

# ERGONOMIA DE INTERFACES DIGITAIS: EFEITO DO OFUSCAMENTO REFLETIDO SOBRE O DESEMPENHO VISUAL

*Ergonomics of digital interfaces: effect of reflected glare on visual performance*

*Alexandre de Souza Ribeiro<sup>1</sup>, Sérgio Tosi Rodrigues<sup>2</sup>, João Roberto Gomes de Faria<sup>3</sup>*

---

## 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. Nesse artigo abordamos especificamente o efeito do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual de usuários. Esse aspecto ainda é pouco estudado quantitativamente, apesar de ser amplamente abordado por pesquisas, normas e recomendações ergonômicas. Os participantes realizaram a leitura de caracteres gráficos apresentados em um *tablet* com áreas da interface com e sem ofuscamento. O desempenho visual dos participantes foi analisado por meio do rastreamento dos movimentos oculares (obtidos por meio de um *eye tracker*) e de registros áudio visuais da condição experimental. Os resultados demonstram que não houve efeito do ofuscamento refletido sobre 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, Ergofthalmologia, Ofuscamento refletido, Visão

---

## ABSTRACT

---

Exposure to reflected glare occurs most often 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. In this article we specifically address the effect of glare reflected in digital interfaces on the visual performance of users. This aspect is still little studied quantitatively, although it is widely approached by research, norms and ergonomic recommendations. Participants performed the reading of graphical characters presented on a tablet with areas of the interface with and without obfuscation. The participants' visual performance was analyzed by tracking ocular movements (obtained through an eye tracker) and visual audio records of the experimental condition. The results demonstrate that there was no effect of reflected glare on the discriminatory visual efficiency, however, the time demanded in this process was significantly higher. In this way, the visual strategies adopted in front of the reflected glare in digital interfaces can be effective for the maintenance of the discriminatory efficiency, which happens to the detriment of the temporal efficiency.

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

<sup>1</sup> Fisioterapeuta (UNESP-FFC), Licenciado em Educação Física (UENP-PR), Mestre e Doutorando na linha de pesquisa Ergonomia do PPG Design (UNESP-FAAC), e Especialista em Ciências do Movimento Humano.

<sup>2</sup> Licenciado em Educação Física e Técnico Desportivo pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Mestre em Ciência do Movimento Humano pela Universidade Federal de Santa Maria (1994), Doutor (Ph.D.) em Psicologia, na área de Percepção e Cognição, pela Universidade de Calgary, Canadá (2000) e Livre Docente em Aprendizagem Motora pela Universidade Estadual Paulista (2015). É Professor Adjunto (MS5.1) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) - Campus de Bauru, onde coordena o Laboratório de Informação, Visão e Ação (LIVIA).

<sup>3</sup> Professor Adjunto da UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", atuando nos programas de pós-graduação em Design e em Arquitetura e Urbanismo, e no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, todos na Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, câmpus de Bauru. Desenvolve pesquisas vinculadas ao Núcleo de Conforto Ambiental (NUCAM) nas áreas de conforto ambiental e ergonomia no ambiente construído, mais especificamente em modelagem de clima urbano e em metodologia para qualificação da iluminação.

Autor para correspondência:  
Alexandre de Souza Ribeiro  
E-mail: aleribeiro@faac.unesp.br

## INTRODUÇÃO

O ofuscamento a visão caracteriza-se 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<sup>1</sup>. A exposição a ofuscamentos reflexivos decorrentes da interação da iluminação do ambiente com a interface de dispositivos digitais como, monitores de computadores, tablets e smartphones, entre outros é muito frequente<sup>2</sup>. 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.

Os efeitos da exposição ao ofuscamento refletido em interfaces digitais são tópicos de pesquisa de interesse de diversas áreas do conhecimento. Em ergonomia destacam-se as abordagens de pesquisa sobre o desempenho e conforto visual, a saúde ocular e a postura corporal.

O presente artigo aborda o efeito do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre o desempenho visual<sup>1,2</sup>. Entretanto, pesquisas ainda são necessárias para que sejam constituídas diretrizes ergonômicas com maiores especificidades<sup>3</sup>. Nesse sentido, realizamos experiências sob a hipótese de que o ofuscamento refletido em interfaces digitais compromete o desempenho discriminativo e temporal da atividade visual. Portanto, caracterizam-se como objetos de estudo o desempenho visual discriminativo e o tempo despendido no processo de discriminação de visual durante a observação de caracteres gráficos. Esses aspectos ainda são pouco estudados com a aplicação de métodos quantitativos de análise, em especial por meio do rastreamento dos movimentos oculares como é realizado em nossa pesquisa.

## MATERIAIS E MÉTODO

Participaram da pesquisa 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).

Os movimentos oculares 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 1- Eye tracker. Fonte: os autores.

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  $30^\circ$  de inclinação sobre a mesa.

Um sistema de iluminação móvel foi desenvolvido para gerar uma faixa de ofuscamento no sentido horizontal da interface do *tablet*. Esse sistema era composto por um tripé com ajustes de altura adaptado para a sustentação de uma luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 32 W, figura 2.



Figura 2 - Sistema de iluminação e conjunto mesa-cadeira. Fonte: Os autores.

A tarefa da condição experimental foi realizada na postura sentada utilizando um conjunto mesa-cadeira, figura 2. A tarefa foi apresentada na tela do *tablet* e era composta por 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. Esses caracteres eram optótipos, ou seja, símbolos padronizados para testes, que nessa adaptação são representados pelo “C” de Landolt, utilizado para teste de acuidade visual.

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.

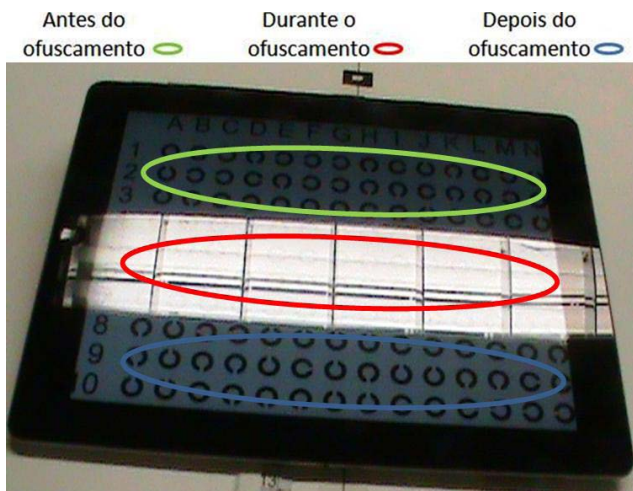
Os dados foram tratados com o *Matrix Laboratory* (*Matlab*) e a análise estatística foi realizada com o *Statistical Package for the Social Sciences* (*SPSS*) - versão 17.1SPSS.

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.

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.

Inicialmente os participantes foram orientados quanto à execução da tarefa da condição experimental. Essa tarefa consistia em identificar e verbalizar a direção de 140 optótipos C dispostos em linhas em três áreas da tela do *tablet*. Por meio do sistema de iluminação móvel uma faixa de ofuscamento

horizontal foi gerada no centro da tela, de forma que as leituras eram realizadas antes, durante e após o ofuscamento refletido, figura 3.



**Figura 3 -Interface da tarefa com as áreas antes com e sem ofuscamento. Fonte: Os autores.**

Os movimentos oculares dos participantes foram registrados pelo *eye tracker*. Dessa forma foram obtidos dados sobre o tempo despendido para a leitura dos caracteres gráficos nas áreas antes, durante a após o ofuscamento refletido. Os dados do rastreamento dos movimentos oculares foram tratados no matlab para distinguir os períodos temporais de observação visual nas três áreas. Eles 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*.

O desempenho visual discriminativo foi analisado por meio dos erros e acertos no reconhecimento da direção da abertura dos optótipos C. 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

O resultado da análise de variância está apresentado da seguinte forma:  $F(MEP)$ , onde  $M$  = média e  $EP$  = erro padrão. Esse resultado demonstrou que houve efeito significativo do ofuscamento refletido sobre o desempenho temporal da atividade visual,  $F(18ms\ 34.8ms) = 784ms, p=0002$ .

Na comparação aos pares o resultado demonstrou que o desempenho da atividade visual na área de ofuscamento foi significativamente mais lento em relação à anterior, tabela 1. Na comparação aos pares entre as áreas durante e depois do ofuscamento não foi observada diferença significativa no desempenho temporal da atividade visual, tabela 2.

**Tabela 1 – Desempenho temporal da atividade visual nas áreas antes e durante o ofuscamento. Fonte: Os autores.**

	Média do tempo de leitura (ms)	Erro padrão (ms)
Antes do ofuscamento	222	014
Durante o ofuscamento	176	010
p		0001

**Tabela 2 - Desempenho temporal da atividade visual nas áreas durante e depois do ofuscamento. Fonte: Os autores.**

	Média do tempo de leitura (ms)	Erro padrão (ms)
Durante o ofuscamento	176	010
Depois do ofuscamento	204	013
p		0108

Não houve nenhum erro no reconhecimento da direção dos optótipos. Portanto, não houve efeito do ofuscamento por reflexão sobre a eficiência visual discriminativa dos participantes.

## DISCUSSÃO

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

O resultado de nossa pesquisa mostra que não houve efeito do ofuscamento refletido na interface digital sobre a eficiência visual discriminativa. Esse resultado se contrapõe ao que foi encontrado na literatura. Entretanto, as pesquisas que demonstram o efeito deficitário do ofuscamento refletido em interfaces digitais sobre a eficiência visual possuem abordagens e métodos diferentes dos nossos e se aplicam a situações específicas de uso de dispositivos com interfaces digitais.

Na área da saúde, ao considerar os benefícios da acessibilidade móvel a exames de imagem com o uso de dispositivos como tablets e smartphones pesquisadores investigaram o efeito da iluminação do ambiente em interação com a interface de dispositivos móveis sobre a eficiência visual<sup>4</sup>. Eles observaram que os erros na detecção dos caracteres alfanuméricos aumentavam gradativamente com o aumento da luminância, ou seja, a eficiência visual se deteriorava à medida que a iluminação ambiental aumentava gerando ofuscamentos reflexivos em interação com as interfaces dos smartphones.

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 a ocorrência de ofuscamentos reflexivos gerados na interface do tablet em interação com a iluminação do ambiente<sup>5</sup>.

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<sup>2</sup>. Essa pesquisa demonstrou por meio do rastreamento dos movimentos oculares que quanto maior fosse à 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.

A sensação de ofuscamento ocorre independentemente de sua origem, ou seja, se ele é direto ou indireto (refletido). A investigação sobre o efeito do ofuscamento direto sobre o desempenho de trabalho no computador demonstra 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<sup>6</sup>. 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.

---

## CONCLUSÃO

---

Concluiu-se que as estratégias visuais adotadas frente ao ofuscamento refletido na interface digital podem ser efetivas para manter a eficiência discriminativa, o que ocorre em detrimento ao desempenho temporal.

A presente pesquisa contribui com a formulação de diretrizes sobre aspectos ergonômicos importantes e pouco estudados quantitativamente, além de propor um método inovador para tal. Abordagens sobre o efeito do ofuscamento disposto verticalmente na interface digital e sobre as estratégias visuais adotadas em busca de manter a eficiência visual (as quais podem envolver até mesmo movimentos da cabeça e tronco) são limitações dessa pesquisa.

---

## REFERÊNCIAS

---

<sup>1</sup> DiLaura DL, Houser KW, Mistrick RG, Steffy, GR. The lighting handbook. 10th ed. Illuminating Engineering Society of North America, New York, 2011.

<sup>2</sup> Glimne S, Brautaset RL, Seimyr G. The effect of glare on eye movements when reading. *Work*. 2015; 50(2): 213-220.

<sup>3</sup> Zafar F, Choi M, Wang J, Liu P, Badano A. Visual methods for determining ambient illumination conditions when viewing medical images in mobile display devices. *J SID*. 2012; 20(3): 124-132.

<sup>4</sup> Liu P, Zafar F, Badano A. The effect of ambient illumination on handheld display image quality. *J Digit Imaging*. 2014; 27(1): 12-18.

<sup>5</sup> Black JM, Jacobs RJ, Phillips G, Chen L, Tan E, Tran A, Thompson B. An Assessment of the iPad as a testing platform for distance visual acuity in adults. *BMJ Open*. 2013; 3(6): e002730.

<sup>6</sup> Mork R, Bruenech JR, Thorud HM. Effect of direct glare on orbicularis oculi and trapezius during computer reading. *Optom Vis Sci*. 2016; 93(7): 738-749.