

# Condições de iluminação em ambiente de escritório: influência no conforto visual

## Lighting conditions in an office environment: influence on visual comfort

Pais, Aida<sup>1</sup>, Melo, Rui Bettencourt<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Av. Padre Cruz, 1649-016 Lisboa, Portugal, aidagarciapais@gmail.com

<sup>2</sup> Faculdade de Motricidade Humana, Estrada da Costa, 1495-688 Cruz Quebrada, Portugal, rmelo@fmh.utl.pt

### Resumo

As condições de iluminação condicionam o conforto visual, podendo provocar fadiga visual, irritabilidade ocular, dores de cabeça, dores musculares, dificuldade de concentração. Assim sendo, este estudo pretendeu identificar e avaliar a relação entre a iluminação de postos de trabalho administrativos e o conforto visual dos seus ocupantes. A amostra foi constituída no seio de 3 empresas do sector administrativo e integrou 124 indivíduos. Os instrumentos usados para recolha de dados foram um questionário e uma *checklist*, um luxímetro e uma máquina fotográfica. Para o tratamento dos dados recorremos ao SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 18, tendo-se efectuado uma análise estatística descritiva e inferencial, pela aplicação dos testes de *Kruskal-Wallis* e de comparações múltiplas. Para a medição e avaliação da iluminância e da uniformidade foram seguidas as normas europeias EN 12464-1 (2002), DIN 5035 (1990) e ISO 8995-1 (2002). Os resultados do estudo revelaram que a ocorrência de desconforto visual e da Síndrome de Visão de Computador estão relacionados com valores de iluminância abaixo dos recomendados, tanto na área da tarefa como na área da vizinhança, com a existência de brilhos e de reflexos no posto de trabalho, assim como com o tempo de trabalho em computador, sem pausas.

**Palavras-chave:** Iluminação, iluminância, uniformidade, conforto visual, desempenho.

### Abstract

Lighting conditions affect visual comfort and can cause eyestrain, irritated eyes, headaches, muscle aches, and impaired concentration. Therefore, this study is aimed at identifying and evaluating the relationship between offices' lighting conditions and its occupant's visual comfort. The sample was gathered from three companies of the administrative sector and includes 124 individuals. Data collection relied on a questionnaire, a checklist, a light meter and a camera, and was processed with the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 18. The statistical procedure included both a descriptive and an inferential analysis and the Kruskal-Wallis test and the multiple comparisons test were applied. Illuminance and its uniformity were measured and evaluated by the following european standards: EN 12464-1 (2002), DIN 5035 (1990) and ISO 8995-1 (2002). The results reveal that visual discomfort and Computer Visual Syndrome are both related to illuminance below the recommended values (for the working area and its neighborhood), to glare and reflections, as well as to working time with the computer.

**Keywords:** Lighting, illuminance, uniformity, visual comfort, performance.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Anshel (2005a), a visão é a primeira forma de contacto com o mundo que nos rodeia. Dos cinco sentidos, a visão é, indiscutivelmente, aquele de que mais necessitamos para trabalhar. Mais de 80% da nossa aprendizagem é feita através da visão e, muitas vezes, só acreditamos em alguma coisa quando a conseguimos visualizar.

A sensação visual tem origem na luz visível reflectida pelos objectos que, depois de penetrar no olho, é transformada em impulsos nervosos que, por sua vez, são conduzidos ao cérebro, onde ocorre o processo de análise e interpretação.

O conforto visual está relacionado com o conjunto de condições, num determinado ambiente, que permitem o ser humano desenvolver tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão, com a máxima segurança e com o menor esforço e risco para a visão. Para além de aumentar o risco de acidente, uma má iluminação pode provocar desconforto visual, que se traduz através de sinais e sintomas como fadiga visual, visão

turva, irritabilidade visual, dores de cabeça, dores musculares, *stress* e dificuldade de concentração (Lamberts *et al*, 1997; Veitch, 2001).

Segundo Grandjean (1984), a partir da segunda metade do século XX assistiu-se ao aumento dos trabalhadores do sector administrativo, bem como ao aumento do número e da variedade de espaços de escritório. O trabalho com computador tornou-se uma tarefa predominante, levando igualmente ao aumento do número de horas diárias passadas a olhar para o respectivo ecrã. Começaram a surgir assim problemas visuais relacionados com condições de iluminação e de visibilidade inadequadas às tarefas desenvolvidas, conhecidos como a Síndrome de Visão de Computador (SVC).

A SVC surge devido ao esforço visual exigido no trabalho com computador, por tempo prolongado, e caracteriza-se por um conjunto de sintomas em simultâneo, que incluem fadiga visual, dores de cabeça, visão turva, irritação e secura ocular, sensibilidade à luz, dores ao nível da coluna vertebral, visão dupla e distorção da cor (Anshel, 2005b). A origem destes sintomas está relacionada com a combinação de factores externos, como a falta de iluminação, a iluminação mal localizada, o mau posicionamento do ecrã do computador, e de factores internos, relacionados com problemas oculares pré-existentes.

Nesta perspectiva, uma iluminação adequada assume particular importância no local de trabalho para o bem-estar, a motivação e o próprio desempenho (van Bommel, 2006; Veitch *et al.*, 2008). Uma boa iluminação compreende requisitos de quantidade e de qualidade, devendo necessariamente ser adequada à tarefa, tendo em vista o conforto e a eficiência visual do trabalhador (Boyce, 2003; Piccoli *et al*, 2004). Os níveis de iluminação recomendados, de acordo com o grau de exigência visual da tarefa, estão referenciados em tabelas, constantes de documentos como as normas europeias EN 12464-1 (2002), DIN 5035 (1990) e ISO 8995-1 (2002).

Este estudo pretendeu investigar o modo pelo qual as condições de iluminação influenciam o conforto visual dos trabalhadores, em ambiente de escritório.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo envolveu a análise de 143 postos de trabalho, de 3 empresas com serviços do tipo administrativo, cuja actividade se desenvolvia em três ambientes distintos: salas, gabinetes e *open-space*.

A recolha de dados foi feita *in loco*, mediante a visita aos locais referidos. Para o efeito utilizaram-se quatro instrumentos: um questionário e uma *checklist*, especialmente desenvolvidos para este trabalho, um luxímetro e uma máquina fotográfica. O questionário, previamente validado, foi utilizado com vista à caracterização da amostra, das tarefas realizadas e do posto de trabalho, assim como para recolher dados que traduzam a percepção dos trabalhadores relativamente ao desconforto visual e respectivos sinais e sintomas. Apesar de terem sido distribuídos questionários aos trabalhadores de cada posto de trabalho analisado, só 124 os devolveram preenchidos. A *checklist* serviu de apoio na caracterização do espaço de trabalho, nomeadamente em termos de *layout*. O Luxímetro, da marca Minolta, modelo T-10, equipado com uma célula fotoeléctrica, foi utilizado para a quantificação da iluminância nos planos de trabalho, onde é desenvolvido o trabalho, e na vizinhança imediata dos mesmos, enquanto a máquina fotográfica permitiu registar imagens relevantes para o estudo.

A medição da iluminância foi efectuada durante os meses de Setembro e Outubro, em dias de céu limpo, entre as 10h00 e as 16h00, seguindo-se a metodologia usada pela Unidade do Ar e Saúde Ocupacional, do Departamento de Saúde Ambiental, do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, de Lisboa.

O nível de iluminância médio foi obtido por aplicação da equação (1), tanto na área da tarefa como na vizinhança imediata.

$$E_{\text{médio}} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (1)$$

onde:

$E_{\text{médio}}$  – nível médio de iluminância (lux);

$n$  – número total de medições efectuadas;

$E_i$  – nível de iluminância (lux) obtido na medição  $i$ .

A uniformidade da iluminância foi determinada através da equação (2).

$$U = \frac{E_{\text{min}}}{E_{\text{médio}}} \quad (2)$$

onde:

$U$  – uniformidade da iluminância;

$E_{\text{médio}}$  – nível médio de iluminância (lux);

$E_{\text{min}}$  – nível mínimo de iluminância (lux).

Para além destas duas variáveis quantitativas, analisou-se ainda um conjunto de variáveis qualitativas expressas, tanto em escala nominal como ordinal: a ocorrência dos sinais e sintomas associados ao desconforto visual e à SVC, a ocorrência de brilhos em superfícies, a ocorrência de encandeamento (directo, indirecto ou misto), o tipo de luminárias e respectiva localização e a existência e localização da luz natural.

Para o tratamento dos dados usou-se o *Statistical Package for Social Science* (SPSS), versão 18, e efectuou-se uma análise estatística descritiva e inferencial, tendo-se aplicado os testes de *Kruskal-Wallis* e de comparações múltiplas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra é composta, maioritariamente, por mulheres (58,1%) e 29% dos trabalhadores exerce esta profissão há menos de 6 anos. A maioria dos trabalhadores é dextra (82%) e apresenta habilitações académicas de nível superior (56%).

Os trabalhadores distribuem-se maioritariamente por ambientes de escritório do tipo *open-space* (46%) e desenvolvem a sua actividade, sobretudo, em regime de trabalho fixo (86,3%), em turno diurno (90,3%), num horário de trabalho efectivo diário igual ou superior a 8 horas (75,8%).

Os dados obtidos revelam que grande parte dos trabalhadores passa mais de 5 horas a trabalhar com computador (82,2%) e que, destes, 41,1% trabalham 7 horas ou mais por dia, com computador. É possível constatar ainda que cerca de metade da amostra raramente faz pausas no trabalho com computador.

A análise de dados relativos à iluminância e respectiva uniformidade foi feita à luz das recomendações das normas ISO 8995-1 (2002) e EN 12646-1 (2001). O valor mínimo da iluminância média recomendado para as tarefas de escritório (escrita, leitura e processamento de dados) é de 500 lux, enquanto para a iluminância média da área da vizinhança das tarefas é de 300 lux. Relativamente às respectivas uniformidades, o valor recomendado para a área da tarefa não deverá ser inferior a 0,7 e para a área da vizinhança não deverá ser inferior a 0,5.

Nas tabelas 1 e 2 estão resumidos, respectivamente, os resultados obtidos em termos de iluminância e respectiva uniformidade, tanto na área da tarefa como na vizinhança imediata.

Tabela 1 – Distribuição dos valores de iluminância (lux) obtidos para a área da tarefa e área da vizinhança (n=143).

	Iluminância	Percentagem
Área da tarefa	< 450 lux	34,2
	[450 – 600] lux	29,4
	> 600 lux	36,4
Área da vizinhança	< 300 lux	12,6
	[300 – 500] lux	31,5
	> 500 lux	55,9

Tabela 2 – Distribuição dos valores de uniformidade obtidos para a área da tarefa e área da vizinhança (n=143).

	Uniformidade	Percentagem
Área da tarefa	< 0,7	3,7
	≥ 0,7	97,2
Área da vizinhança	< 0,5	3,7
	≥ 0,5	97,2

A maioria dos valores de iluminância média obtidos para as duas áreas são aceitáveis. No entanto, na área da tarefa, 34,2% da amostra não dispõe de luz suficiente para realizar as tarefas que lhes estão cometidas, e, em 12,6% dos postos de trabalho, os valores de iluminância da área da vizinhança são insuficientes. Relativamente à uniformidade, verifica-se que, em 97,2 % dos casos, se cumprem os requisitos mínimos.

No que concerne à ocorrência de brilhos, sombras e encandeamento, apresentam-se os resultados obtidos na tabela 3.

Verifica-se que a maior parte dos respondentes refere a ocorrência de brilhos nos respectivos postos de trabalho, mas não identifica sombras. O encandeamento indirecto foi o mais reportado pelos trabalhadores.

A frequência de ocorrência dos sintomas de desconforto visual está representada graficamente na figura 1, sendo possível verificar que a maioria dos trabalhadores nunca, ou raramente, refere situações de visão turva (44,4%) e de irritabilidade visual (41,1%), e algumas vezes refere fadiga visual (49,2%), dores de cabeça (42,7%), *stress* (52,4%), dores musculares (46,8%) e dificuldade de concentração (50,8%). Por outro lado, 31,5% dos trabalhadores refere mais do que 3 sinais e sintomas de desconforto visual em simultâneo, evidenciando SVC.

Tabela 3 – Distribuição dos relatos de ocorrência de brilhos, sombras e encandeamento pelos respondentes ao questionário (n=124).

		Percentagem
Brilhos (n=115)	Sim	76,6
	Não	23,4
Sombras (n=115)	Sim	25,0
	Não	75,0
Encandeamento (n=95)	Directo	6,3
	Indirecto	67,4
	Misto	26,3

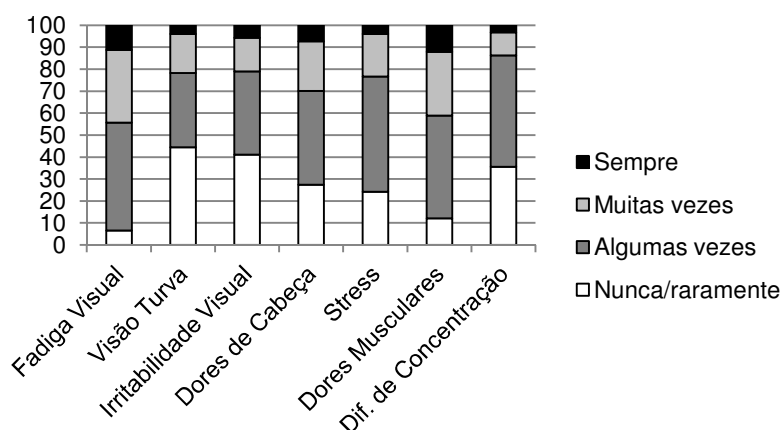


Figura 1 – Frequência de ocorrência dos sintomas de desconforto visual.

Aplicou-se o teste de *Kruskal-Wallis* no sentido de se averiguar a existência de diferenças, estatisticamente significativas, na ocorrência de sintomas de desconforto visual em função da iluminância média da área da tarefa, tendo-se verificado que tal ocorria para a fadiga visual ( $p < 0,05$ ), para a irritabilidade ocular ( $p < 0,05$ ), para as dores de cabeça ( $p < 0,01$ ) e para as dores musculares ( $p < 0,05$ ). Uma análise análoga em relação à ocorrência da SVC revelou haver diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre as diferentes gamas de valores de iluminância média na área da tarefa. Os dados revelam haver uma maior referência destes problemas na gama inferior a 450 lux, em concordância com as normas DIN 5035 (1990), EN 12464-1 (2002) e ISO 8995 (2002).

Em relação às gamas de iluminância média na área da vizinhança, foram identificadas diferenças, estatisticamente significativas, para a ocorrência de fadiga visual ( $p < 0,05$ ), de irritabilidade visual ( $p < 0,05$ ), de dores de cabeça ( $p < 0,01$ ), de dores musculares ( $p < 0,01$ ) e de dificuldade de concentração ( $p < 0,05$ ), sendo a sua frequência superior na gama abaixo de 300 lux. O resultado foi idêntico no que respeita à ocorrência da SVC.

Constatou-se que existe uma relação, estatisticamente significativa, entre a ocorrência de brilhos e a manifestação de fadiga visual ( $p < 0,05$ ), visão turva ( $p < 0,01$ ), *stress* ( $p < 0,01$ ), dificuldade de concentração ( $p < 0,05$ ) e da Síndrome de Visão de Computador ( $p < 0,01$ ).

Como, de acordo com Anshel (2005b), estes sintomas podem ter origem em outros factores do local de trabalho, aprofundou-se a análise do trabalho desenvolvido nestes escritórios.

Verificou-se que 64,5% da amostra mantém os olhos demasiado longe do ecrã do computador (>30 cm) e 59,7% orienta a linha de visão para a zona central daquele, o que poderia contribuir para a manifestação de sintomas de desconforto visual como a fadiga visual e a irritabilidade ocular. Contudo, não foram encontradas diferenças, estatisticamente significativas, na referência a irritabilidade visual, em função da distância de visão ao ecrã do computador ( $p = 0,522$ ) e da orientação da linha de visão ( $p = 0,215$ ). No entanto, deve reforçar-se que é aconselhável que a linha de visão esteja alinhada com o topo do ecrã, de modo a que as pálpebras cubram uma maior área da córnea.

Apesar de não terem sido detectadas diferenças, estatisticamente significativas, na ocorrência da SVC em função do número de pausas efectuadas durante o trabalho com computador ( $p = 0,09$ ), o mesmo não sucedeu relativamente ao tempo de trabalho diário ( $p < 0,01$ ).

Analísaram-se ainda alguns aspectos luminotécnicos específicos dos postos de trabalho como o tipo de luz existente, as características das janelas e das luminárias, assim como a posição de ambas em relação ao plano de trabalho.

Noventa e dois por cento dos postos de trabalho analisados possui uma iluminação mista (natural e artificial) e 81,1% possui, pelo menos, uma das superfícies laterais envidraçada (excluindo as janelas). Refira-se que dos 95 trabalhadores que referenciaram a ocorrência de brilhos, 72 são abrangidos por iluminação mista e

75,2 % dos casos de encandeamento reportados ocorreram em ambientes similares. É de destacar ainda que um número significativo de postos de trabalho tem janelas atrás do plano de trabalho (27,3%) e luminárias por cima deste (43,7%). Trinta e dois por cento dos trabalhadores que referiram ocorrer brilhos e 34,7% dos que referiram encandeamentos trabalham nestas condições. Estas situações podem originar reflexos no ecrã do computador e/ou sombras no plano de trabalho, assim como brilhos nos tampo das secretárias (referenciados por 43,2% dos trabalhadores). Contudo, não se verificou existir uma relação, estatisticamente significativa, entre a posição das luminárias e a ocorrência de brilhos ( $p=0,241$ ), ou de sombras ( $p=0,232$ ). Já no que se refere às características das janelas, existe uma relação, estatisticamente significativa, com a ocorrência de brilhos ( $p<0,01$ ). A posição da janela em relação ao posto de trabalho não se apresentou como um factor determinante, tanto para a ocorrência de brilhos ( $p=0,109$ ), como de sombras ( $p=0,319$ ).

Ainda relativamente à importância das características das luminárias, verificou-se que estas não apresentam relação, estatisticamente significativa, com a ocorrência de brilhos ( $p=0,420$ ), mas sim com a ocorrência de encandeamento ( $p<0,01$ ), sendo este mais frequente com luminárias de reflectores e aletas parabólicas de chapa metálica e de reflectores e aletas parabólicas de alto brilho.

Relativamente às variáveis internas que podem ter um papel relevante na manifestação de sintomas de desconforto visual, averiguou-se a prevalência de problemas oculares pré-existentes, tendo-se constatado que 29,3% dos trabalhadores tem miopia, 16,3% tem astigmatismo e 21,7% padece dos dois problemas em conjunto. O teste de *Kruskal-Wallis* revelou haver diferenças, estatisticamente significativas, na dificuldade de concentração, entre as diferentes categorias de problemas oftalmológicos ( $p<0,05$ ), sendo esta situação mais grave nos indivíduos com presbiopia. Este distúrbio visual é causado pela perda de elasticidade do cristalino, a qual dificulta a focalização das imagens dos objectos que estão perto, assim como a concentração.

#### 4. CONCLUSÕES

Neste estudo foi possível verificar que, em ambiente de escritório, tanto a ocorrência de sintomas de desconforto visual, como da SVC, está associada a valores de iluminância média inferiores a 500 lux, na área da tarefa, e inferiores a 300 lux, na área da vizinhança.

Contudo, demonstrou-se que o estabelecimento de uma relação entre o desconforto visual sentido pelos trabalhadores e a iluminação de um posto de trabalho administrativo não é tarefa fácil, já que existe um conjunto de factores interferentes não relacionados directamente com as variáveis que contribuem para a iluminação. É de salientar o impacto que tem a posição das fontes de luz, natural e artificial, relativamente ao posto de trabalho, na ocorrência de brilhos e, conseqüentemente, de encandeamentos indirectos. Não menos importantes são os problemas oculares diagnosticados aos trabalhadores na ocorrência de sintomas de fadiga visual.

#### 5. REFERÊNCIAS

- Anshel, J. (2005a). Windows to the world. In: J. Anshel (ed.), *Visual Ergonomics Handbook*, pp 1-4, Boca Raton: CRC Press.
- Anshel, J. (2005b). Computer Vision Syndrome. In: J. Anshel (ed.), *Visual Ergonomics Handbook*, pp 23-36, Boca Raton: CRC Press.
- Boyce, P.R. (2004). Lighting research for interiors: the beginning of the end or the end of the beginning. *Lighting Research & Technology*, 36(4), 283-294.
- DIN 5035-2 (1990). Artificial lighting: recommended values for lighting parameters for indoor and outdoor workspaces. European Committee for Standardization.
- EN 12464-1 (2002). Light and lighting – Lighting of work places. Part 1: Indoor work places. European Committee for Standardization.
- Grandjean, E. (Ed.). (1984). *Ergonomics and health in modern offices*. London: Taylor & Francis.
- ISO 8995-1 (2002). Lighting of work places - Part 1: Indoor. International Organization for Standardization.
- Lamberts, R.; Pereira, F.; Dutra, L. (1997). *Eficiência energética na arquitetura*. São Paulo: PW Gráficos e Editores Associados Lda.
- Piccoli, B.; Soci, G.; Zambelli, P.; Pisanello, D. (2004). Photometry in the workplace: The rationale for a new method. *The Annals of Occupational Hygiene*, 48(1), 29-38.
- van Bommel, W.J.M. (2006). Non-visual effect of lighting and the practical meaning for lighting for work. *Applied Ergonomics*, 37(4), 461-466.
- Veitch, J. (2001). Psychological processes influencing lighting quality. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, 30(1), 124-140.
- Veitch, J.; Newsham, G.; Boyce, P.; Jones, C. (2008). Lighting appraisal, well-being and performance in open-plan offices: A linked mechanisms approach. *Lighting Research & Technology*, 40(2), 133-151.