



V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e
II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

O CONFORTO LUMÍNICO NO AMBIENTE DE TRABALHO COM VDT (VIDEO DISPLAY TERMINAL): O ESPAÇO DOS ESCRITÓRIOS

Cristiane Fernandes Gorgulho (M. Sc); Maria Maia Porto (D. Sc.)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU)

Mestrado em Arquitetura - COPPArq

End.: R. General Mariante, 88 / aptº 701 – Laranjeiras

Rio de Janeiro – RJ – Brasil - CEP: 22.221/100

Tel: (021) 558-3025 - FAX: (021) 826-0455

E-mail: malukiko@easyline.com.br

RESUMO

A introdução dos microcomputadores no ambiente dos escritórios gerou um novo espaço com características próprias: o escritório informatizado. Isto provocou a necessidade de reavaliação dos parâmetros de conforto lumínico. Um dos problemas mais freqüentes é ofuscamento na tela do VDT (Video Display Terminal).

Portanto, os objetivos deste trabalho são: alertar para a relevância do assunto e seus problemas inerentes; conscientizar sobre os fundamentos do projeto de iluminação em escritórios informatizados; determinar os principais parâmetros para alcançar conforto lumínico em escritórios contendo VDT. Entretanto, deve-se levar em consideração a associação correta entre a iluminação artificial e a natural, a fim de obter conforto e economia de energia, grande preocupação mundial atualmente.

ABSTRACT

The use of microcomputers in the work environment provided a new space: the computerized office, with peculiar features. It determined the need for reevaluating the standards of lighting comfort. Distracting glare of the Video Display Terminal (VDT)'s screen is one of the most frequent problems to be studied.

Therefore, objectives of the present work are: to highlight the relevance of the subject as well as its inherent problems; increasing awareness regarding the basis of lighting projects in computerized offices; to determine the main standards for reaching lighting comfort in office containing VDT screens. Consideration must be given, however, to the integration of both artificial lighting and daylighting, so as to obtain comfort and energy economy, a worldwide major concern.

1 Introdução

Atualmente, presencia-se cada vez mais a informatização dos escritórios. No entanto, o escritório informatizado possui diferenças em relação ao escritório convencional, gerando a necessidade de se estudar novos parâmetros de conforto para este espaço informatizado, que assegurem bem-estar e conforto aos ocupantes deste ambiente.

Pesquisas recentes mostram que a introdução de microcomputadores nos escritórios, sem a sua correta adaptação ao trabalhador, tem trazido conseqüências prejudiciais à saúde física, tais como a fadiga, o 'stress', o desconforto muscular e visual, e problemas psicológicos tais como, confusão, distração, insatisfação, desmotivação. A fadiga visual e o 'stress' podem ainda levar o trabalhador a cometer erros e acidentes. Estas conseqüências são, muitas vezes, responsáveis pelo absenteísmo, pela maior rotatividade de pessoal no emprego e pela redução da produtividade, podendo, na maioria das vezes, afetar a qualidade da tarefa executada. Apesar disso, observa-se que em muitos escritórios, a preocupação com o conforto lumínico no trabalho em VDT, ainda não existe ou está em segundo plano.

Um dos problemas mais freqüentes é o ofuscamento, tanto direto, como refletido. Entretanto, resolver os problemas de ofuscamento em potencial, não elimina a necessidade de criar um ambiente confortável visualmente e agradável, pois, neste caso, estão sendo atendidos apenas os aspectos objetivos da iluminação.

Enfim, a aplicação de cada solução ou de soluções conjuntas vai depender de cada situação, e exigirá sempre uma análise completa. Além disso, a utilização da luz natural associada à iluminação artificial deve ser considerada, sempre que possível, a fim de proporcionar conforto psicológico e economia com gastos desnecessários de energia relativa ao sistema artificial.

2 O Conforto Lumínico

2.1 O Problema

O microcomputador é um importante instrumento de trabalho presente nos escritórios. Se por um lado ele traz benefícios conhecidos, por outro lado, a sua presença, sem o correto planejamento, gera problemas específicos que devem ser resolvidos, a fim de se assegurar um ambiente confortável e o bem-estar do usuário. A inserção deste equipamento no ambiente dos escritórios altera não somente o projeto de iluminação, como também o *layout*, as relações ergonômicas, e também o modo dos trabalhadores dos escritórios realizarem suas tarefas. Quando os microcomputadores são instalados em escritórios já existentes, é provável que a iluminação deva ser modificada ou trocada para se tornar compatível com a drástica mudança na tarefa visual. Para isso, é importante compreender como a tela do VDT é usada, que tipo de imagem visual é mostrada, e o relacionamento angular entre esta e o usuário.

Em um projeto de iluminação, muitas das recomendações básicas úteis para um escritório convencional podem ser aplicadas para um escritório informatizado - em ambos os casos, o projeto de iluminação deve controlar o ofuscamento direto e refletido e limitar as luminâncias, tanto no entorno imediato da tarefa, quanto dentro do campo dinâmico de visão. Entretanto, as características específicas da tarefa em um microcomputador devem ser atentamente observadas. As tarefas visuais em VDT diferem das convencionais inicialmente, porque, enquanto as tarefas sobre papéis estão geralmente no plano horizontal e, portanto, são realizadas com a cabeça e o olhar inclinados para baixo, uma tarefa visual em VDT típica é realizada na posição vertical, com a cabeça levantada. Em segundo lugar, porque o material visualizado é diferente, ou seja, a tela do VDT é uma superfície polida, facilitando a ocorrência de reflexos e de ofuscamento. Assim sendo, os parâmetros de conforto visual para um escritório convencional devem, ser reavaliados para os escritórios informatizados.

O projeto de toda a área de trabalho afetará o projeto de iluminação, determinando o seu sucesso ou o seu fracasso. A localização da tela do VDT, por exemplo, é muito importante. Em escritórios abertos (*landscape office*), a localização do VDT em um determinado posto de trabalho pode resultar tanto no ofuscamento refletido, quanto afetar as relações de luminâncias. Já em escritórios fechados, a existência de paredes de altura inteira (do chão ao teto) pode ser útil em limitar ambos os ofuscamentos, refletido e direto, mas o brilho provocado pela luz natural que penetra pela janela pode ser mais difícil de ser solucionado. Além do uso de cortinas ou persianas, orientar a tela do microcomputador perpendicular à janela evita, tanto o brilho refletido, quanto o excessivo contraste de luminância.

Além disso, a escolha de luminárias e lâmpadas adequadas ao trabalho em VDT, bem como a sua correta distribuição e direcionamento no ambiente do escritório, tornará possível reduzir ou mesmo eliminar o ofuscamento no VDT.

Utilizando-se luminárias de baixo brilho é possível resolver os problemas técnicos associados ao ofuscamento do VDT.

2.2 Níveis de Iluminação - Requisitos Quantitativos

O nível de iluminação deve ser determinado pela necessidade visual de cada atividade desenvolvida e pela idade do ocupante do ambiente. Em escritórios com VDT, é mais apropriado que a iluminação geral seja mantida em níveis relativamente baixos, e que uma iluminação suplementar seja aplicada sobre a tarefa executada em papéis, desde que os níveis estabelecidos propiciem uma boa performance e confortos visuais. Em todos os casos em que se adota a iluminação localizada sobre a tarefa, o nível de iluminação geral pode ser reduzido para 200 a 300 lux, uma vez que a iluminação localizada sobre a tarefa eleva a iluminância da tarefa visual para a recomendada. Os níveis de iluminância médios mantidos não devem exceder 500 lux sobre o plano de trabalho horizontal, a fim de limitar tanto as reflexões, como alguma possibilidade de problemas de adaptação. O limite superior para a iluminância geral em escritórios informatizados (com VDT) é de 750 lux. Assim, recomenda-se que o nível geral de iluminação nos postos de trabalho com computadores seja de 300 lux, quando os documentos a serem transcritos apresentarem boa legibilidade, ou 500 lux, quando essa legibilidade for menor. Para os casos onde essa legibilidade for ainda menor, aconselha-se a colocação de uma fonte localizada de até 1000 lux, diretamente sobre o documento de baixa legibilidade. (IES, 1990)

2.3 Controle de Brilho ou Luminância

A variação de luminâncias é absolutamente necessária para a visão, facilitando a percepção e a interpretação do espaço. Se esta variação for bem dosada, proporcionará um ambiente confortável, e, ao mesmo tempo, estimulante. Entretanto, se a diferença entre luminâncias dentro de um campo visual for extremamente grande, causará ofuscamento e distração. Em escritórios informatizados, os valores de luminância altos podem provocar o ofuscamento refletido na tela do VDT e a redução do contraste da tarefa, e podem criar problemas de adaptação mais severos do que nas tarefas convencionais.

Os três principais problemas de ofuscamento que freqüentemente ocorrem envolvem: a luz natural, as luminárias no teto e as tarefas em papéis adjacentes. A luz natural pode representar um problema em duas situações: se a luz do sol penetrar de forma direta dentro do espaço, atingindo o plano de trabalho (no caso, a tela do VDT) ou refletindo antes em alguma superfície; ou se houver alguma abertura lateral (geralmente uma janela) dentro do campo de visão do observador que incapacite ou reduza a acuidade visual.

Além disso, enquanto as tarefas sobre papéis são tipicamente realizadas olhando-se para baixo em uma tarefa situada em um plano horizontal, uma tarefa visual em VDT é realizada com a cabeça na posição vertical. Em função disto, em grandes escritórios abertos, uma extensa área do teto pode estar no campo de visão sendo importante limitar a luminância no plano do teto a fim de prevenir o ofuscamento fisiológico (ou incapacitador) ou problemas de

adaptação. O brilho do teto se torna especialmente importante em trabalhos com VDT. A visualização das telas requer um grande controle da luminância das luminárias diretas, ou então, o controle da luminância do teto, se a iluminação indireta for utilizada. Já que o teto pode ser considerado tipicamente uma superfície iluminada mais afastada, a luminância máxima do teto não deve exceder em dez vezes a da tela do VDT, caso as relações de luminância recomendadas sejam mantidas. Muitas pessoas podem começar a ver o teto na sua visão periférica no ângulo de 45° da vertical. (IES, 1990)

As tarefas em papéis adjacentes às telas do VDT podem causar um conflito direto entre as recomendações de iluminância e das relações de luminância. Uma refletância de 80% de um papel de fundo branco iluminado a 750 lux (75 footcandles), resultará em um nível de luminância de aproximadamente 200 candelas por m² (cd/m²). Se a luminância média da tela do VDT for de 50 cd/m², a tarefa sobre papéis será quatro vezes mais brilhante. Isto excede a relação de luminância recomendada de 3:1 entre a tarefa sobre papéis e as telas de VDT adjacentes. Para evitar esse problema, as necessidades de iluminância da tarefa devem ser reavaliadas, ou seja, pode ser necessário diminuir um pouco o nível de iluminância recomendado para a tarefa sobre papéis, sem que isto reduza a qualidade da iluminação da tarefa (sem reflexões veladoras). Outra solução para esse problema específico é usar uma tela de VDT com uma luminância média maior, isto é, maior do que 50 cd/m². (IES, 1990)

2.4 A Iluminação Geral

A necessidade da iluminação geral para tarefas executadas sobre papéis difere da necessidade desta para tarefas em VDT. Esta diferença ocorre porque, ao contrário da tarefa executada sobre papéis, a tarefa visual em VDT é auto-iluminada. Nesse sentido, a iluminação ambiente pode não ser necessária para se ver e assimilar a tarefa. Apesar disso, a iluminação geral para tarefas em VDT não deve ser dispensada. Ela é necessária para fornecer um ambiente de trabalho agradável e seguro, através do escritório, para fornecer um equilíbrio entre a luminância da tarefa no VDT e a luminância do entorno, e para fornecer um pouco ou toda a iluminância necessária para realizar tarefas visuais executadas no papel adjacentes.

Entretanto, destaca-se que a iluminação geral pode causar problemas de visibilidade para a tarefa visual em VDT, se não for bem projetada. Existem três maneiras de se fornecer iluminação geral. Um deles é a iluminação direta, na qual as luminárias sobre a cabeça fornecem iluminação diretamente para baixo. O outro método é a iluminação indireta, na qual as luminárias fornecem a luz direcionada para cima que é, então, refletida no teto, iluminando a tarefa de uma forma indireta. Uma terceira alternativa para a iluminação geral é a iluminação direta-indireta. Esse sistema usa luminárias pendentes que fornecem tanto a iluminação voltada para cima como a voltada para baixo e, portanto, fornece uma combinação da iluminação direta com a indireta.

Com um sistema de iluminação direta especificamente projetado para escritórios que usam VDTs, a direção da luz pode ser cuidadosamente

controlada, a fim de que o brilho da luminária nas telas do VDT não seja visto. Em um projeto cuidadoso, o brilho das luminárias, quando visto na tela do VDT, deve estar aproximadamente igual à luminância do teto. Então, não há quase nenhum contraste de luminância entre a imagem refletida da luminária e o teto. O fundo escuro da tela destaca os caracteres brancos, mas também pode aumentar a percepção do brilho refletido no VDT. A luz das luminárias diretas pode ser controlada, usando-se difusores translúcidos, "louvers", ou aletas anti-reflexivas, sendo apropriados para pequenos escritórios com VDTs. Para se evitar o ofuscamento refletido nas telas do VDT, recomenda-se que a luminância média da luminária nos planos transversal, longitudinal e a 45° da vertical não deve exceder, de preferência: 850 cd/m² em 55° da vertical, 350 cd/m² em 65° da vertical e 175 cd/m² em 75° da vertical. Em pequenos escritórios fechados, é pouco provável que a luminância no plano do teto cause reflexões no VDT, pois, com a tela quase na vertical, o operador provavelmente não verá nenhuma parte do teto refletida na tela.

Em um sistema de iluminação indireta bem projetado, o rendimento de luz da luminária é controlado para fornecer uma mesma luminância sobre todo o teto que, sucessivamente, fornece a iluminação para o espaço abaixo. Um teto difuso reflete a luz em todas as direções e provavelmente será visto refletido na tela do VDT; no entanto, a luminância relativamente baixa não reduzirá o contraste de forma significativa entre os caracteres do VDT e seu entorno. Ainda, se a luminância vista na tela do VDT é uniforme ao longo da tela, não existem trechos individuais de brilho para interferir com a assimilação do caráter da tela.

2.5 A Iluminação Localizada sobre a Tarefa

Um dos conceitos mais fundamentais da iluminação é hoje conhecido como a iluminação na tarefa e é particularmente útil para iluminar as superfícies de trabalho de sistemas-mobiliário, que geralmente não recebem luz suficiente do sistema de iluminação geral, devido às sombras provocadas por divisórias verticais, prateleiras e armários incorporado ao mobiliário. Existem três tipos de iluminação localizada na tarefa: a iluminação *fixa* localizada na tarefa, a *móvel* e a localizada na tarefa em superfície vertical (reader's stand). A escolha do tipo depende de cada situação. Enfim, a iluminação na tarefa combinada com um baixo nível de iluminação geral pode ser eficiente e reduzir o consumo de energia.

2.6 Ofuscamento Refletido

O problema mais comum de uma iluminação de escritórios informatizados é o ofuscamento refletido ou reflexões "veladoras" nas telas do VDT, já que as telas de VDT têm uma superfície polida escura ou acetinada que reflete as imagens do espaço circundante. As luminárias, o teto brilhante, as roupas do usuário, as paredes ou janelas pode ser vista por um observador na tela do VDT, como trechos brilhantes de luz refletida na tela. Diferentes tipos de ofuscamento refletido resultarão em diferentes tipos de problemas.

Existem três tipos básicos de ofuscamento refletido na tela de VDT: o ofuscamento da imagem, o ofuscamento da área, e o ofuscamento uniforme. O *ofuscamento da imagem* pode resultar de uma tela muito polida somado ao brilho da luminária localizado dentro da "zona ofensiva", ou de reflexão de uma janela e sua luminância associada. No ofuscamento da imagem, vê-se uma imagem refletida na tela. Este tipo de ofuscamento refletido provoca um problema triplo: a redução do contraste da tarefa; distração visual para o trabalhador; a criação de duas imagens com diferentes distâncias focais. O *ofuscamento da área* acontece, quando uma área de brilho é refletida no VDT, resultando em um trecho brilhante visível na tela. Pode resultar de uma tela mais difusa ou de uma iluminação indireta não uniforme. Os problemas advindos deste tipo de ofuscamento ainda são a distração e a redução do contraste da tarefa, mas não causa um problema focal no olho. O *ofuscamento uniforme* pode resultar da iluminação indireta em um nível de luminância alto demais. Neste caso, a luminância do teto uniforme é refletida na tela e pode reduzir o contraste da tarefa. Esse tipo de ofuscamento geralmente não causa distração, nem causa um problema de distância focal. Se o ofuscamento uniforme provoca a redução do contraste da tarefa, aumentando-se a intensidade do detalhe pode-se aumentar o contraste da tarefa, sem causar problemas de desconforto.

2.7 A Luz Natural (luz do dia)

Em ambientes de escritórios informatizados, a presença da luz natural é desejável, pois ela contribui para o conforto físico e psicológico do indivíduo. No Brasil, especialmente no Rio de Janeiro, onde os níveis de iluminação natural (luz do dia), são bastante expressivos, o aproveitamento da luz natural deve ser considerado, sempre que possível em associação à luz artificial, possibilitando a economia dos gastos energéticos excessivos provocados pelo sistema artificial.

Entretanto, deve-se evitar a incidência da luz natural diretamente sobre o plano de trabalho, por causar ofuscamento. Outro problema é a existência de uma janela situada dentro do campo de visão de uma pessoa que esteja visualizando o VDT, pois poderá provocar desconforto ou ofuscamento devido às altas diferenças de luminâncias entre a luz natural que entra pela janela e a luminância no VDT. Estes problemas podem ser evitados, através do uso de dispositivos de sombreamento na fachada, ou ainda da mudança de *layout* dos postos de trabalho informatizados.

Caso seja possível a utilização de dispositivos de sombreamento, estes devem ser estudados a fim de se escolher o tipo mais adequado a cada situação. Os brises horizontais ou verticais, as marquises, e os beirais podem ser utilizados. No entanto, o "lightshelf" é um dos dispositivos mais apropriados, pois além de sombrear a fachada, evitando a incidência da luz natural direta sobre o plano de trabalho, permite a visão do exterior, e redireciona a luz externa para as áreas mais escuras do ambiente. Outra solução pode ser o bloqueio visual direto da janela, através do uso de divisórias nas estações de trabalho, atrás do VDT (até a altura dos olhos) ou atrás do trabalhador, quando este estiver de costas para a janela, bloqueando as imagens da janela refletidas na tela do

VDT. Quando não for possível modificar o *layout*, ou utilizar dispositivos de sombreamento externo, em função do custo, pode-se, ainda, utilizar os dispositivos de sombreamento interno, tais como as cortinas e persianas, que apesar de bloquearem a luz externa incidente na tarefa, também impede a visão do exterior.

2.8 Conclusão

Em resumo, a aplicação de cada solução ou de soluções conjuntas vai depender de cada situação, e exigirá sempre uma análise completa e cuidadosa. A utilização da luz natural deve ser considerada, sempre que possível, a fim de proporcionar conforto e economia de energia do sistema artificial. Deve-se procurar sempre compatibilizar o sistema de iluminação com os demais sistemas: por exemplo, deve-se evitar que a posição das luminárias coincida com as saídas de ar condicionado.

Além disso, é importante observar que a evolução da informática é rápida e constante. A própria tela do VDT vai sendo, ao longo do tempo, fabricado com uma tecnologia melhor, tornando alguns problemas temporários. Pode-se citar as diferenças entre os monitores de tela plana (FPD) e o tubo de raios catódicos (CRT). Os fabricantes de luminárias, lâmpadas e de dispositivos para iluminação também lançam no mercado novidades. O aprimoramento da tecnologia deve ser acompanhado de soluções de projeto que as compatibilizem.

3 Referências Bibliográficas:

- (1) **Gorgulho, Cristiane Fernandes** (1998): *Iluminação em Escritórios - Dos Fundamentos às Recomendações Técnicas do Projeto com Ênfase no Trabalho Informatizado*, dissertação de tese, M. Sc. Arquitetura, Área de Conforto Ambiental, FAU/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- (2) **Hopkinson, R. G., Petherbridge, P., Longmore, J.** (1966): *Iluminação Natural*, 2ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- (3) **IES, Illuminating Engineering Society** (1993): *Office Lighting*, RP-1-1993 (Revision of ANSI/IESNA RP-1-1982), American National Standard Practice for Office Lighting, Illuminating Engineering Society of North America, New York, EUA.
- (4) **IES, Illuminating Engineering Society** (1990): *VDT Lighting*, Recommended Practice for Lighting Offices Containing Computer Visual Display Terminals, RP-24-1989, Illuminating Engineering Society of North America, New York, EUA.