas durante e depois do ofuscamento, Figura 42. Esse resultado mostra que a amplitude dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Z (ângulo de rotação *azimuth*) foram significativamente maiores para a leitura na área durante o ofuscamento em relação à área depois do ofuscamento.

Figura 42 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Z (ângulo de rotação *azimuth*) para as áreas durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Durante o ofuscamento	0,77	0,16
Depois do ofuscamento	0,42	0,07
Significância (p)	0,027*	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares não foi significativa para as áreas antes e depois do ofuscamento, Figura 43. Portanto, em torno do eixo Z (ângulo de rotação *azimuth*) não houve variação significativa dos movimentos da cabeça para a leitura nas áreas antes e depois do ofuscamento.

Figura 43 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Z (ângulo de rotação azimuth) para as áreas antes e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Antes do ofuscamento	0,41	0,06
Depois do ofuscamento	0,42	0,07
Significância (p)	0,926	

Fonte: o autor.

Orientação da cabeça - ângulo de rotação elevation

A análise de variância dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação *elevation*) mostrou efeito significativo do ofuscamento horizontal entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, $F(1,64; 31,24) = 6,34, p = 0,007$.

A comparação aos pares foi significativa para as áreas antes e durante o ofuscamento, Figura 44. Esse resultado mostra que as amplitudes dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação *elevation*) foram significativamente maiores para a leitura na área durante o ofuscamento em relação à área depois do ofuscamento.

Figura 44 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação elevation) para as áreas antes e durante o ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Antes do ofuscamento	0,56	0,09
Durante o ofuscamento	1,05	0,19
Significância (p)	0,006*	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares para durante e depois do ofuscamento não foi significativa, Figura 45. Portanto, em torno do eixo Y (ângulo de rotação *elevation*) não houve variação significativa dos movimentos da cabeça para a leitura nas áreas durante e depois do ofuscamento.

Figura 45 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação *elevation*) para as áreas durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Durante do ofuscamento	1,05	0,19
Depois do ofuscamento	0,93	0,19
Significância (p)	0,27	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares para antes e depois do ofuscamento foi significativa, Figura 46. Esse resultado mostra que as amplitudes dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação *elevation*) foram significativamente maiores para a leitura na área depois do ofuscamento em relação à área antes do ofuscamento.

Figura 46 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação *elevation*) para as áreas antes e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Antes do ofuscamento	0,56	0,09
Depois do ofuscamento	0,93	0,19
Significância (p)	0,030*	

Fonte: o autor.

Orientação da cabeça - ângulo de rotação *roll*

A análise de variância do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo X (ângulo de rotação *roll*) não mostra efeito significativo do ofuscamento horizontal entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, $F(1,86; 35,29) = 0,87$, $p = 0,419$. Portanto, não houve variação significativa da rotação da cabeça no eixo X entre os períodos de leitura nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento. Os resultados obtidos nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento e as comparações aos pares estão nas três figuras seguintes.

Figura 47 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo X (ângulo de rotação roll) para as áreas antes e durante do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Antes do ofuscamento	0,27	0,043
Durante o ofuscamento	0,34	0,057
Significância (p)	0,608	

Fonte: o autor.

Figura 48 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo X (ângulo de rotação roll) para as áreas durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Durante o ofuscamento	0,34	0,057
Depois do ofuscamento	0,28	0,059
Significância (p)	1,000	

Fonte: o autor.

Figura 49 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo X (ângulo de rotação roll) para as áreas antes e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Antes do ofuscamento	0,27	0,043
Depois do ofuscamento	0,28	0,059
Significância (p)	1,000	

Fonte: o autor.

Condição experimental com ofuscamento vertical

Posição da cabeça - coordenadas do eixo X

A análise de variância do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo X não mostrou efeito significativo do ofuscamento vertical entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, $F(1,19 \text{ cm}; 21,24 \text{ cm}) = 2,53 \text{ cm}$; $p = 0,124$. Portanto, não houve variação significativa do deslocamento da cabeça no eixo X entre os períodos de leitura nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento. Os resultados obtidos nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento e as comparações aos pares estão nas três figuras seguintes.

Figura 50 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo X nas áreas antes e durante o ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Antes do ofuscamento	0,52	0,151
Durante o ofuscamento	0,33	0,067
Significância (p)	0,249	

Fonte: o autor.

Figura 51 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo X nas áreas durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Durante o ofuscamento	0,33	0,067
Depois do ofuscamento	0,23	0,045
Significância (p)	0,041	

Fonte: o autor.

Figura 52 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo X nas áreas antes e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Antes do ofuscamento	0,52	0,151
Depois do ofuscamento	0,23	0,045
Significância (p)	0,074	

Fonte: o autor.

A análise de variância do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo X entre as linhas de leitura (fator leitura) mostrou que houve diferença significativa entre elas, $F(1,13 \text{ cm}; 21,42 \text{ cm}) = 5,39 \text{ cm}$; $p = 0,027$. Os resultados (médias) obtidos nas linhas leitura estão na Figura 53.

Figura 53 - Média do desvio padrão (fator leitura) do deslocamento da cabeça no eixo X obtida em cada uma das linhas de leitura da condição com ofuscamento vertical.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Linha 1	0,88	0,273
Linha 2	0,20	0,033
Linha 3	0,23	0,039
Linha 4	0,29	0,067
Linha 5	0,21	0,040

Fonte: o autor.

Na comparação aos pares houve diferença significativa apenas entre à primeira linha de leitura em relação a todas as outras, Figura 54. Esse resultado mostra que nas linhas iniciais, os deslocamentos da cabeça no eixo X foram maiores em relação às outras. Sobre o “fator leitura”, optamos por apresentar apenas as comparações aos pares da linha número 1 em relação às demais, a qual foi à única com resultados significativamente diferente, de modo a tornar a apresentação dos resultados menos extensa e mais objetiva.

Figura 54 – Comparação aos pares (fator leitura) entre a linha de leitura número 1 e as demais.

	Linhas de leitura	Desvio padrão (cm)	Significância (p)
Linha 1	2	0,273	0,023*
	3	0,273	0,028*
	4	0,276	0,045*
	5	0,273	0,024*

Fonte: o autor.

A análise de variância do desvio padrão da interação ofuscamento/leitura não foi significativa, $F(1,19; 22,66) = 2,34$; $p = 0,136$. Os resultados (médias) obtidos nas linhas leitura estão na Figura 55.

Figura 55 - Média do desvio padrão da interação ofuscamento/leitura obtida em cada uma das linhas de leitura, referente ao deslocamento da cabeça no eixo X na condição com ofuscamento vertical.

	Média	Desvio padrão
Linha 1	1,69	0,769
Linha 2	0,25	0,057
Linha 3	0,25	0,089
Linha 4	0,23	0,058
Linha 5	0,20	0,048

Fonte: o autor.

Posição da cabeça - coordenadas do eixo Y

A análise de variância do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Y mostrou efeito significativo do ofuscamento vertical entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, $F(1,44 \text{ cm}; 27,29 \text{ cm}) = 5,25 \text{ cm}$; $p = 0,020$.

A comparação aos pares foi significativa para as áreas antes e durante o ofuscamento, Figura 56. Esse resultado mostra que o deslocamento da cabeça no eixo Y

foi significativamente maior para a leitura na área durante o ofuscamento em relação à área antes do ofuscamento.

Figura 56 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Y nas áreas antes e durante o ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Antes do ofuscamento	0,19	0,033
Durante o ofuscamento	0,46	0,137
Significância (p)	0,022*	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares foi significativa para as áreas durante e depois do ofuscamento, Figura 57. Esse resultado mostra que o deslocamento da cabeça no eixo Y foi significativamente maior para a leitura na área durante o ofuscamento em relação à área depois do ofuscamento.

Figura 57 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Y nas áreas durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Durante o ofuscamento	0,46	0,137
Depois do ofuscamento	0,26	0,076
Significância (p)	0,029*	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares não foi significativa para as áreas antes e depois do ofuscamento, Figura 58. Portanto, no eixo Y não houve variação significativa do deslocamento da cabeça para a leitura nas áreas antes e depois do ofuscamento.

Figura 58 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Y nas áreas antes e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Antes do ofuscamento	0,19	0,033
Depois do ofuscamento	0,26	0,076
Significância (p)	0,248	

Fonte: o autor.

A análise de variância do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Y entre as linhas de leitura (fator leitura) mostrou que não houve diferença significativa entre elas, $F (1,18 \text{ cm}; 22,37 \text{ cm}) = 1,26 \text{ cm}$; $p = 0,282$. Os resultados (médias) obtidos nas linhas leitura estão na Figura 59.

Figura 59 - Média do desvio padrão (fator leitura) do deslocamento da cabeça no eixo Y obtida em cada uma das linhas de leitura da condição com ofuscamento vertical.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Linha 1	0,45	0,173
Linha 2	0,26	0,067
Linha 3	0,26	0,071
Linha 4	0,29	0,069
Linha 5	0,07	0,074

Fonte: o autor.

A análise de variância do desvio padrão da interação ofuscamento/leitura não mostrou diferença significativa dos movimentos da cabeça ao longo do período total de leitura, $F (2,35 \text{ cm}; 44,73 \text{ cm}) = 0,59 \text{ cm}$; $p = 0,583$. Os resultados obtidos (médias) estão na Figura 60.

Figura 60 - Média do desvio padrão da interação ofuscamento/leitura obtida em cada uma das linhas de leitura, referente ao deslocamento da cabeça no eixo Y na condição com ofuscamento vertical.

	Média	Desvio padrão
Linha 1	0,25	0,048
Linha 2	0,18	0,038
Linha 3	0,20	0,058
Linha 4	0,15	0,028
Linha 5	0,17	0,045

Fonte: o autor.

Posição da cabeça - coordenadas do eixo Z

A análise de variância do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Z não mostrou efeito significativo do ofuscamento vertical entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, $F(1,31 \text{ cm}; 24,90 \text{ cm}) = 2,81 \text{ cm}$, $p = 0,097$. Portanto, não houve variação significativa do deslocamento da cabeça no eixo Z entre os períodos de leitura nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento. Os resultados obtidos nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento e as comparações aos pares estão nas três figuras seguintes.

Figura 61 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Z nas áreas antes e durante o ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Antes do ofuscamento	0,08	0,016
Durante o ofuscamento	0,07	0,013
Significância (p)	0,535	

Fonte: o autor.

Figura 62 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Z nas áreas durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Durante o ofuscamento	0,07	0,013
Depois do ofuscamento	0,05	0,009
Significância (p)	0,008	

Fonte: o autor.

Figura 63 - Comparação aos pares do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Z nas áreas antes e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Antes do ofuscamento	0,08	0,016
Depois do ofuscamento	0,05	0,009
Significância (p)	0,078	

Fonte: o autor.

A análise de variância do desvio padrão do deslocamento da cabeça no eixo Z entre as linhas de leitura (fator leitura) mostrou que não houve diferença significativa entre elas, $F(1,23 \text{ cm}; 23,43 \text{ cm}) = 4,19 \text{ cm}$; $p = 0,045$. Os resultados (médias) obtidos nas linhas leitura estão na Figura 64.

Figura 64 - Média do desvio padrão (fator leitura) do deslocamento da cabeça no eixo Z obtida em cada uma das linhas de leitura da condição com ofuscamento vertical.

	Média do deslocamento em centímetros (cm)	Desvio padrão (cm)
Linha 1	0,12	0,034
Linha 2	0,05	0,007
Linha 3	0,05	0,008
Linha 4	0,06	0,014
Linha 5	0,06	0,010

Fonte: o autor.

Na comparação aos pares houve variação significativa apenas entre à linha de leitura número 1 e as linhas de leitura 2 e 3, Figura 65. Esse resultado mostra que inicialmente, na linha 1, os deslocamentos da cabeça no eixo X foram significativamente maiores em relação as linhas 2 e 3, o que também ocorreu em relação as demais linhas de leitura, porém sem significância estatística. Sobre o “fator leitura”, optamos por apresentar apenas as comparações aos pares da linha de leitura número 1 em relação às demais, a qual foi à única linha com resultados significativamente diferentes, de modo a tornar a apresentação de resultados menos extensa e mais objetiva.

Figura 65 - Comparação aos pares (fator leitura) entre a linha de leitura número 1 e as demais.

	Linhas de leitura	Desvio padrão (cm)	Significância (p)
Linha 1	2	0,032	0,031*
	3	0,033	0,041*
	4	0,033	0,089
	5	0,033	0,055

Fonte: o autor.

A análise de variância do desvio padrão da interação ofuscamento/leitura não mostrou diferença significativa dos movimentos da cabeça ao longo do período total de leitura, $F(1,97 \text{ cm}; 37,35 \text{ cm}) = 2.07 \text{ cm}$; $p = 0,141$. Os resultados (médias) obtidos nas linhas leitura estão na Figura 66.

Figura 66 - Média do desvio padrão da interação ofuscamento/leitura obtida em cada uma das linhas de leitura, referente ao deslocamento da cabeça no eixo Z na condição com ofuscamento vertical.

	Média	Desvio padrão
Linha 1	0,18	0,068
Linha 2	0,06	0,012
Linha 3	0,05	0,009
Linha 4	0,05	0,012
Linha 5	0,06	0,012

Fonte: o autor.

Orientação da cabeça - ângulo de rotação azimuth

A análise de variância do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Z (ângulo de rotação *azimuth*) não mostrou efeito significativo do ofuscamento vertical entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, $F(2; 38) = 2,02$, $p = 0,147$. Portanto, não houve variação significativa da rotação da cabeça no eixo Z entre os períodos de leitura nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento. Os resultados obtidos nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento e as comparações aos pares estão nas três figuras seguintes.

Figura 67 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Z (ângulo de rotação azimuth) para as áreas antes e durante o ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Antes do ofuscamento	0,45	0,062
Durante o ofuscamento	0,46	0,083
Significância (p)	0,894	

Fonte: o autor.

Figura 68 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Z (ângulo de rotação azimuth) para as áreas durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Durante o ofuscamento	0,46	0,083
Depois do ofuscamento	0,32	0,049
Significância (p)	0,078	

Fonte: o autor.

Figura 69 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Z (ângulo de rotação azimuth) para as áreas antes e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Antes do ofuscamento	0,45	0,062
Depois do ofuscamento	0,32	0,049
Significância (p)	0,060	

Fonte: o autor.

A análise de variância do desvio padrão dos movimentos da cabeça no ângulo de rotação *roll* entre as linhas de leitura (fator leitura) mostrou que não houve diferença significativa entre elas, $F(2,63; 49,94) = 1,38$; $p = 0,261$. Os resultados (médias) obtidos nas linhas leitura estão na Figura 70.

Figura 70 - Média do desvio padrão (fator leitura) dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Z (ângulo de rotação azimuth) obtida em cada uma das linhas de leitura da condição com ofuscamento vertical.

	Média	Desvio padrão
Linha 1	0,51	0,088
Linha 2	0,34	0,044
Linha 3	0,37	0,058
Linha 4	0,43	0,088
Linha 5	0,38	0,054

Fonte: o autor.

A análise de variância do desvio padrão da interação ofuscamento/leitura não mostrou diferença significativa dos movimentos da cabeça ao longo do período total de leitura, $F(3,07; 58,33) = 1,37$; $p = 0,262$. Os resultados (médias) obtidos nas linhas de leitura estão na Figura 71.

Figura 71 - Média do desvio padrão da interação ofuscamento/leitura obtida em cada uma das linhas de leitura, referente à rotação da cabeça no eixo Z (ângulo de rotação azimuth) na condição com ofuscamento vertical.

	Média	Desvio padrão
Linha 1	0,71	0,223
Linha 2	0,36	0,056
Linha 3	0,37	0,064
Linha 4	0,42	0,099
Linha 5	0,37	0,053

Fonte: o autor.

Orientação da cabeça - ângulo de rotação elevation.

A análise de variância do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação *elevation*) mostrou efeito significativo do ofuscamento

vertical entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, $F(2; 38) = 3,58$; $p = 0,038$.

A comparação aos pares para antes e durante o ofuscamento foi significativa, Figura 72. Esse resultado mostra que as amplitudes dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação *elevation*) foram significativamente maiores para a leitura na área durante o ofuscamento em relação à área antes do ofuscamento.

Figura 72 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação *elevation*) para as áreas antes e durante o ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Antes do ofuscamento	0,43	0,072
Durante o ofuscamento	0,90	0,238
Significância (p)	0,023*	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares não foi significativa para as áreas durante e depois do ofuscamento, Figura 73. Portanto, no eixo Y não houve variação significativa dos movimentos de rotação da cabeça para a leitura nas áreas durante e depois do ofuscamento.

Figura 73 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação *elevation*) para as áreas durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Durante o ofuscamento	0,90	0,238
Depois do ofuscamento	0,56	0,150
Significância (p)	0,123	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares não foi significativa para as áreas antes e depois do ofuscamento, Figura 74. Portanto, no eixo Y não houve variação significativa dos

movimentos de rotação da cabeça para a leitura nas áreas antes e depois do ofuscamento.

Figura 74 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação elevation) para as áreas antes e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Antes do ofuscamento	0,43	0,072
Depois do ofuscamento	0,56	0,150
Significância (p)	0,339	

Fonte: o autor.

A análise de variância do desvio padrão dos movimentos da cabeça no ângulo de rotação *elevation* entre as linhas de leitura (fator leitura) mostrou que não houve diferença significativa entre elas, $F(2,36; 44,92) = 0,66$; $p = 0,544$. Os resultados (médias) obtidos nas linhas leitura estão na Figura 75.

Figura 75 – Média do desvio padrão (fator leitura) dos movimentos de rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação elevation) obtida em cada uma das linhas de leitura da condição com ofuscamento vertical.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Linha 1	0,65	0,131
Linha 2	0,62	0,147
Linha 3	0,68	0,166
Linha 4	0,66	0,140
Linha 5	0,55	0,125

Fonte: o autor.

A análise de variância do desvio padrão da interação ofuscamento/leitura não mostrou diferença significativa dos movimentos da cabeça ao longo do período total de leitura, $F(2,56; 48,67) = 0,44$; $p = 0,698$. Os resultados (médias) obtidos nas linhas leitura estão na Figura 76.

Figura 76 - Média do desvio padrão da interação ofuscamento/leitura obtida em cada uma das linhas de leitura, referente à rotação da cabeça no eixo Y (ângulo de rotação elevation) na condição com ofuscamento vertical.

	Média	Desvio padrão
Linha 1	0,44	0,072
Linha 2	0,41	0,088
Linha 3	0,43	0,107
Linha 4	0,40	0,088
Linha 5	0,46	0,115

Fonte: o autor.

Orientação da cabeça - ângulo de rotação roll.

A análise de variância do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo X (ângulo de rotação *roll*) mostrou efeito significativo do ofuscamento vertical entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, $F(2^{\circ}; 38^{\circ}) = 3,49^{\circ}$; $p = 0,040$.

A comparação aos pares para antes e durante o ofuscamento foi significativa, Figura 77. Esse resultado mostra que as amplitudes dos movimentos de rotação da cabeça no eixo X (ângulo de rotação *roll*) foram significativamente maiores para a leitura na área durante o ofuscamento em relação à área antes do ofuscamento.

Figura 77 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo X (ângulo de rotação *roll*) para as áreas antes e durante o ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Antes do ofuscamento	0,27	0,056
Durante o ofuscamento	0,48	0,142
Significância (p)	0,044*	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares para durante e depois do ofuscamento não foi significativa, Figura 78. Portanto, em torno do eixo X (ângulo de rotação *roll*) não

houve variação significativa dos movimentos da cabeça para a leitura nas áreas durante e depois do ofuscamento.

Figura 78 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo X (ângulo de rotação roll) para as áreas durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Durante o ofuscamento	0,48	0,142
Depois do ofuscamento	0,28	0,049
Significância (p)	0,100	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares para antes e depois do ofuscamento não foi significativa, Figura 79. Portanto, em torno do eixo X (ângulo de rotação *roll*) não houve variação significativa dos movimentos da cabeça para a leitura nas áreas antes e depois do ofuscamento.

Figura 79 - Comparação aos pares do desvio padrão dos movimentos de rotação da cabeça no eixo X (ângulo de rotação roll) para as áreas antes e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento vertical.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Antes do ofuscamento	0,27	0,056
Depois do ofuscamento	0,28	0,049
Significância (p)	0,648	

Fonte: o autor.

A análise de variância do desvio padrão dos movimentos da cabeça no ângulo de rotação *roll* entre as linhas de leitura (fator leitura) mostrou que não houve diferença significativa entre elas, $F(4; 76) = 0,39$; $p = 0,813$. Os resultados (médias) obtidos nas linhas leitura estão na Figura 80.

Figura 80 - Média do desvio padrão (fator leitura) dos movimentos de rotação da cabeça no eixo X (ângulo de rotação roll) obtida em cada uma das linhas de leitura da condição com ofuscamento vertical.

	Média dos movimentos angulares (em graus)	Desvio padrão (em graus)
Linha 1	0,37	0,085
Linha 2	0,30	0,074
Linha 3	0,33	0,090
Linha 4	0,36	0,091
Linha 5	0,34	0,092

Fonte: o autor.

A análise de variância do desvio padrão da interação ofuscamento/leitura não mostrou diferença significativa dos movimentos da cabeça ao longo do período total de leitura, $F(8^{\circ}; 152^{\circ}) = 1,06^{\circ}$; $p = 0,396$. Os resultados (médias) obtidos nas linhas leitura estão na Figura 81.

Figura 81 - Média do desvio padrão da interação ofuscamento/leitura obtida em cada uma das linhas de leitura, referente à rotação da cabeça no eixo X (ângulo de rotação roll) na condição com ofuscamento vertical.

	Média	Desvio padrão
Linha 1	0,26	0,043
Linha 2	0,25	0,067
Linha 3	0,30	0,101
Linha 4	0,20	0,048
Linha 5	0,31	0,086

Fonte: o autor.

DISCUSSÃO

O objetivo da presente pesquisa foi investigar quantitativamente os efeitos do ofuscamento refletido, disposto verticalmente em interfaces digitais, sobre a cinemática dos movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual. Também foi

estabelecido como objetivo analisar e discutir os resultados em relação aos obtidos em nossa pesquisa anterior, na qual investigamos com a mesma abordagem os efeitos do ofuscamento refletido disposto horizontalmente em interfaces digitais.

Referências apontam que os esforços para manter a eficiência visual frente ao ofuscamento refletido em interfaces digitais podem afetar a postura corporal (LAMPI, 1984; MORK; BRUENECH; THORUD, 2016). Esses esforços, também podem ser nocivos à saúde (JUUL-KRISTENSEN et al., 2004), podendo levar ao desenvolvimento de sintomas musculoesqueléticos, como dores no pescoço e nas costas (LAMPI, 1984; OSTERHAUS, 2005; GOWRISANKARAN; SHEEDY, 2015; PARIHAR et al., 2016).

De fato, o controle do olhar envolve movimentos de olhos, cabeça e tronco (LAND, 2006). Porém, as características desses movimentos, em especial os da cabeça, quando executados em busca de uma melhor condição visual em decorrência dos efeitos de ofuscamentos reflexivos em interfaces digitais ainda não são bem compreendidas em Ergonomia. Acreditamos que pesquisas experimentais e com evidências quantitativas ainda são necessárias.

A pesquisa encontrada com maior semelhança a abordagem de nossa pesquisa investiga quantitativamente os efeitos do ofuscamento direto sobre os movimentos da cabeça para uma melhor condição visual (MORK; BRUENECH; THORUD, 2018). Essa pesquisa mostra evidências de que movimentos de flexão e extensão da cabeça são realizados para uma melhor visualização. Os participantes dessa pesquisa realizaram tarefas visuais na interface de um computador em seções com diferentes condições de iluminação do ambiente. Uma janela, simulada por meio de luminárias foi posicionada no campo visual dos participantes e os movimentos de suas cabeças foram registrados continuamente por meio de três inclinômetros conectados a um fisiômetro. Essa pesquisa apresenta métodos quantitativos de análise inovadores e relevantes. Entretanto, para a análise dos efeitos do ofuscamento indireto (ou seja, refletido), acreditamos que metodologicamente é importante identificar simultaneamente os movimentos da cabeça em função da área visualizada, como foi realizado em nossa pesquisa, por meio do rastreamento dos olhos e cabeça utilizando equipamentos (*eye tracker* e *head tracker*) com funcionamento integrado e sincronizado. Essa hipótese justifica-se devido ao fato das características dos ofuscamentos direto e indireto (refletido) serem diferentes, tais como, distância, posição e incidência em relação ao observador, tamanho, sentido de direção e intensidades, os quais podem interferir na magnitude do ofuscamento e

possivelmente levar a diferentes estratégias posturais em busca da manutenção da eficiência visual.

Apesar das diferenças em relação à origem do ofuscamento (IESNA, 2000) e aos aspectos metodológicos abordados no parágrafo anterior, partes dos resultados obtidos corroboram com os obtidos por Mork; Bruenech; Thorud (2018), ao evidenciar que movimentos de flexão e extensão da cabeça são realizados para uma melhor visualização. Em nossa pesquisa, a flexão e extensão da cabeça correspondem aos movimentos no ângulo de rotação *elevation* e a amplitude desses movimentos foram maiores para a execução da leitura na área durante o ofuscamento em relação à área antes do ofuscamento nas duas condições experimentais. Na condição com ofuscamento horizontal, após a transição da observação visual da área durante o ofuscamento para a área depois do ofuscamento, os movimentos da cabeça no ângulo de rotação *elevation* continuaram significativamente maiores do que na área antes do ofuscamento, o que sugere a ocorrência de um efeito residual do ofuscamento refletido sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual. Na condição com ofuscamento vertical, após a transição da observação visual da área durante o ofuscamento para a área depois do ofuscamento as amplitudes dos movimentos da cabeça no ângulo de rotação *elevation* diminuíram significativamente, mantendo-se sem variações significativas quando comparadas com as amplitudes observadas na área antes do ofuscamento.

Na condição com ofuscamento horizontal, os resultados ainda mostraram que as amplitudes do deslocamento da cabeça no eixo X e dos movimentos da cabeça no ângulo de rotação *azimuth* alcançaram amplitudes significativamente maiores para a execução da leitura na área durante o ofuscamento do que na área antes do ofuscamento. Os resultados também mostram que houve variação significativa dos movimentos da cabeça no eixo de deslocamento X e no ângulo de rotação *azimuth* entre as áreas durante e depois do ofuscamento. Esses movimentos, não alcançaram amplitudes com diferenças significativas quando comparadas as áreas antes e depois do ofuscamento.

Na condição com ofuscamento vertical, os resultados também mostram que os movimentos no ângulo de rotação *roll* alcançaram amplitudes significativamente maiores para a execução da leitura na área durante o ofuscamento do que na área antes do ofuscamento. Após a transição da observação visual da área durante o ofuscamento para a área depois do ofuscamento, as amplitudes dos movimentos da cabeça no ângulo

de rotação *roll* diminuíram significativamente, mantendo-se sem variação significativa quando comparadas com as amplitudes observadas na área antes do ofuscamento.

Importante observar, que na condição experimental com ofuscamento horizontal houve um aumento significativo das amplitudes dos movimentos da cabeça no ângulo de rotação *elevation* durante exposição ao ofuscamento refletido e que essas amplitudes dos movimentos da cabeça permaneceram significativamente maiores na área depois do ofuscamento quando comparada à área antes do ofuscamento. Em contrapartida, na condição com ofuscamento vertical, sempre que as amplitudes dos movimentos da cabeça aumentaram significativamente durante a exposição ao ofuscamento refletido, após a transição da busca visual para a área depois do ofuscamento as amplitudes dos movimentos da cabeça diminuíram, mantendo-se sem variação significativa com as amplitudes observadas na área antes do ofuscamento. Essa observação é uma evidência da influência da magnitude do ofuscamento, determinada pela sua posição na interface digital (IESNA, 2000), a qual pode causar o que parece ser uma manifestação de uma espécie de efeito residual da exposição ao ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual.

A magnitude da sensação do ofuscamento é relacionada a aspectos como tamanho, posição, luminância de uma fonte, número de fontes e a luminosidade à qual os olhos são adaptados (IESNA, 2000). Postulamos que as variáveis ambientais que determinam a magnitude da sensação de ofuscamento devem necessariamente ser consideradas para a obtenção de resultados que demonstrem seus efeitos sobre os movimentos da cabeça de maneira específica e detalhada. Nesse sentido, não encontramos referências quantitativas na literatura.

Os resultados obtidos mostram que a magnitude do ofuscamento, também determinada pela sua posição horizontal ou vertical na interface digital tem efeito sobre o sentido de direção dos movimentos da cabeça realizados em busca de uma melhor condição visual. Essa afirmação é plausível já que, na condição com ofuscamento horizontal os movimentos da cabeça foram observados no eixo X (deslocamento) e nos ângulos de rotação *azimuth* e *elevation* e na condição com ofuscamento vertical, os movimentos da cabeça foram observados no eixo Y (deslocamento) e nos ângulos de rotação *elevation* e *roll*.

Em relação à análise estatística da condição com ofuscamento vertical, o “fator leitura” contribui para evidenciar o alcance do controle experimental, mostrando se aspectos como fadiga ocular, aprendizagem da tarefa prescrita, adaptação à luz, entre outros possam ter afetado significativamente o desempenho dos sujeitos entre as linhas de leitura. O “fator leitura” do deslocamento da cabeça nos eixos X e Z mostrou que houve variação significativa no desempenho dos participantes entre as linhas de leitura. Em relação ao fator leitura do deslocamento da cabeça no eixo X foi observado que a variação ocorreu apenas entre a primeira linha de leitura e as demais. Quanto ao fator leitura do deslocamento da cabeça no eixo Z, a variação ocorreu em relação à primeira linha de leitura e as linhas dois e três. Sustentamos a hipótese de que essas variações significativas do “fator leitura” do deslocamento da cabeça nos eixos X e Z, observadas entre a primeira linha de leitura e as demais, ocorreram em função da busca primária por uma postura com melhor condição visual logo após o abandono da postura inicial (padronizada a todos os participantes), causando deslocamentos da cabeça discrepantes do que foi observado nas outras linhas de leitura, nas quais, após a adoção de uma postura mais próxima de uma condição visual mais favorável, os deslocamentos da cabeça foram exigidos com menor amplitude para desvencilhar-se do ofuscamento refletido na interface digital. Portanto consideramos que essas variações estatisticamente significativas do fator leitura não representam a influência de fatores potencialmente comprometedores do controle experimental. Nos demais eixos de deslocamento e ângulos de rotação não houve variação significativa do “fator leitura”, ou seja, não houve variação significativa no desempenho dos participantes em relação aos movimentos da cabeça executados para a leitura em cada uma das cinco linhas analisadas.

O fator “interação ofuscamento/leitura”, também é um parâmetro do alcance do controle experimental sobre o quanto o desempenho dos participantes foi afetado pontualmente, por aspectos ambientais fora de nosso controle, ao longo da execução da tarefa. Esse fator, não atingiu significância mostrando que o desempenho dos participantes não foi afetado pontualmente ao longo do experimento por aspectos adaptativos resultantes, por exemplo: do tempo de execução da tarefa; por determinados pontos de observação visual na interface digital; ou pelo decorrer da tarefa experimental (início, meio e fim).

Parâmetros experimentais, como os obtidos por meio dos fatores “leitura” e “interação ofuscamento/leitura” são importantes para gerar contribuições teóricas acerca de aspectos, da magnitude do ofuscamento (IESNA, 2004), das condições ambientais, da tarefa ou da interface digital, que possam influenciar ou determinar os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual. Nesse sentido, a literatura ainda apresenta poucas evidências quantitativas.

A iluminância na área de ofuscamento em nosso experimento foi medida em 9205 cd/m², enquanto que nas áreas sem ofuscamento, a medição oscilou entre 397,5 e 460 cd/m². A iluminância de 9205 cd/m² foi suficiente para gerar um ofuscamento incapacitante (IESNA, 2000), suficiente para afetar o desempenho visual e provocar a necessidade de movimentos corporais para a manutenção da eficiência visual.

Intensidades baixas de luminância, como as que geram um ofuscamento desconfortável podem não causar uma condição incapacitante da função visual. Referências apontam que o ofuscamento desconfortável não afeta o desempenho visual (IESNA, 2000), ou que não necessariamente afetam o desempenho visual (WOLSKA; SAWICKI, 2014). Entretanto, o ofuscamento desconfortável ainda não é bem compreendido (PIERSON; WIENOLD; BODART, 2017) e apesar de não ter necessariamente efeito deficitário sobre a visibilidade e sobre o desempenho temporal (OSTERHAUS, 2005), esse fenômeno, mesmo que moderado, ainda pode desencadear movimentos da cabeça em busca de manter a capacidade visual.

CONCLUSÕES

A pesquisa alcançou o seu objetivo, obtendo resultados que evidenciam quantitativamente a magnitude dos efeitos do ofuscamento refletido, disposto verticalmente em interfaces digitais, sobre os movimentos da cabeça em busca de uma melhor condição visual.

Relacionar esses resultados aos obtidos anteriormente em nossa pesquisa inicial, sobre os efeitos do ofuscamento refletido disposto horizontalmente em interfaces digitais, possibilitou que fossem determinadas as condições em que os movimentos da cabeça podem ser executados em busca de uma melhor condição visual, além de detalhar suas direções e amplitudes nos eixos de deslocamento e ângulos de rotação, em função da disposição horizontal ou vertical do ofuscamento na interface digital. Em síntese, por meio da integração desses resultados foi possível formular evidências mais

amplas sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos da cabeça.

As evidências alcançadas constituem-se como diretrizes que podem contribuir com a pesquisa e desenvolvimento em Ergonomia; com a formulação de normas e recomendações ergonômicas; e com o projeto de produtos e ambientes.

Apontamos como as principais limitações da nossa pesquisa a falta da investigação sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos do tronco, associados aos movimentos da cabeça e sobre a influência de diferentes tamanhos e posicionamentos da interface digital.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOWRISANKARAN, S.; SHEEDY, J. E. Computer vision syndrome: A review. **Work**, v. 52, n. 2, p.303-314, 2015.

HEDGE, A.; JAMES, T.; PAVLOVIC-VESELINOVIC, S. Ergonomics concerns and the impact of healthcare information technology. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 41, n. 4, p.345-351, 2011.

IESNA. **The IESNA: Lighting Handbook**. 9. ed. New York: Illuminating Engineering, 2000. 100 p.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 614 p.

JUUL-KRISTENSEN, Birgit et al. Computer users' risk factors for developing shoulder, elbow and back symptoms. **Scandinavian Journal Of Work, Environment & Health**, v. 30, n. 5, p.390-398, 2004.

LAMPI, Eino. The sources of light and lighting at work. **Acta Ophthalmologica**, v. 62, n. 161, p.66-83, 1984.

LAND, Michael F. Eye movements and the control of actions in everyday life. **Progress In Retinal And Eye Research**, v. 25, n. 3, p.296-324, 2006.

MORK, Randi et al. Visual and psychological stress during computer work in healthy, young females-physiological responses. **International Archives Of Occupational And Environmental Health**, v. 91, n. 7, p.811-830, 2018.

MORK, Randi; BRUENECH, Jan; THORUD, Hanne Mari. Effect of Direct Glare on Orbicularis Oculi and Trapezius During Computer Reading. **Optometry And Vision Science**, Birmingham, v. 97, n. 7, p.738-749, 2016.

OSTERHAUS, Werner K.e. Discomfort glare assessment and prevention for daylight applications in office environments. **Solar Energy**, v. 79, n. 2, p.140-158, ago. 2005.

PARIHAR, Maj Gen J.k.s. et al. Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTS). **Medical Journal Armed Forces India**, v. 72, n. 3, p.270-276, 2016.

PIERSON, Clotilde; WIENOLD, Jan; BODART, Magali. Discomfort glare perception in daylighting: influencing factors. **Energy Procedia**, v. 122, n. 1, p.331-336, 2017.

PORCAR, Esteban; PONS, Alvaro M.; LORENTE, Amalia. Visual and ocular effects from the use of flat-panel displays. **International Journal Of Ophthalmology**, v. 9, n, 6, p.881-885, 2016.

WOLSKA, Agnieszka; SAWICKI, Dariusz. Evaluation of discomfort glare in the 50+ elderly: experimental study. **International Journal Of Occupational Medicine And Environmental Health**, v. 27, n. 3, p.444-459, 2014.

CAPÍTULO 8

Efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual

8 EFEITOS DO OFUSCAMENTO REFLETIDO EM INTERFACES DIGITAIS SOBRE O DESEMPENHO TEMPORAL E DISCRIMINATIVO DA ATIVIDADE VISUAL

RESUMO

A exposição a ofuscamentos reflexivos ocorre com grande frequência durante as interações humanas com as interfaces digitais de dispositivos como computadores, *tablets* e *smartphones* entre outros. Diversos problemas ergonômicos estão associados a essa condição. Essa pesquisa teve como objetivo investigar quantitativamente os efeitos do ofuscamento refletido, disposto verticalmente em interfaces digitais, sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual. Também foi estabelecido como objetivo analisar e discutir os resultados em relação aos obtidos em nossa pesquisa anterior, na qual investigamos com a mesma abordagem os efeitos do ofuscamento refletido disposto horizontalmente na interface digital. Esses aspectos ainda são pouco estudados quantitativamente, apesar de serem amplamente abordados por pesquisas, normas e recomendações ergonômicas. Os participantes realizaram a leitura de caracteres gráficos apresentados em um *tablet*, com uma faixa vertical de ofuscamento no centro de sua interface, gerando áreas com e sem ofuscamento. O desempenho temporal da atividade visual foi analisado por meio do rastreamento dos movimentos oculares, obtidos por um *eye tracker*. O desempenho visual discriminativo foi analisado por meio dos registros áudio visuais da condição experimental, os quais possibilitaram conferir os erros e acertos na leitura dos caracteres gráficos. O resultado mostra que o ofuscamento refletido não afetou o desempenho visual discriminativo. Também mostra que o desempenho temporal da atividade visual não sofreu alterações significativas entre as áreas da interface com e sem ofuscamento. *A priori*, esse resultado parece evidenciar que não houve efeito do ofuscamento refletido, disposto verticalmente na interface digital, sobre o desempenho temporal da atividade visual. Entretanto, esses desempenhos temporais, quando correlacionados aos obtidos na condição com ofuscamento horizontal, não são significativamente diferentes do resultado obtido na área com ofuscamento e são significativamente mais morosos do que os obtidos na área sem ofuscamento. Portanto, essa evidência mostra que o ofuscamento refletido verticalmente na interface digital afetou o desempenho temporal da atividade visual nas áreas com e sem ofuscamento da interface. Os resultados de nossa pesquisa anterior, os quais foram correlacionados aos atuais, mostram que o ofuscamento refletido disposto horizontalmente na interface digital não afeta a eficiência visual discriminativa, porém, o tempo demandado nesse processo foi significativamente maior. Concluiu-se que as estratégias visuais adotadas frente ao ofuscamento refletido em interfaces digitais podem ser efetivas para a manutenção da eficiência discriminativa, o que ocorre em detrimento da eficiência temporal.

Palavras chave: Eficiência visual, Ergonomia, Ergoftalmologia, Ofuscamento refletido, Visão

ABSTRACT

Exposure to reflected glare occurs most frequently during human interactions with the digital interfaces of devices such as computers, tablets and smartphones, among others. Several ergonomic problems are associated with this condition. This research aimed to quantitatively investigate the effects of reflected glare, arranged vertically on digital

interfaces, on the temporal and discriminative performance of visual activity. It was also established as an objective to analyze and discuss the results in relation to those obtained in our previous research, in which we investigated with the same approach the effects of reflected glare arranged horizontally on the digital interface. This aspect is still little studied quantitatively, although it is widely approached by research, norms and ergonomic recommendations. The participants performed the reading of graphic characters presented on a tablet, with a vertical glare band in the center of its interface, generating areas with and without glare. The temporal performance of the visual activity was analyzed through the tracking of eye movements, obtained by an eye tracker. The discriminative visual performance was analyzed through visual audio records of the experimental condition, which allowed to check the errors and correct reading of the graphic characters. The result shows that the reflected glare did not affect discriminative visual performance. It also shows that the temporal performance of visual activity has not undergone significant changes between the areas of the interface with and without glare. A priori, this result seems to show that there was no effect of the reflected glare, vertically arranged on the digital interface, on the temporal performance of visual activity. However, these temporal performances, when correlated with those obtained in the condition with horizontal glare, are not significantly different from the performance obtained in the area with glare and are significantly slow than those obtained in the area without glare. Therefore, this evidence shows that the reflected glare vertically in the digital interface affects the temporal performance of visual activity in areas with and without glare from the interface. The results of our previous research, which were correlated to the current ones, show that the reflected glare horizontally displayed on the digital interface did not affect the discriminative visual efficiency, however, the time required for this process was significantly greater. It was concluded that the visual strategies adopted in the face of reflected glare in digital interfaces can be effective for maintaining discriminative efficiency, which occurs at the expense of temporal efficiency.

Key words: Visual Efficiency, Ergonomics, Ergophthalmology, reflected glare, vision

INTRODUÇÃO

Otimizar o desempenho humano é um dos princípios da Ergonomia. Nesse sentido, em relação às interações humano-computador, o desempenho da visão humana em interação com a interface digital se constitui como um vasto campo de pesquisa entre os domínios da ergonomia. Aspectos como, a distância de visualização, o *layout* da interface, emissão de luz e brilho da tela, o conforto e o desempenho visual e as condições de iluminação do ambiente, entre outros, frequentemente são objeto de pesquisa.

Em especial, os efeitos da exposição a condições de ofuscamento são potencialmente causadores de déficit no desempenho visual. O ofuscamento é caracterizado como uma sensação de incomodo ou perda de informação produzida pela

luminância absoluta ou pela relação de luminâncias no campo visual superior àquela a que os olhos estão adaptados (IESNA, 2000).

A exposição a ofuscamentos reflexivos gerados pela interação da iluminação do ambiente com a interface de dispositivos digitais como, monitores de computadores, *tablets* e *smartphones*, ocorre com grande frequência (DILAURA et al., 2011), (GLIMNE; BRAUTASET; SEIMYR, 2015) e (PORCAR; PONS; LORENTE, 2016). Por sua vez, as interações humanas com interfaces digitais também são muito frequentes no cotidiano contemporâneo para a execução de diversos tipos de atividades. Também é comum que essas interações ocorram continuamente por períodos prolongados.

O presente artigo aborda os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual. Esses efeitos podem comprometer o desempenho visual (LAMPI, 1984), (DILAURA et al., 2011) e (GLIMNE; BRAUTASET; SEIMYR, 2015). Entretanto, pesquisas ainda são necessárias para que sejam constituídas diretrizes ergonômicas com maiores especificidades (ZAFAR et al., 2012). Nesse sentido, realizamos experiências sob a hipótese de que o ofuscamento refletido em interfaces digitais pode comprometer o desempenho discriminativo e temporal da atividade visual.

O objetivo da presente pesquisa foi analisar quantitativamente os efeitos do ofuscamento refletido, disposto verticalmente em interfaces digitais, sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual. Também foi estabelecido como objetivo analisar e discutir os resultados em relação aos obtidos anteriormente na pesquisa inicial e realizada no mestrado, na qual investigamos com a mesma abordagem os efeitos do ofuscamento refletido, disposto horizontalmente em interfaces digitais, sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual.

Portanto, caracterizam-se como objetos de estudo o efeito da disposição do ofuscamento na interface digital, o desempenho visual discriminativo e o tempo dispendido no processo de discriminação visual durante a observação de caracteres gráficos. Esses aspectos ainda são pouco estudados com a aplicação de métodos quantitativos, em especial por meio do rastreamento dos movimentos oculares como é realizado em nossa pesquisa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nessa seção são apresentados em conjunto aspectos metodológicos das condições experimentais com ofuscamento horizontal (com informações da pesquisa

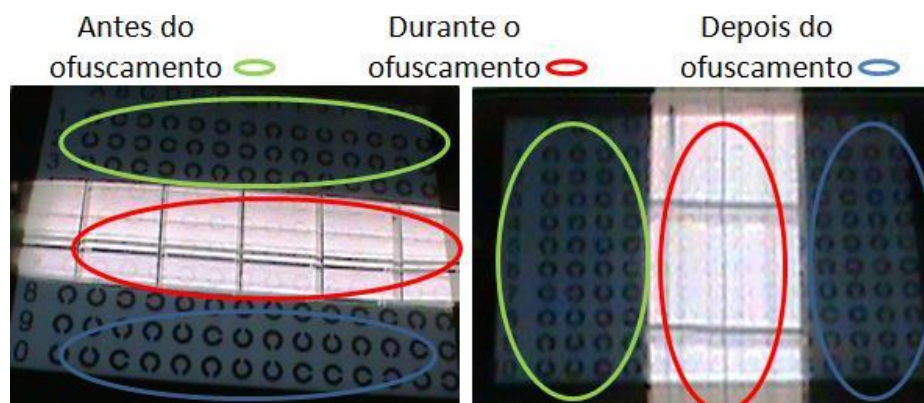
inicial já publicada na dissertação de mestrado) e com ofuscamento vertical (pesquisa atual). Os dados dessas pesquisas foram coletados juntos, de modo que não é possível dissociar os procedimentos metodológicos. A descrição de ambos também é necessária para o entendimento dos métodos. A pretendida publicação de um artigo também envolve ambas as pesquisas, em um modelo semelhante ao apresentado nesse capítulo da tese.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Humanos da Faculdade de Filosofia e Ciências (FFC) UNESP de Marília, parecer número 702/2013. Os sujeitos da pesquisa foram devidamente orientados sobre a sua participação voluntária e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Informação, Visão e Ação (LIVIA), do Departamento de Educação Física da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Campus de Bauru. Participaram 13 homens e 7 mulheres com idades entre 18 e 23 anos ($M = 20.2$; $DP = 2,14$). Os critérios de inclusão foram: não usar óculos; não apresentar déficit visual, exceto quando corrigido com o uso de lentes de contato; não ter diagnóstico de disfunção, distúrbio ou doença que possa comprometer a leitura e o reconhecimento de caracteres gráficos, bem como seu direcionamento (direita, esquerda, para cima e para baixo).

No laboratório, um *tablet* da marca Apple modelo *iPad 2 64GB wi-fi*, com tela de 9,7 polegadas foi utilizado para a visualização da tarefa do experimento. Um suporte da mesma marca também foi utilizado para manter o *tablet* em 30° de inclinação sobre a mesa. Um sistema móvel de iluminação foi desenvolvido para gerar uma faixa de ofuscamento no centro da interface do *tablet*. Dessa forma foi possível gerar duas condições experimentais, uma com a faixa de ofuscamento horizontal e outra com a faixa de ofuscamento vertical, em função do posicionamento do sistema de iluminação em relação à interface digital. Ambas são apresentadas na Figura 82.

Figura 82 – Visualização da interface digital nas condições com ofuscamento horizontal (à esquerda) e com ofuscamento vertical (à direita).



Fonte: foto do autor.

O sistema de iluminação era composto por um tripé com ajustes de altura adaptado para a sustentação de uma luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 32 W, Figura 83. Esse sistema movimentava-se sobre marcações preestabelecidas no chão.

Figura 83 - Sistema de iluminação e conjunto mesa-cadeira.



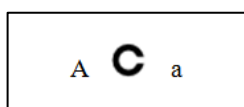
Fonte: foto do autor.

A iluminância sobre a interface do *tablet* na condição experimental foi medida com um luxímetro da marca Lutron modelo LX-101 e a luminância medida com um luminancímetro da marca Konika Minolta, modelo LS-110, ambos devidamente calibrados. Uma câmera filmadora da marca Sony modelo DCR-SR68 foi utilizada para registrar as coletas de dados.

No protocolo experimental, os participantes foram instruídos inicialmente quanto à forma de apresentação e execução da tarefa prescrita. Essa tarefa foi

constituída de observação visual para a identificação e verbalização da direção (direita, esquerda, cima e baixo) do optótipo “C” de Landolt. A leitura dos 140 caracteres gráficos foi realizada sequencialmente seguindo as linhas e no sentido de direção da leitura da escrita em português do Brasil. A Figura 84 estabelece um parâmetro sobre o tamanho dos optótipos em relação a uma letra com fonte e tamanho da fonte comumente utilizada na escrita textual.

Figura 84 - Tamanho dos optótipos apresentados na tarefa da condição experimental em relação a letras maiúsculas e minúsculas com fonte Times New Roman e tamanho da fonte 12.



Fonte: o autor

Cada participante realizou a tarefa uma vez em cada uma das duas condições experimentais. Os movimentos oculares dos participantes foram registrados por meio de um *Eye tracker* modelo H6 da marca *Applied Science Laboratories (ASL)*, dispositivo monocular com acurácia do ângulo visual de meio grau ($0,5^\circ$). E câmeras com taxa de amostragem de 60 Hz, Figura 85.

Figura 85 - Eye tracker.



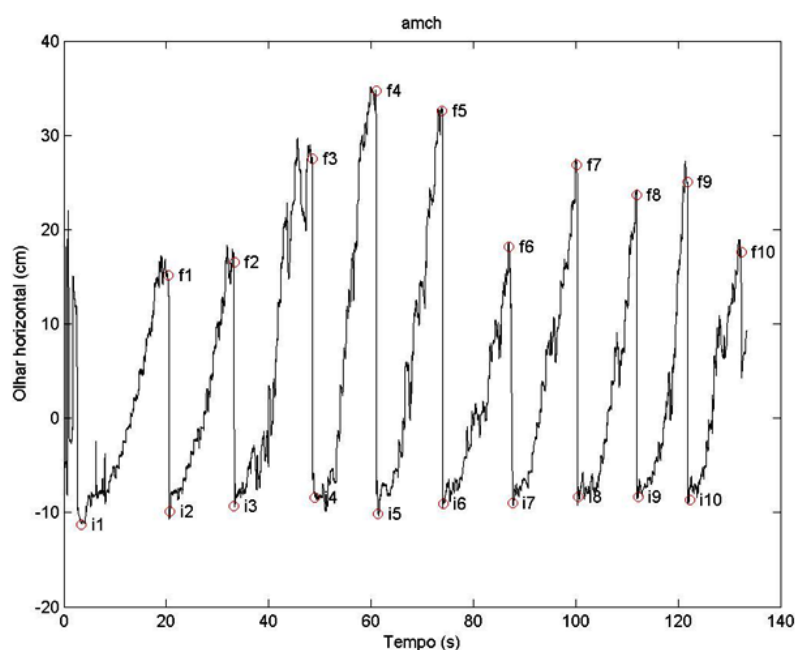
Fonte: o autor.

Dessa forma, foram obtidos dados brutos sobre a observação visual em toda a área da interface do *tablet* e o tempo dispendido nesse processo. Após serem extraídos do equipamento de coleta em formato proprietário, os dados foram formatados em planilhas e tratados no *Matrix Laboratory (matlab)* para a distinção dos períodos temporais de observação visual nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento. Para

esse procedimento, foi necessário adotar um método para cada condição experimental em função da disposição horizontal e vertical da área de ofuscamento na interface digital. Esses aspectos determinam de forma diferente as áreas com e sem ofuscamento.

Para a condição experimental com ofuscamento horizontal, foram gerados gráficos da linha do olhar horizontal na linha do tempo para cada participante. Nesses gráficos foram marcados os pontos iniciais e finais de observação visual em cada uma das linhas de leitura, Figura 86.

Figura 86 – Gráfico da linha do olhar horizontal com marcações (círculos vermelhos) referentes ao início (i) e fim (f) das linhas de leitura. Os números que acompanham as letras correspondem ao número da linha de leitura.

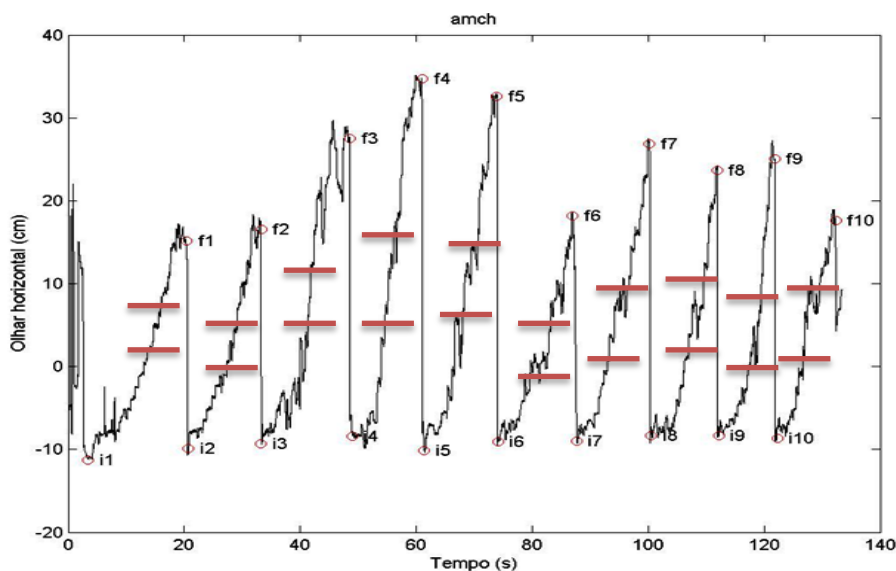


Fonte: o autor.

Para a condição experimental com ofuscamento vertical, também foram gerados gráficos da linha do olhar horizontal na linha do tempo para cada participante. Nesses gráficos foram marcados os pontos iniciais e finais de observação visual em cada uma das linhas de leitura. A rotina no *Matlab* foi preparada para determinar as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, desta vez presentes em todas as linhas de leituras. Nessa rotina, foram utilizadas informações da dimensão da interface do *tablet* associada à distribuição espacial das colunas de optótipos para localiza-las dentro das áreas antes, durante e depois do ofuscamento. A Figura 87 simula a delimitação dessas áreas. Consideramos essa figura como uma simulação, já que os pontos referentes aos traços que delimitam as áreas de ofuscamento nas linhas de leitura foram definidos por meio

de uma programação no *Matlab*. Portanto, não foram realmente marcados nos gráficos, como ocorreu nos procedimentos realizados com os pontos de início (i) e fim (f) das linhas de leitura.

Figura 87 – Simulação das marcações em cada uma das linhas de leitura em relação às áreas: antes do ofuscamento, entre o início (i) e o primeiro traço vermelho; durante o ofuscamento, entre os traços vermelhos; e depois do ofuscamento, entre o segundo traço vermelho e o fim (f).



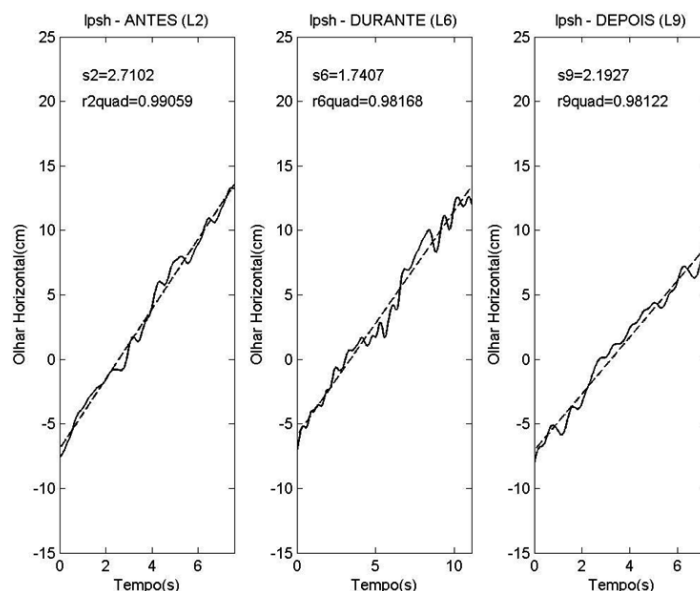
Fonte: o autor.

Além de definir os períodos de leitura nas áreas antes, durante e depois, as marcações de início e fim, também possibilitaram selecionar os períodos temporais em eram executados os movimentos oculares de fixação (representados no gráfico pelas linhas intermitentes e ascendentes), os quais são de interesse para nossas análises. Os períodos referentes aos movimentos sacádicos (representados pelas linhas contínuas e descendentes no gráfico) realizados para as trocas de linhas de leitura foram descartados.

Os procedimentos descritos a seguir, foram os mesmos para tratamento dos dados das duas condições experimentais. Porém, os dados de cada condição experimental foram tratados individualmente. Os dados da linha do olhar horizontal de cada participante, registrados nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento foram submetidos à regressão linear simples.

Na condição com ofuscamento horizontal foram selecionados para a regressão linear os dados obtidos nas linhas de leitura 2, 6 e 9 de cada participante, respectivas às áreas antes, durante e depois do ofuscamento. Com esse procedimento foram obtidas 20 plotagens (uma por participante), como mostra a Figura 88.

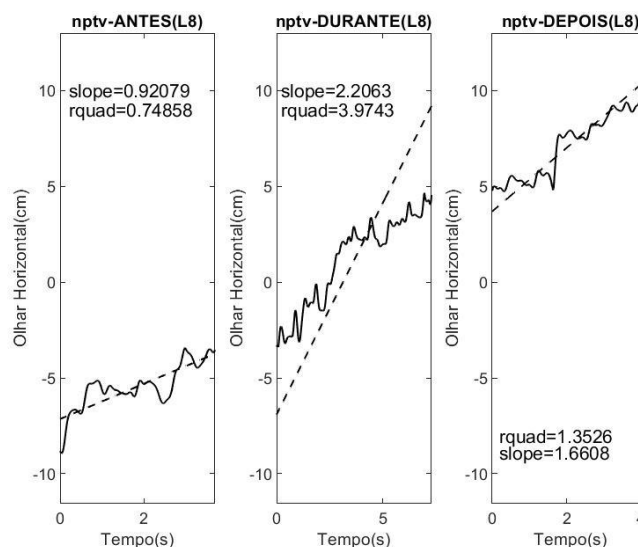
Figura 88 – Exemplo da plotagem dos dados da regressão linear simples de um dos participantes na condição com ofuscamento horizontal. Foram gerados três gráficos com as inclinações das retas de três linhas de leitura, correspondentes às áreas antes, durante e depois do ofuscamento respectivamente. Além dos valores das inclinações da reta e do coeficiente de determinação (R), observa-se também, acima dos gráficos, a identificação do participante (iniciais do nome), seguida da indicação da área de leitura e do número da linha de leitura.



Fonte: o autor.

Na condição de ofuscamento vertical foram selecionados para a regressão linear os dados de cinco linhas de leitura de cada participante. Nessa condição, em cada uma das linhas de leitura havia as áreas, antes, durante e depois do ofuscamento. Com esse procedimento foram obtidas cem plotagens (cinco por participante), como mostra a Figura 89.

Figura 89 - Exemplo da plotagem dos dados de uma linha de leitura após a regressão linear simples de um dos participantes na condição experimental com ofuscamento vertical. Foram gerados três gráficos por linha, correspondentes às inclinações das retas das áreas antes, durante e depois do ofuscamento respectivamente. Além dos valores das inclinações da reta e do coeficiente de determinação (R), observa-se também, acima dos gráficos, a identificação do participante (iniciais do nome), seguida da indicação da área de leitura e do número da linha de leitura.



Fonte: o autor.

Com esses procedimentos, foram configurados os dados para a análise estatística.

Para a condição com ofuscamento horizontal foram utilizados os valores das inclinações das retas do olhar horizontal (variável dependente), obtidos nas linhas de leitura 2, 6 e 9, respectivamente correspondentes a antes, durante e depois do ofuscamento (variáveis independentes).

Quanto à condição com ofuscamento vertical, para cada participante foram calculadas as médias das inclinações das retas obtidas por área (antes, durante e depois do ofuscamento) nas cinco linhas de leitura. Portanto, foram utilizadas para a análise estatística as médias dos valores das inclinações das retas do olhar horizontal (variável dependente) obtidas nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento das cinco linhas de leitura (variável dependente).

A análise estatística foi realizada por meio do *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* - versão 17.1SPSS. Os dados foram submetidos à análise de variância (*one-way ANOVA*) de medidas repetidas para o efeito do ofuscamento com três níveis (antes, durante e depois do ofuscamento). Foram adotados ajustes de graus de liberdade de *Greenhouse-Geisse* quando necessário. O nível de significância foi definido em 005

para todas análises. A comparação aos pares foi realizada no *post-hoc* por meio do teste de *Tukey HSD*.

Para a análise dos efeitos da disposição (vertical e horizontal) do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho temporal da atividade visual foram correlacionados os valores da inclinação da reta da linha do olhar horizontal da linha de leitura com ofuscamento vertical (linha inteira, sem dividi-la em antes, durante e depois do ofuscamento) e os valores das inclinações das retas da linha do olhar horizontal das linhas de leitura correspondentes às áreas antes, durante e depois do ofuscamento na condição com ofuscamento horizontal. Esses dados foram submetidos à análise de variância (*one-way ANOVA*) de medidas repetidas para o efeito do ofuscamento com quatro níveis (antes, durante e depois do ofuscamento da condição com ofuscamento horizontal e uma linha da condição com ofuscamento vertical). Foram adotados ajustes de graus de liberdade de *Greenhouse-Geisse* quando necessário. O nível de significância foi definido em 005 para todas análises. A comparação aos pares foi realizada no *post-hoc* por meio do teste de *Tukey HSD*. Os dados da condição com ofuscamento vertical de dois participantes apresentaram erro para essa análise. Portanto, ela foi realizada com os dados de 18 participantes.

O desempenho visual discriminativo foi analisado por meio dos erros e acertos no reconhecimento da direção dos optótipos. Durante o experimento, um dos pesquisadores acompanhou a verbalização da direção dos optótipos para a marcação dos eventuais erros em uma cópia impressa da tarefa. O procedimento foi revisado posteriormente por meio do áudio obtido com a filmagem das coletas de dados.

RESULTADOS

Nessa seção também são apresentados os resultados de nossa pesquisa inicial, obtidos na condição experimental com ofuscamento horizontal, os quais já foram publicados na dissertação de mestrado. Essa reapresentação é necessária já que os resultados das condições experimentais, com ofuscamento horizontal e vertical foram correlacionados e geraram outros resultados.

Os resultados estão divididos em quatro seções: condição com ofuscamento horizontal; condição com ofuscamento vertical; correlação dos efeitos da disposição (horizontal e vertical) do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho temporal da atividade visual; e desempenho visual discriminativo.

Os resultados das análises de variância estão apresentados da seguinte forma: F (M ; SD), onde F = variação entre as médias da amostra, M = média e SD = desvio padrão.

Condição com ofuscamento horizontal

A análise da variância da inclinação das retas da linha do olhar horizontal indicou efeito significativo do ofuscamento horizontal, F (1.8 ms, 34.8 ms) = 7.84 ms, p = 0.002.

A comparação aos pares foi significativa para as áreas antes e durante o ofuscamento, Figura 90. Esse resultado mostra que o desempenho temporal da atividade visual na área anterior ao ofuscamento foi significativamente menor em relação ao desempenho na área com ofuscamento refletido.

Figura 90 - Comparação aos pares da inclinação das retas da linha do olhar horizontal nas áreas antes e durante na condição com ofuscamento horizontal.

	Média do tempo de leitura (ms)	Desvio padrão (ms)
Antes do ofuscamento	2,22	0,14
Durante o ofuscamento	1,76	0,10
Significância (p)	0,001*	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares não foi significativa para as áreas durante e depois do ofuscamento, Figura 91, mostrando que após a exposição ao ofuscamento refletido, o desempenho temporal da atividade visual permanece comprometido transitoriamente. Portanto, indica que a exposição ao ofuscamento refletido também causa um efeito residual que compromete o desempenho temporal da atividade visual em curto prazo.

Figura 91 - Comparação aos pares da inclinação das retas da linha do olhar horizontal das áreas durante e depois do ofuscamento na condição com ofuscamento horizontal.

	Média do tempo de leitura (ms)	Desvio padrão (ms)
Durante o ofuscamento	1,76	0,10
Depois do ofuscamento	2,04	0,13
Significância (p)	0,108	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares não foi significativa para as áreas antes e depois do ofuscamento, Figura 92. Esse resultado mostra que não houve diferença significativa no desempenho temporal da atividade visual nas áreas antes e depois do ofuscamento. Entretanto, fica evidente que o desempenho temporal da atividade visual é recuperado gradativamente após ser comprometido pela exposição ao ofuscamento refletido em interfaces digitais.

Figura 92 - Comparação aos pares da inclinação das retas da linha do olhar horizontal das áreas antes e depois do ofuscamento na condição com ofuscamento horizontal.

	Média do tempo de leitura (ms)	Desvio padrão (ms)
Antes do ofuscamento	2,22	0,14
Depois do ofuscamento	2,04	0,13
Significância (p)	0,530	

Fonte: o autor.

Condição com ofuscamento vertical

A análise da variância da inclinação das retas da linha do olhar horizontal não indicou efeito significativo do ofuscamento vertical, $F(1,09 \text{ ms}, 20,76 \text{ ms}) = 1,607 \text{ ms}$, $p = 0,221$. Esse resultado mostra que não há diferença significativa no desempenho temporal da atividade visual entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento quando a área de ofuscamento está disposta verticalmente na interface digital.

Efeitos da disposição (vertical e horizontal) do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho temporal da atividade visual

A análise de variância da inclinação das retas da linha do olhar horizontal mostrou que houve efeito significativo da disposição do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho temporal da atividade visual, $F(3 \text{ ms}, 45 \text{ ms}) = 7,68 \text{ ms}$, $p < 0,001$.

A comparação aos pares da inclinação da reta da linha do olhar horizontal das linhas de leitura com ofuscamento vertical e com ofuscamento horizontal não foi significativa para o efeito da disposição do ofuscamento, Figura 93. Esse resultado mostra que o desempenho temporal da atividade visual para a leitura da linha com ofuscamento vertical, na qual apenas parte da informação visual está sob a área de ofuscamento é semelhante ao desempenho obtido para a leitura da linha com ofuscamento horizontal, na qual toda a informação visual está sob a área de ofuscamento.

Figura 93 - Comparação aos pares do valor da inclinação da reta da linha do olhar horizontal da linha de leitura com ofuscamento vertical e da linha de leitura com ofuscamento horizontal.

	Média do valor da inclinação da reta (ms)	Desvio padrão (ms)
Linha de leitura com ofuscamento vertical	1,64	0,10
Linha de leitura com ofuscamento horizontal	1,78	0,10
Significância (p)	0,317	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares da inclinação da reta da linha do olhar horizontal da linha de leitura com ofuscamento vertical e da linha de leitura antes do ofuscamento horizontal, (ou seja, sem ofuscamento) foi significativa, Figura 94. Esse resultado mostra que o desempenho temporal da atividade visual é mais moroso para a leitura da linha com ofuscamento vertical do que para a leitura da linha sem ofuscamento é mais moroso, na qual apenas parte da informação visual está sob a área de ofuscamento é semelhante ao desempenho obtido para a leitura da linha com ofuscamento horizontal, na qual toda a informação visual está sob a área de ofuscamento.

Figura 94 - Comparação aos pares do valor da inclinação da reta da linha do olhar horizontal da linha de leitura com ofuscamento vertical e da linha de leitura antes do ofuscamento horizontal.

	Média do valor da inclinação da reta (ms)	Desvio padrão (ms)
Linha de leitura com ofuscamento vertical	1,64	0,10
Linha de leitura antes do ofuscamento horizontal	2,30	0,16
Significância (p)	0,002*	

Fonte: o autor.

A comparação aos pares da inclinação da reta da linha do olhar horizontal da linha de leitura com ofuscamento vertical e da linha de leitura depois do ofuscamento horizontal não foi significativa, Figura 95. Esse resultado mostra que o desempenho temporal da atividade visual na linha de leitura com ofuscamento vertical é semelhante ao desempenho obtido na linha de leitura depois do ofuscamento horizontal, na qual o desempenho visual parece ser afetado por um efeito residual deficitário da exposição ao ofuscamento.

Figura 95 - Comparação aos pares do valor da inclinação da reta da linha do olhar horizontal da linha de leitura com ofuscamento vertical e da linha de leitura depois do ofuscamento horizontal.

	Média do valor da inclinação da reta (ms)	Desvio padrão (ms)
Linha de leitura com ofuscamento vertical	1,64	0,10
Linha de leitura depois do ofuscamento horizontal	2,13	0,15
Significância (p)	0,027*	

Fonte: o autor.

Desempenho visual discriminativo

Não houve nenhum erro no reconhecimento da direção dos optótipos. Portanto, não houve efeito do ofuscamento refletido, disposto verticalmente na interface digital, sobre o desempenho discriminativo da atividade visual dos participantes.

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar quantitativamente o efeito do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre desempenho discriminativo e temporal da atividade visual.

Os resultados obtidos mostram que o ofuscamento refletido, disposto nos sentidos horizontal e vertical na interface digital, não teve efeito sobre o desempenho discriminativo da atividade visual.

Os resultados de nossa pesquisa se contrapõem as referências da literatura, as quais, desde há muito tempo já sustentavam que o ofuscamento refletido pode comprometer a eficiência visual discriminativa (LAMPI, 1984; SUMMERS, 1989). Entre as pesquisas que evidenciam quantitativamente o efeito deficitário do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual discriminativo, suas abordagens e métodos são diferentes dos apresentados na presente pesquisa e se aplicam a situações específicas de uso de dispositivos com interfaces digitais. Entretanto, apresentam aspectos e evidências relevantes que contribuem com a discussão no presente artigo.

Na área da saúde, ao considerar os benefícios da acessibilidade móvel a exames de imagem com o uso de dispositivos como *tablets* e *smartphones*, os pesquisadores investigaram o efeito da iluminação do ambiente em interação com a interface de dispositivos móveis sobre a eficiência visual (LIU; ZAFAR; BADANO, 2014). Eles observaram que os erros na detecção dos caracteres alfanuméricos aumentavam gradativamente com o aumento da iluminação do ambiente, que por sua vez, aumentava a magnitude do ofuscamento gerado em interação com as interfaces dos *smartphones*. A medição da iluminância do ambiente foi realizada em tempo real durante as observações visuais, porém a luminância não foi aferida.

Acreditamos que quantificar a luminância em pesquisas sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual é de grande importância, pois possibilita estabelecer discussões entre os resultados em relação à magnitude do ofuscamento.

Também consideramos importante, em pesquisas sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual, que sejam estabelecidos parâmetros sobre o tamanho dos caracteres apresentados para a leitura dos participantes. Em nossa pesquisa, o procedimento adotado para que os leitores tenham um parâmetro sobre o tamanho dos caracteres da tarefa experimental foi a sua comparação com letras com fonte (*times new roman*) e tamanho da fonte (12) comumente utilizados na escrita textual, conforme apresentado imageticamente na seção

métodos. Esse aspecto, também é importante para que os resultados de pesquisas possam ser discutidos com maior fundamentação.

A avaliação do uso do *tablet* para a apresentação de optótipos para a medição clínica da acuidade visual demonstrou que esse método é deficitário em relação ao tradicional devido à ocorrência de ofuscamentos reflexivos gerados na interface do *tablet* em interação com a iluminação do ambiente (BLACK et al., 2013).

Quanto ao desempenho temporal da atividade visual, metodologicamente a pesquisa que mais se assemelha a nossa investiga o efeito do ofuscamento refletido na tela do computador sobre o tempo de leitura de textos (GLIMNE; BRAUTASET; SEIMYR, 2015). Essa pesquisa demonstrou, por meio do rastreamento dos movimentos oculares, que quanto maior fosse a adversidade causada pelo ofuscamento, mais lenta era a velocidade de leitura em decorrência da necessidade de maior tempo de duração das fixações oculares para a aquisição da informação.

Importante observar em colocações (LAMPI, 1984) e em evidências científicas (GLIMNE; BRAUTASET; SEIMYR, 2015) que afirmam que o ofuscamento refletido aumenta o tempo de leitura de textos, que a leitura textual envolve aspectos semânticos e gramaticais que podem influenciar de maneira diferente o tempo de leitura entre indivíduos. Devido a essa possibilidade, para maior controle experimental optamos em nossa pesquisa pela leitura de optótipos, em vez da leitura textual.

A avaliação do desempenho visual, analisado por meio do tempo de leitura em uma interface digital, também demonstrou que o ofuscamento por reflexão aumenta o tempo de leitura (GARCIAI; WIERWILLE, 1985). Nesse experimento, a tarefa dos participantes foi ler um texto apresentado na tela de um computador em duas condições experimentais, uma com exposição ao ofuscamento por reflexão e outra sem a presença do ofuscamento refletido.

Nossa pesquisa também corrobora com as evidências obtidas no experimento realizado com o objetivo de investigar o uso de tratamentos antirreflexo para dispositivos de leitura de papel eletrônico (LIN et al., 2009). Nessa pesquisa, o resultado mostra que há efeito deficitário do ofuscamento refletido sobre o tempo de busca visual, porém sem efeito sobre o desempenho discriminativo como também foi evidenciado em nossa pesquisa.

Evidências obtidas por meio de um experimento realizado com grupos de indivíduos em condições ambientais com e sem exposição ao ofuscamento refletido na interface digital apontam que o ofuscamento tem efeito deficitário significativo sobre o desempenho visual (LIN et al., 2019). Os participantes realizaram diversos tipos de tarefas visuais (jogos interativos, vídeos, digitação, testes de compreensão de leitura e exercícios de interpretação de gráficos) e responderam um questionário sobre desempenho visual e os *scores* obtidos foram analisados estatisticamente. Métodos de pesquisa indiretos, como esse podem gerar questionamentos sobre a fidedignidade dos resultados, considerando que o desempenho visual é determinado somente pelas capacidades do sistema visual, enquanto que, aspectos como o conforto visual estão relacionados às percepções e expectativas das pessoas (IESNA, 2000). “O desempenho visual é o desempenho do sistema visual humano medido com, por exemplo, a velocidade e a precisão da execução de uma tarefa visual” (ZALESINSKA, 2018).

A pesquisa realizada por meio da simulação virtual da exposição a ofuscamentos reflexivos em uma interface digital, desenvolvida com o objetivo de investigar os efeitos desse fenômeno sobre a detecção e processamento de informações visuais periféricas mostra que os efeitos do ofuscamento refletido afeta o desempenho na detecção de informações visuais periféricas (HUANG; MENOZZI, 2014). Nessa pesquisa, enquanto os participantes realizavam a tarefa de observação visual dedicada ao reconhecimento da orientação de setas que surgiam aleatoriamente no campo visual central e periférico. Um quadro branco, com uma luminância de 25 cd/m^2 precedia por 200 milissegundos (ms) a exibição da metade das setas para simular o ofuscamento refletido na interface digital. Os autores concluíram que esse método possibilita realizar experimentos sobre os efeitos do ofuscamento refletido sobre o desempenho humano, embora o nível de luminância gerado em tais sistemas de exibição seja muito inferior ao nível de luminância de uma fonte real de ofuscamento.

Importante observar na pesquisa de (HUANG; MENOZZI, 2014), abordada no parágrafo anterior, que a tarefa visual do experimento era realizada por trinta minutos. Em nossa pesquisa, a leitura dos caracteres em cada condição experimental durava aproximadamente quatro minutos. Portanto, é possível inferir que o ofuscamento refletido em interfaces digitais pode afetar o desempenho visual não só em condições de exposição relativamente mais rápidas, como em nossa pesquisa em que a tarefa em cada

uma das condições experimentais durava no máximo quatro minutos, mas também em condições de exposição mais duradouras.

A luminância de 25 cd/m^2 , aplicada para gerar a condição de ofuscamento a visão no experimento de Huang e Menozzi (2014) causa um ofuscamento desconfortável, como colocam os autores, os quais concluem que mesmo o ofuscamento desconfortável deve ser incluído como critério de qualidade para os padrões de iluminação.

Referências apontam que o ofuscamento desconfortável não é capaz de afetar o desempenho visual (IESNA, 2000), ou que não afeta necessariamente o desempenho visual (WOLSKA; SAWICKI, 2014), ou ainda que, não interfere necessariamente no desempenho visual ou na visibilidade (OSTERHAUS, 2005). Entretanto, em pesquisas, os efeitos do ofuscamento desconfortável ainda não são bem definidos (SHEEDY; SMITH; HAYES, 2005). Em nossa pesquisa, a luminância da área de ofuscamento foi de 9205 cd/m^2 , gerando um ofuscamento incapacitante (IESNA, 2000).

Em pesquisas, os efeitos da exposição ao ofuscamento refletido (classificado como desconfortável) sobre o desempenho visual podem não ser evidenciados devido às estratégias adotadas em função da manifestação de incômodos visuais antes que alguma mudança mensurável no desempenho da tarefa possa ser detectada (HOPKINSON, 1972). Esses autores, ainda argumentam que essa é uma razão para a falta de pesquisas sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais (*video display terminal - VDT*) sobre o desempenho visual. De fato, mesmo sem o alcance preciso das razões, desde há muito tempo, até a contemporaneidade, a produção científica sobre esse tema parece ser pouco expressiva.

A pesquisa sobre os efeitos do ofuscamento desconfortável sobre a detecção e processamento de informações visuais periféricas demonstrou, por meio de evidências quantitativas, que esse fenômeno pode prejudicar mais o desempenho na detecção de informações visuais periféricas do que a detecção das informações localizadas no campo visual central (HUANG; MENOZZI, 2014).

O resultado da pesquisa experimental, realizada em busca de determinar se o ofuscamento desconfortável causaria decréscimo no desempenho visual, mostrou que não houve diferença significativa na velocidade e precisão visual entre as quatro condições analisadas, uma sem ofuscamento e outras três com diferentes níveis de

ofuscamento desconfortável (80, 320 e 1280 cd/m²), estabelecidos conforme os índices da *IES Glare Index* (STONE; GROVES, 1968). Entretanto, nesse experimento o ofuscamento refletido não foi gerado em uma interface digital e nem sobre a área direta de observação visual. A tarefa dos dezesseis participantes consistiu na leitura de optótipos (C de Landolt) apresentados em uma folha de papel colocada sobre uma mesa com inclinação de quinze graus em relação a horizontal e com a área de ofuscamento localizada logo atrás da folha. A cabeça dos participantes permaneceu fixa, limitada por um suporte a treze polegadas do centro da tarefa e com ângulo de visão de quinze graus. Um cronômetro foi utilizado para determinar a velocidade de leitura ao final de cada folha. Foi pré-determinado aos participantes, que alguns optótipos deveriam ser identificados em meio aos outros e a precisão visual foi analisada por meio da quantidade de alvos identificados em relação ao total.

Quanto à origem do ofuscamento, ou seja, se ele é classificado como direto ou indireto/refletido (IESNA, 2000; IIDA, 2015), ao comparar os resultados do desempenho visual das pesquisas apresentadas nos dois próximos parágrafos aos obtidos em nossa pesquisa, observamos que esse fator pode influenciar seus efeitos.

A análise sobre o tempo de execução da tarefa de leitura de caracteres gráficos (C de Landolt) e do número de erros no reconhecimento dos mesmos demonstrou que não houve efeito significativo do ofuscamento direto sobre o desempenho visual (WOLSKA; SAWICKI, 2014). Nesse experimento, cada participante realizou a tarefa durante uma hora, a qual era baseada principalmente no reconhecimento de caracteres gráficos apresentados na tela de um computador. O ofuscamento direto foi gerado por luminárias no campo visual e um programa de computador foi utilizado para registrar o tempo de leitura e os erros de reconhecimento dos caracteres.

Uma investigação sobre o efeito do ofuscamento direto sobre o desempenho de trabalho no computador mostra um resultado oposto ao de nossa pesquisa. Os pesquisadores observaram que não houve efeito significativo do ofuscamento direto sobre o número de palavras lidas pelos participantes em um determinado período temporal (MORK; BRUENECH; THORUD, 2016). Importante observar, que além das diferenças metodológicas entre essa pesquisa e a nossa, as estratégias visuais para se desvencilhar do ofuscamento direto e do ofuscamento indireto (refletido) podem ser diferentes, apesar do efeito fisiológico sobre os olhos ser o mesmo. Portanto, essas

estratégias podem demandar maior ou menor tempo para a manutenção da eficiência visual discriminativa.

Sustentamos a hipótese de que o ofuscamento por reflexão tende a causar maior déficit ao desempenho visual do que o ofuscamento direto. Nesse sentido, não encontramos referências na literatura, indicando um campo de pesquisa em aberto. Essa hipótese justifica-se em função das características da origem do ofuscamento. Quando ele é direto é causado por uma fonte de luz no campo visual, a qual tem uma localização espacial fixa e fora do foco de observação visual. Quando indireto, o ofuscamento é gerado no foco de observação visual e produz nas interfaces digitais áreas com e sem ofuscamento, ou seja, áreas com diferentes níveis de luminância. Sob essa condição, é possível que os constantes esforços de adaptação, acomodação e convergência visual, estimulados pela frequência das alternâncias da luminância, possam causar maior déficit ao desempenho da atividade visual do quando há exposição ao ofuscamento direto.

Movimentos corporais também podem ser executados como estratégias em busca de uma melhor condição visual (LAMPI, 1984), já que o controle do olhar pode envolver os movimentos de olhos, cabeça e tronco (LAND, 2005). Os movimentos da cabeça estimulam o reflexo vestibulo-ocular (RVO). Esse reflexo busca combinar a velocidade dos movimentos dos olhos à velocidade da cabeça para manter a imagem estacionária na retina (CARPENTER, 1988; SUMMALA; NIEMINEN; PUNTO, 1996). Esse processo exige aproximadamente 16 milissegundos (LEIGH; ZEE, 1991). O tempo demandado pela frequente ativação desse mecanismo, devido à execução de movimentos corporais em busca de uma melhor condição visual frente ao ofuscamento refletido em interfaces digitais, pode ser uma das explicações de como ocorrem os processos que desencadeiam o déficit no desempenho temporal da atividade visual.

Na condição experimental com ofuscamento horizontal, a comparação aos pares demonstrou que não houve diferença significativa no desempenho temporal da atividade visual entre as áreas durante e depois do ofuscamento. Esse resultado sugere que houve efeito residual da exposição ao ofuscamento sobre o desempenho temporal da atividade visual. De fato, as trocas de luminância influenciam transitoriamente a capacidade visual e desencadeiam processos adaptativos de acomodação e convergência visual (SHEEDY; SMITH; HAYES, 2005). Esses processos adaptativos ocorrem em menor

tempo em condições em que há aumento da luminância, do quando ocorre a sua diminuição.

Ainda sobre a condição experimental com ofuscamento horizontal, a comparação aos pares mostra que a leitura na área antes do ofuscamento demandou menor tempo em relação à leitura na área depois do ofuscamento. Porém essa diferença não foi estatisticamente significativa, mas mostra que o desempenho temporal da atividade visual é recuperado gradativamente após ser comprometido pela exposição ao ofuscamento refletido em interfaces digitais. Essa evidência, também corrobora com a ocorrência de um efeito residual transitório do ofuscamento sobre desempenho temporal da atividade visual.

Quanto à condição com ofuscamento vertical, o resultado de nossa pesquisa mostra que não houve efeito do ofuscamento sobre o desempenho da atividade visual em relação ao tempo de leitura nas áreas antes, durante e depois do ofuscamento, já que na análise de variância da inclinação das retas da linha do olhar horizontal entre as áreas não foi significativa. Entretanto, esse resultado não mostra necessariamente que o desempenho temporal da atividade visual não foi afetado pelo ofuscamento refletido disposto verticalmente na interface digital.

Ao analisar os dados da condição com ofuscamento vertical sob outra perspectiva, na qual excluimos as análises com base na correlação do desempenho temporal da atividade visual entre áreas, ou seja, antes, durante e depois do ofuscamento é possível observar o efeito do ofuscamento refletido. Sob essa outra perspectiva foram correlacionados, o valor da inclinação da reta da linha do olhar horizontal de uma linha de leitura da condição com ofuscamento vertical (sem separa-la por áreas - antes, durante e depois do ofuscamento) com os valores das inclinações das retas da linha do olhar horizontal que foram obtidos nas linhas de leitura antes, durante e depois da condição com ofuscamento horizontal.

Com o procedimento descrito no final do parágrafo anterior constatamos que não há diferença significativa no tempo dispendido para a leitura entre a linha com ofuscamento vertical e as linhas durante e depois do ofuscamento na condição horizontal, nas quais o déficit no desempenho temporal da atividade visual foi evidenciado. Também constatamos que a exposição à condição com ofuscamento vertical causou efeito deficitário sobre o tempo de leitura em relação à área correspondente a antes do ofuscamento na condição horizontal. Portanto, o efeito do

ofuscamento pode ser observado ao longo de toda a linha de leitura na condição com ofuscamento vertical, apesar de não ter sido observado entre as áreas antes, durante e depois do ofuscamento, como ocorreu com a condição com ofuscamento horizontal.

Em relação à condição com ofuscamento horizontal, na condição com ofuscamento vertical, as trocas de luminância ocorrem com maior frequência devido à área de ofuscamento estar presente em parte de todas as linhas de leitura. Dessa forma, em resposta aos estímulos da constante exposição visual as trocas de luminâncias, os processos adaptativos de acomodação e convergência visual também ocorrem com maior frequência. Esses processos adaptativos interferem transitoriamente na capacidade visual (SHEEDY; SMITH; HAYES, 2005).

CONCLUSÕES

Os resultados mostram que as estratégias visuais adotadas frente ao ofuscamento refletido, disposto nos sentidos horizontal e vertical na interface digital podem ser efetivas para manter o desempenho visual discriminativo, o que ocorre em detrimento ao desempenho temporal da atividade visual.

Observamos que a disposição do ofuscamento (horizontal ou vertical com tamanhos proporcionais) pode determinar maior ou menor efeito do ofuscamento sobre o desempenho temporal da atividade visual. Quando o ofuscamento está disposto horizontalmente, o desempenho temporal é afetado apenas durante a exploração visual sobre a área de ofuscamento e é retomado gradativamente em curto prazo devido ao efeito residual após a exposição ao ofuscamento. Quando disposto verticalmente, o ofuscamento parece provocar maior déficit ao desempenho temporal, já que seu efeito pode ser constante durante a observação visual nas áreas com e sem ofuscamento da interface digital.

A presente pesquisa contribui com evidências sobre aspectos ergonômicos relevantes e pouco estudados quantitativamente, além de propor um método inovador para tal.

Apontamos como limitações de nossa pesquisa, a falta de investigações envolvendo: interfaces digitais com outras dimensões; a utilização de optótipos com tamanhos diferentes; e a falta de abordagem sobre as estratégias visuais adotadas em busca de manter a eficiência visual, as quais podem envolver até mesmo movimentos da cabeça e tronco. Esses são aspectos relevantes para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLACK, J M et al. An assessment of the iPad as a testing platform for distance visual acuity in adults. **Bmj Open**, v. 3, n. 6, p.1-5, 2013.

CARPENTER, R. H. S. *Movements of the eyes*. 2. ed. London: PION LIMITED, 1988. 593 p.

DILAURA, David L. et al. **The Lighting Handbook: Reference and Application**. 10. ed. New York: Illuminating Engineering, 2011. 1087 p.

GARCIAI, Kathy Dugas; WIERWILLE, Walter W. Effect of Glare on Performance of a VDT Reading-Comprehension Task. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, v. 27, n. 2, p.163-173, 1985.

GLIMNE, Susanne; BRAUTASET, Rune; SEIMYR, G Öqvist. The effect of glare on eye movements when reading. **Work**, v. 50, n. 2, p.213-220, 2015.

HOPKINSON, R G. Glare from daylighting in buildings. **Applied Ergonomics**, v. 3, n. 4, p.206-215, 1972.

HUANG, Ying-yin; MENOZZI, Marino. Effects of discomfort glare on performance in attending peripheral visual information in displays. **Displays**, v. 35, n. 5, p.240-246, 2014.

IESNA. **The IESNA: Lighting Handbook**. 9. ed. New York: Illuminating Engineering, 2000. 100 p.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 614 p.

LAMPI, Eino. The sources of light and lighting at work. **Acta Ophthalmologica**, v. 62, n. 161, p.66-83, 1984.

LAND, Michael F.. Eye movements and the control of actions in everyday life. **Progress In Retinal And Eye Research**, v. 25, n. 3, p.296-324, 2006.

LEIGH, John. R.; ZEE, David S. **The neurology of eye movements**. Philadelphia: F. A. Davies, 1991. 561 p.

LIN, Chao Wen et al. The effects of reflected glare and visual field lighting on computer vision syndrome. **Clinical And Experimental Optometry**, v. 102, n. 3, p.327-345, 2019.

LIN, Yu-ting et al. Investigation of legibility and visual fatigue for simulated flexible electronic paper under various surface treatments and ambient illumination conditions. **Applied Ergonomics**, v. 40, n. 5, p.922-928, 2009.

LIU, Peter; ZAFAR, Fahad; BADANO, Aldo. The Effect of Ambient Illumination on Handheld Display Image Quality. **Journal Digit Imaging**, v. 27, n. 1, p.12-18, 2014.

MORK, Randi; BRUENECH, Jan; THORUD, Hanne Mari. Effect of Direct Glare on Orbicularis Oculi and Trapezius During Computer Reading. **Optometry And Vision Science**, Birmingham, v. 97, n. 7, p.738-749, jul. 2016.

OSTERHAUS, Werner K.e. Discomfort glare assessment and prevention for daylight applications in office environments. **Solar Energy**, v. 79, n. 2, p.140-158, 2005.

PORCAR, Esteban; PONS, Alvaro M.; LORENTE, Amalia. Visual and ocular effects from the use of flat-panel displays. **International Journal Of Ophthalmology**, v. 9, n. 6, p.881-885, 2016.

SHEEDY, James e; SMITH, Rob; HAYES, John. Visual effects of the luminance surrounding a computer display. **Ergonomics**, v. 48, n. 9, p.1114-1128, 2005.

STONE, P T; GROVES, S D P. Discomfort Glare and Visual Performance. **Lighting Research & Technology**, v. 33, n. 1, p.9-15, 1968.

SUMMALA, Heikki; NIEMINEN, Tapio; PUNTO, Maaret. Maintaining Lane Position with Peripheral Vision during In-Vehicle Tasks. **Human Factors**, v. 38, n.3, p.442-451, 1996.

SUMMERS, Angela June. Lighting and the Office Environment: A Review. **Australian Journal Of Physiotherapy**, v. 35, n. 1, p.15-24, 1989.

WOLSKA, Agnieszka; SAWICKI, Dariusz. Evaluation of discomfort glare in the 50+ elderly: experimental study. **International Journal Of Occupational Medicine And Environmental Health**, v. 27, n. 3, p.444-459, 2014.

ZAFAR, Fahad et al. Visual methods for determining ambient illumination conditions when viewing medical images in mobile display devices. **Journal Of The Society For Information Display OF The Society For Information Display**, v. 20, n. 3 p.124-132, 2012.

ZALESINSKA, Malgorzata. The impact of the luminance, size and location of LED billboards on drivers' visual performance: Laboratory tests. **Accident Analysis & Prevention**, v. 117, n. 1, p.439-448, 2018.

CAPÍTULO 9

Conclusões

9 CONCLUSÕES

Os três artigos, apresentados nessa tese como uma revisão da literatura estabelecem parâmetros importantes sobre a pesquisa sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais, nos âmbitos nacional e internacional. Nesse contexto, a produção do conhecimento no Brasil é muito deficitária. Mesmo no âmbito internacional, evidências quantitativas ainda são necessárias para explicar com especificidade tais efeitos.

Além dos apontamentos sobre as lacunas da produção científica, os artigos que compõem a revisão da literatura também apresentam informações sobre o estado da arte, fornecendo contribuições importantes para o desenvolvimento de pesquisas experimentais sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais. Nesse sentido, destacam-se para as análises dos movimentos da cabeça os métodos baseados no rastreamento dos movimentos da cabeça e de olhos, realizados por meio de sistemas com funcionamento integrado e sincronizado. Para as análises sobre o desempenho temporal e discriminativo da atividade visual, destacam-se também os métodos baseados no rastreamento dos movimentos oculares, associados a atividades de reconhecimento de caracteres gráficos.

Dados os resultados obtidos nos experimentos, consideramos atingidos os objetivos. Em relação à cinemática dos movimentos da cabeça, os resultados evidenciam que os movimentos são realizados em busca de uma melhor condição visual e ainda detalham suas direções e amplitudes nos eixos de movimento e ângulos de rotação em função da disposição horizontal ou vertical do ofuscamento na interface digital. Quanto ao desempenho visual, os resultados mostram que, as estratégias visuais adotadas para se desvencilhar do ofuscamento refletido em interfaces digitais podem ser efetivas para manter a eficiência discriminativa, o que ocorre em detrimento da eficiência temporal. Esses resultados são relevantes para subsidiar diretrizes, as quais podem contribuir com a pesquisa e desenvolvimento em Ergonomia; Usabilidade; Tecnologia Assistiva (TA); com a formulação de normas e recomendações ergonômicas; com o projeto de produtos; e até mesmo com o layout de ambientes terapêuticos, como exemplo, para aprimorar as interações de pacientes com a interface digital em seções de gameterapia, nas quais, o desempenho da tarefa visual, os aspectos posturais e motores podem ser comprometidos sob efeito de ofuscamentos reflexivos.

Apontamos como as principais limitações de nossas pesquisas a falta de abordagem sobre os efeitos do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre os movimentos do tronco, associado aos da cabeça e a falta de abordagem sobre o comportamento da motricidade ocular em busca de manter a eficiência visual.

Consideramos que a pesquisa apresenta aspectos inovadores e aborda problemáticas ergonômicas importantes e pouco estudadas. Destacam-se: a proximidade da condição experimental com a realidade das interações humanas com interfaces digitais sob condição de ofuscamento; o uso de equipamentos sofisticados (*eye tracker* e *head tracker*) sob nova perspectiva de pesquisa; e o desenvolvimento de métodos experimentais e quantitativos de análise da cinemática dos movimentos da cabeça e do desempenho discriminativo e temporal da atividade visual, sob efeito de ofuscamentos reflexivos gerados em interfaces digitais em interação com a iluminação do ambiente.

Apêndices

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e esclarecido.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Bauru



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estamos realizando uma pesquisa de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Design da Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação (UNESP - Bauru) intitulada "Ergonomia de ~~tablets~~ digitais em uso ocupacional: atividade visual e biomecânica postural sob a influência de ofuscamentos reflexivos causados pela iluminação" e gostaríamos que participasse da mesma. O objetivo é analisar as condições de trabalho ou estudo utilizando um ~~tablet~~ digital. Participar desta pesquisa é uma opção, a qual poderá desistir em qualquer fase.

Caso aceite participar desta pesquisa gostaríamos que soubessem que:

- VOCE PRECISARA APENAS REALIZAR UMA TAREFA DE RECONECIMENTO DA DIREÇÃO DE CARACTERES GRAFICOS EM UM TABLET UTILIZANDO UMA ESPECIE DE CAPACETE, O "EYE TRACKING", UM APARELHO QUE ESTARA RASTREANDO O SEU OLHAR E SEUS MOVIMENTOS. O PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL SERÁ FILMADO PARA ANÁLISE POSTERIOR.
- A EXPOSIÇÃO A EVENTUAIS OFUSCAMENTOS CAUSADOS PELA LUZ DURANTE A ATIVIDADE PODE PROVOCAR DESCONFORTO VISUAL MOMENTANEO, MAS NÃO CAUSAM DANOS A SAUDE, ASSIM COMO OS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS, OS QUAIS NÃO SÃO INVASIVOS.
- ESTA PESQUISA CONSTARA SOMENTE DE AVALIAÇÕES PARA FINS CIENTÍFICOS. AS IMAGENS E OS DADOS OBTIDOS SERÃO APRESENTADOS EM CONGRESSOS E ARTIGOS CIENTÍFICOS, SENDO PRESERVADA A IDENTIDADE DO PARTICIPANTE.

Eu, _____, portador do RG: _____, aceito participar da pesquisa intitulada "Ergonomia de ~~tablets~~ digitais em uso ocupacional: atividade visual e biomecânica postural sob a influência de ofuscamentos reflexivos causados pela iluminação", a ser realizada na Universidade Estadual Paulista (UNESP), ~~câmpus~~ de Bauru-SP. Declaro ter recebido as devidas explicações sobre a referida pesquisa, portanto fui devidamente esclarecido (a) quanto aos objetivos e procedimentos desta. Declaro ainda estar ciente de que a minha participação é voluntária e que posso desistir a qualquer momento.

Certos de poder contar com sua autorização, colocamo-nos à disposição para esclarecimentos, através do telefone (14) 9726-3573, falar com Alexandre de Souza Ribeiro (responsável pela pesquisa) ou (14) 3103-6059, falar com Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria (orientador).

Autorizo,
Data: ____/____/____.

Assinatura

Av. Eng. Luiz Edmundo Carrilho Coube, 14-01 - Bauru - SP
CEP 17.033-360 - Tel.: (14) 3103-6000 - Fax: (14) 3103-6031
Site: www.faac.unesp.br

APÊNDICE B - Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília.



Parecer do Projeto nº. 0702/2013

IDENTIFICAÇÃO

1. Título do Projeto: ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA BIOMECÂNICA POSTURAL DA COLUNA VERTEBRAL SOB A INFLUÊNCIA DA ILUMINAÇÃO DO AMBIENTE OCUPACIONAL COM USO DE TABLET DIGITAL

2. PESQUISADOR RESPONSÁVEL:

Autor(a): Alexandre de Souza Ribeiro

3. Instituição do Pesquisador: Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP/Marília

4. Apresentação ao CEP: 23/04/2013

5. Apresentar relatório em: Semestralmente durante a realização da pesquisa.

Objetivos

Realizar uma revisão ergonômica acerca da postura corporal sob a influência da iluminação do ambiente de trabalho com o uso ocupacional do tablet digital. Verificar a ocorrência de posturas inadequadas da coluna vertebral decorrentes de iluminação causadora de ofuscamento por reflexão na tela de tablets digitais em ambientes ocupacionais.

SUMÁRIO DO PROJETO

Atualmente, as pesquisas sobre ergonomia relacionada à iluminação não estão restritas à concepção qualitativa de condições visuais. Vertentes apontam para a importância de considerar os impactos biológicos da interação com a luz. Em consonância com esta tendência e devido à implementação do tablet digital em ambientes de trabalho e ensino, a pesquisa pretende investigar a influência da iluminação do ambiente ocupacional com o uso do instrumento sobre a biomecânica postural da coluna vertebral, partindo do pressuposto de que a iluminação até então utilizada é projetada para atividades com monitores no plano vertical, o que não é usual para o tablet digital, causando déficit lumínico devido a ofuscamentos por reflexão, que exigem compensações posturais inadequadas para melhor visualização. A pesquisa experimental será desenvolvida em laboratório simulando uma atividade ocupacional com tablet digital em diferentes condições de iluminação, nas quais serão realizados registros posturais, obtidos por captura de vídeo. Os dados coletados serão analisados utilizando recursos computacionais, os resultados serão aferidos quanto ao seu potencial fisiopatológico. Espera-se desta forma, traçar um mapa de risco sobre condições de iluminação nocivas a coluna vertebral evidenciando a necessidade de um ambiente ergonômico para o uso ocupacional do tablet digital. Palavras-chave: Ergonomia do Tablet; Postura e Iluminação; Tablet no trabalho.

COMENTÁRIO DO RELATOR

O projeto está de acordo com as solicitações e normas da resolução CNS 196/96.

Faculdade de Filosofia e Ciências
Avenida Hygino Muzzi Filho, 737 CEP 17.525-900 Marília São Paulo Brasil
Tel 14 3402-1300 fax 14 3402-1302



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Marília

PARECER FINAL

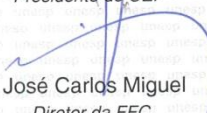
O CEP da FFC da UNESP após acatar o parecer do membro relator previamente aprovado para o presente estudo e atendendo a todos os dispositivos das resoluções 196/96 e complementares, bem como ter aprovado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido como também todos os anexos incluídos na pesquisa resolve aprovar o projeto de pesquisa supracitado.

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

DATA DA REUNIÃO

Homologado na reunião do CEP da FFC da Unesp em 26/06/2013.


Simone Aparecida Capellini
Presidente do CEP


José Carlos Miguel
Diretor da FFC

Faculdade de Filosofia e Ciências
Avenida Hygino Muzzi Filho, 737 CEP 17.525-900 Marília São Paulo Brasil
Tel 14 3402-1300 fax 14 3402-1302