

ESTUDOS DOS SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO E ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES COM TERMINAIS DE VÍDEO, CORRELACIONANDO SUAS INADEQUAÇÕES COM REPERCUSSÕES OCULARES EM SEUS USUÁRIOS - ESTUDO DE CASO.

Luiz Bueno da Silva (Doutorando), Francisco Soares Másculo (PhD), Antonio Souto Coutinho (Dr), Astênio Cesar Fernandes (Dr), Francisco de Assis Gonçalves da Silva (Doutorando).

Universidade Federal da Paraíba, CT, Departamento de Engenharia de Produção

Cidade Universitária, Campus I, Bloco "G", Sala "01", 58051-970, João Pessoa (PB), Brasil, E-mail masculo@terra.npd.ufpb.br

RESUMO

Este artigo analisa as condições de trabalho de usuários do Laboratório de Informática do Centro de Tecnologia da UFPB, cujos resultados, uma vez confrontados com as condições exigidas constantes da ASHRAE e, comparados com os resultados dos estudos sobre variações de rendimento e fadiga visual, desenvolvidos por HOPKINSON e COLLINS, constataram a influência dos sistemas de climatização e iluminação no desconforto ou danos do bulbo ocular, confirmados por 120 usuários consultados.

ABSTRACT

This study analyses the work conditions of the users of the Computer Laboratory of Technology School of UFPB. It was evidenced by its results that the environmental and illumination systems may cause discomfort or damage to the visual bulb. These results were validated by 210 sampled users after being compared with the international norm ASHARE and also with the studies about variation of efficiency and visual fatigue developed by HOPKINSON AND COLLINS.

INTRODUÇÃO

Hoje, um número crescente de pessoas trabalha em ambientes com terminais de vídeo, submetendo seus olhos a longos períodos de atividade. Em 1994, nos EUA, 50 milhões de pessoas trabalhavam diante de monitores de vídeo ou *video displays terminals* - VDTs. As projeções são de que, no início do próximo século, esse número suba para mais de 100 milhões! (MELLO, 1994). Tais dados dão a dimensão desse problema que já é uma das principais preocupações da Medicina do Trabalho e, ao que tudo indica, um problema de saúde pública.

O uso prolongado de monitores de vídeo afeta a capacidade de focalizar imagens e a coordenação dos músculos oculares, causando distúrbios que diminuem a eficiência visual e a capacidade de concentração, prejudicando o desempenho no trabalho. Essa perda de eficiência visual predispõe a um maior número de erros na realização de tarefas visuais (GRIGNOLO, 1984).

A baixa resolução de muitos monitores, *flickers* (rápidos tremores da imagem) (BAUER, 1984; ROGOWITZ, 1984), a radiação eletromagnética, o sistema de ar-condicionado superdimensionado e as condições de iluminação inadequadas são alguns dos fatores que podem comprometer a integridade visual, a função normal do olho que depende do suprimento apropriado de um "fluido" que banha a conjuntiva e a córnea. Essa camada úmida (filme lacrimal) serve: (1) como função óptica, para manter a uniformidade óptica na superfície da córnea; (2) como função mecânica, para expulsar partículas estranhas da córnea e conjuntiva e lubrificar a córnea e a conjuntiva; (3) função nutriente da córnea; (4) função antibactericida (Mild, 1975). Ineficiência das tarefas desenvolvidas nesses ambientes (GRANDJEAN, 1984; LYON, 1992; SNYDER, 1984; SUESS, 1986; TAKAHASHI, 1984).

Esse filme lacrimal é composto por três camadas, uma delas é a camada oleosa superficial (objeto da presente análise). Ela, é responsável pela redução da evaporação da camada aquosa, e forma uma barreira ao longo das margens da pálpebra conservando a lágrima nessas margens. O índice de evaporação no filme lacrimal é considerado baixo devido a esta superfície oleosa que o protege. Na ausência da proteção desta camada oleosa, o índice de evaporação pode aumentar de 10 para 20 vezes, apesar de não mais do que 20% a 25% do total das secreções lacrimais serem perdidas por evaporação, gerando a necessidade do usuário ser advertido a piscar os olhos, pois a sua atenção ao vídeo reduz o piscamento normal, expondo a córnea e a conjuntiva a ressecamento, mesmo em ambientes adequados termicamente. Esse fato se torna relevante nos usuários de lentes de contato.

Finalmente, as pessoas ligadas às atividades que envolvam monitores de vídeo, de uma forma geral, podem sofrer influência dos fatores acima citados, acarretando um desgaste ocular precoce e, em casos extremos, doenças ocupacionais irreversíveis. (KRUEGER, 1984; MAULI & BELLUCI, 1984; MELLO, 1994; MEYER, 1984)

METODOLOGIA

Para analisar as condições térmicas e os níveis de iluminância a que estão sujeitos os usuários do Laboratório de Informática do Centro de Tecnologia da UFPB, (que é constituído de três ambientes, tendo cada um deles 1 aparelho de ar-condicionado de 18.000 btu/h: a) uma sala com 4 terminais de vídeo, 1 estabilizador eletrônico e 1 um aparelho de comunicação de dados (DT192BB); b) uma sala de administração da rede com 2 microcomputadores 486 SX, 3 estabilizadores HD-800 e 2 impressoras de 80 colunas; c) uma sala de microinformática com 7 microcomputadores 486 SX e 1 impressora de 132 colunas. Cada sala possui uma janela de vidro transparente e, apenas a sala da administração, possui cortina de tecido de cor azul), tomaram-se por base as Normas Técnicas Brasileiras que regulamentam as instalações relativas à climatização e à iluminação artificiais, além de pesquisa junto a seus usuários e consulta a bibliografia específica.

Dividido em três etapas, o trabalho avaliou, na primeira, as condições termoambientais; na segunda, as de iluminância e de luminância relativas ao ambiente e à estação de trabalho (telas, teclados, mobília); e, na terceira, realizou consulta junto aos usuários do citado laboratório.

Embasado no que trata a NBR-5858, foi realizado um levantamento visando a obterem-se a altura e o peso de cada usuário (uma amostra representativa) do Laboratório, aplicando-se, para tanto, o resultado à equação:

$$(1) A_{DU} = 0,202P^{0,425}Z^{0,725} \quad \text{onde: } A_{DU} = \text{Área superficial do corpo, m}^2$$

P = Peso, em Kg.

Z = Altura, em m.

A área de superfície corpórea média dos usuários foi comparada com a do Homem Padrão (ASHRA, 1985), com o objetivo de se detectar possíveis diferenças significativas entre ambas.

Para medir os níveis de iluminância no Laboratório foi utilizado um luxímetro, ref. LX-102. As medições foram feitas pela manhã, horário de maior utilização por parte de seus usuários, e na época correspondente ao inverno. De acordo com a NBR-5382 o laboratório enquadra-se no caso de ambientes com áreas regulares com linha única de luminárias individuais.

Em seguida, foram consultados 210 usuários do laboratório, dos quais 65 do sexo feminino e 145 do sexo masculino. Desses, 65% utilizam os VDTs mais de 5 horas por semana, enquanto que os demais os utilizam de 2 a 5 horas semanais.

Por fim, com base em estudos feitos por FE JOSEFINA F. DY (*International Labour Office* - Geneva, 1985), por K. H. E. Kroemer (*Virginia Polytechnic Institute and State University*, 1994), H. B. Kroemer (*Burns Clinic Medical Center*, 1994), K. E. Kroemer-Elbert (*Howmedica Inc.*, 1994), Venéia Santos (*Fundación Mapfre*, 1992) e pela análise referida, propôs-se o nível de iluminância adequado à tarefa visual em estudo. Analisou-se, ainda, os aspectos fisiológicos e a correção refrativa que envolve o usuário de terminais de vídeo.

DISCUSSÕES

Segundo as Normas Brasileiras que regulamentam as instalações de ar condicionado, para uma temperatura externa de 32°C, caso de verão em João Pessoa, a temperatura de bulbo seco, do ar do ambiente, deve ser 24,0 ± 1,26,0°C e a umidade relativa, 40 ± 1,60%. A velocidade do ar deve ser 0,025 ± 0,25 m/s. Quanto à pureza do ar, essa, deve ser assegurada pela renovação do ar da sala e através filtros.

Tendo em vista que os valores médios das temperaturas dos três ambientes apresentaram diferenças desprezíveis, Tabela 1, relativamente à precisão dos gráficos utilizados, tomou-se a média de cada temperatura nos três setores para se efetuar a análise.

Tabela 1: Resumo das medições feitas no Laboratório - Fonte: Pesquisa direta

AMBIENTE	t _g °C	σ	t _{bu} °C	σ	t °C	σ
Terminais IBM	26,0	0,1	17,1	0,23	25,1	0,22
Microcomputadores	-	-	16,6	0,20	24,5	0,20
Administração da Rede	-	-	18,2	0,8	25,1	0,8
MÉDIA			17,3	0,41	24,9	0,4

As condições de conforto de que trata a NBR 5858 se baseiam na troca de calor do Homem Padrão (ASHRAE, 1985), definido como tendo 1,70 m de altura e pesando 70kg, cuja área superficial dada pela equação (1) é 1,80 m². Aplicou-se, então, um questionário a 210 pessoas, obtendo-se, após o devido tratamento estatístico, os seguintes valores P = 66,6 Kg e Z = 1,72 m (QUADRO 1)

Quadro 1 - Características individuais dos usuários do Laboratório de Informática

PERFIL	PESO (Kg)	ALTURA (cm)	IDADE (anos)
Número de células	210,000000	210,000000	210,000000
Soma	12648,000000	326,700000	4297,000000
Média	66,5684200	1,7194740	22,4973800
Desvio padrão	11,7492800	0,0763086	3,6661670
Mínimo	45,0000000	1,4500000	17,0000000
Máximo	110,0000000	1,9000000	42,0000000

Substituindo os valores médios na equação (1) $P = 66,6$ e $Z = 1,72$ obteve-se:

$$A_{DU} = 0,202 \cdot 66,6^{0,425} \cdot 1,72^{0,725} = 1,78m^2$$

Verificou-se, então, que a área média superficial dos corpos dos usuários comparada com a do Homem Padrão (1,80m²) não representou diferença significativa. Assim sendo, entrando na Carta de Conforto (Houghten e Yaglow) a seguir, para $t = 24,9\text{°C}$ e $t_{bu} = 17,3\text{°C}$, encontrou-se uma percentagem de satisfação igual a 92%, confirmada pela opinião de 210 usuários que utilizavam o laboratório, no mínimo, 1 hora por dia, no intervalo das 07:30 às 22:00 horas.

Embora todos os pontos da área representem conforto, e na incerteza de que a totalidade dos usuários de um ambiente esteja termicamente satisfeita, a norma internacional ASHRAE 55-74 estabelece que um sistema de climatização só deve ser aprovado quando o índice de satisfação for igual ou superior a 80%.

Os aparelhos de ar condicionado superdimensionados desumidificam exageradamente o ar, provocando excesso de evaporação. A capacidade de um sistema de ar condicionado precisa estar diretamente adequada ao volume do ambiente que ele irá refrigerar. Outro aspecto importante está ligado à seleção adequada do filtro de ar do condicionador. Ele é responsável pela regulação da pureza do ar, permitindo que os usuários não convivam com substâncias químicas ou partículas sólidas que poderiam trazer danos à saúde, e em particular, ao olho, incluindo-se alérgenos que possam provocar hipersensibilidade imunológica (alergia). Segundo MAULI E BELLUCCI (1984), os aparelhos de ar condicionado impróprios em ambientes de trabalho com terminais de vídeo provocam irritação ocular, inclusive, as vezes, impossibilitando até o uso de lentes de contato.

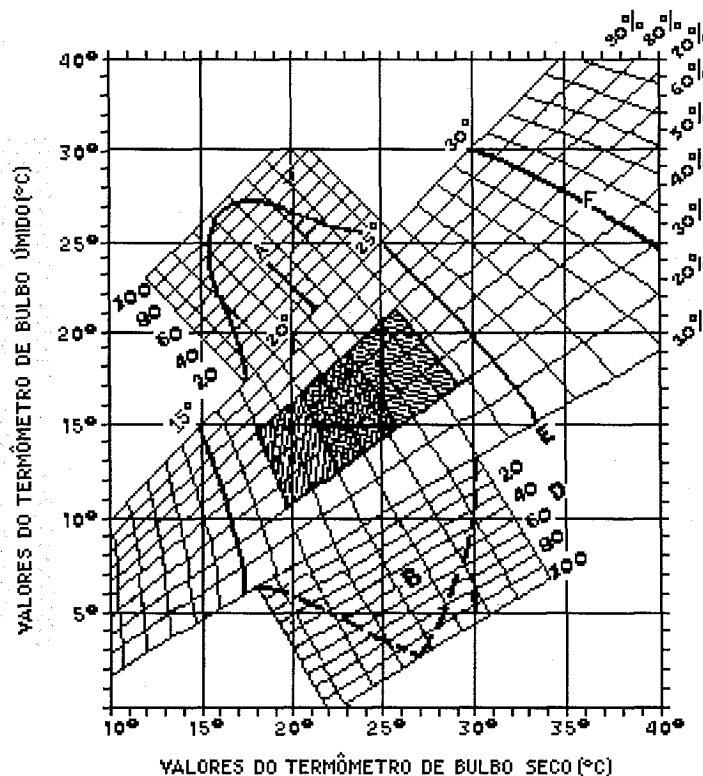


Figura 1: Carta de Conforto. FONTE: Macintyre, 1988

A partir da análise das variações do rendimento e da fadiga visual em função do nível de iluminância feita por HOPKINSON, R.G e COLLINS, J.B., 1970 (IIDA, 1992), verificou-se que a iluminância encontrada em cada sala comprometia o rendimento visual dos usuários. Calculando-se a iluminância média de cada ambiente para N=2 (cada sala possui 2 luminárias) tem-se:

$$E_{Micro_{Acesa}} = 1319Lux, E_{Terminal_{Acesa}} = 1555Lux, E_{Terminal_{Apagada}} = 1115Lux, E_{Micro_{Apagada}} = 934Lux, E_{Adm_{acesa}} = 607Lux$$

De acordo com a pesquisa direta (QUADRO 2) verificou-se que 210 pessoas (65 são do sexo feminino e 145 do sexo masculino) freqüentam esse laboratório no intervalo de 07:30 às 22:00 horas, entre 2 e 5 horas por semana, sendo que 65% dos alunos do Curso de Engenharia Mecânica (aproximadamente 83 alunos) utilizam os VDTs mais de 5 horas por semana.

Quadro 2: Medições de iluminação no Posto de Trabalho

MEDIÇÕES NO POSTO DE TRABALHO (lux)			
LEITURAS	MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA
I	205	225	248
II	120	143	155
III	91	95	123
MEDIÇÕES NO AMBIENTE DE TRABALHO (lux)			
SALAS	lâmpadas acesas		lâmpadas apagadas
TERMINAIS DE VÍDEO	Q = 2.255; P = 854		Q = 1.497; P = 732
MICROCOMPUTADOR	Q = 2.042 ; P = 596		Q = 1.280; P = 587
ADMINISTRAÇÃO	Q = 1.045; P = 169		

Ao se observar as variações do rendimento e da fadiga visual em função do nível de iluminamento segundo Hopkinson e Collins (IIDA, 1992), (FIGURA 3), percebe-se que o rendimento visual tende a crescer a partir de 10 lux, com o logaritmo do iluminamento até 1000 lux, ou seja, a capacidade visual para discriminar pequenos detalhes cresce com o iluminamento de 10 lux até 1000 lux. A partir desse ponto, o aumento do nível de iluminamento no ambiente não proporciona um melhoramento sensível no rendimento visual, e sim um aumento da fadiga visual. E isto demonstra uma preocupação singular, visto que o nível de iluminamento no posto de trabalho está abaixo de 500 lux, e nas salas de microcomputadores e terminal IBM estão acima de 1000 lux, sendo exceção a sala de administração que se encontra dentro da faixa desejável, 500-1000 lux, devido a existência de uma cortina de cor azul escura. Nesse intervalo praticamente não existe fadiga visual e o rendimento visual é satisfatório.

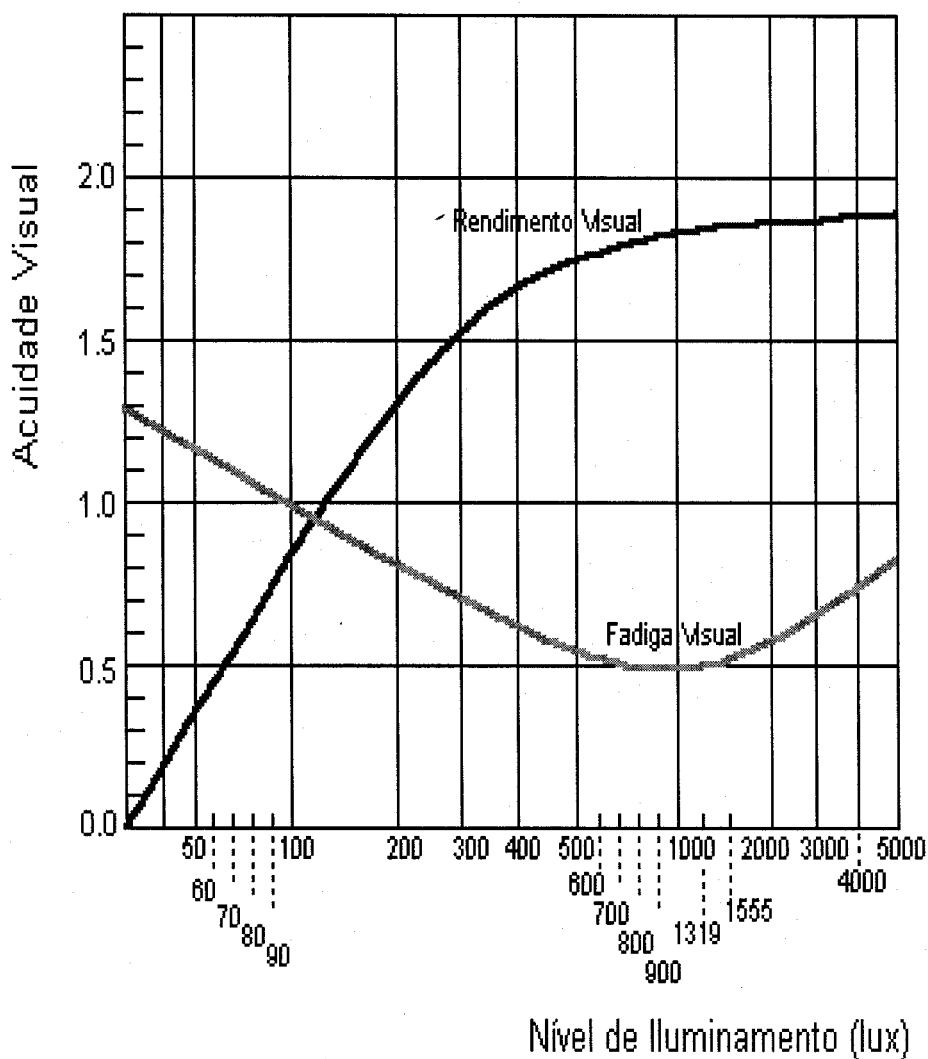


Figura 2: Variações do rendimento e da fadiga visual em função do nível de iluminamento. Fonte : IIDA, 1992

CONCLUSÕES

Como a média das idades dos alunos (usuários) é inferior a 40 anos e, como o nível de importância da tarefa realizada nesse laboratório, levando em consideração sua velocidade e precisão, não é muito significativo e, também, como o nível em que se encontra a refletância do fundo da tarefa é superior a 70%, então, de acordo com a NBR 5413/1991, a iluminância no posto de trabalho recomendável é de 500 lux, o que demonstra, conforme medições realizadas, que o nível de iluminância no posto de trabalho está em desacordo com a norma e, portanto, impróprio para as tarefas visuais nele realizadas.

Apesar dos níveis de iluminância nos três ambientes do laboratório estarem em torno de 1.000 lux e, segundo Hopkins e Collins, embora o rendimento visual se mantenha constante, espera-se aumento da fadiga visual; a iluminância verificada nos postos de trabalho foi inferior a 500 lux, contrariando a norma citada;

Apesar das condições climáticas encontradas satisfazerem a mais de 80% dos usuários, deve-se ter em mente que a temperatura afeta o estado de perfusão conjuntival e pode reduzir a umidade do ar, tornando o ambiente de trabalho mais seco, provocando um aumento da evaporação do filme lacrimal, com conseqüente patologia externa (conjuntiva e corneana) de maior ou menor severidade, o que impõe aos usuários de terminais de vídeo, pausa regular em trabalho longo, atenção à necessidade de piscar e à correção óptica (quando existir), bem como adequação ergonômica aos presbíta. A área superficial de troca de calor pode ser tomada como 1,80 m² (Homem Padrão) para pessoas em grupo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGESEN, L. et. al., *Measurements of character contract and luminance distribution on data screen workstations*. Ergonomics and health in modern offices; edited by E. Grandjean. Turin: Taylor & Francis, 1984. p. 410-415.
- (ABNT) Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5858, Junho, 1983.
- (ABNT) Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5413, Maio, 1991.
- (ABNT) Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5382, Abril, 1985.
- ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineering. Handbook of Fundamentals*, 1985.
- BAUER, D., *Causes of flicker at VDUs with bright background and ways of eliminating interference*. Ergonomics and health in modern offices; edited by E. Grandjean. Turin: Taylor & Francis, 1984. p. 364-370.
- BERGAVIST, Ulf. Ov. *Video display terminals and health*. Journal of Work, Environment & Health, Heisink, v.10, suppl 2, 1984. 87 p.
- BONNELL, J.A., *Vdt's and health fact or fancy? Work with display units 86*; edited by Bengt Knave and Per-Gunnar Widebäck. Stockholm: North-Holland, 1986. p. 3-5
- COUTINHO, Antônio Souto. *Higiene III (calor e frio)*. Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, Depto. de Engenharia de Produção. João Pessoa, 1994. 93p.
- DUKE-ELDER, Stewart, GLOSTER, John, WEALE, Robert A. *The physiology of the eye and of vision. System of ophthalmology*; edited by Sir Stewart Duke-Elder. London. Duke-Elder, V. IV, 1968. 734 p.
- DRT - Delegacia Regional do Trabalho. *O trabalho com os terminais de vídeo*, São Paulo, 1989. 41p.
- DY, F. Fe Josefina. *Visual display units: job content and stress in office work*. International Labour Office - Geneva, 1985. 138 p
- FERNANDES, Astenio Cesar, JOSE, Newton Kara. *Noções básicas de oftalmologia*. João Pessoa: SEDEC, 1992. 20p.
- IIDA, Itiro. *Ergonomia projeto e produção*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1992. 462p.
- KROEMER, K. et al. *Ergonomics: How to design for ease & efficiency*. New Jersey: Prentice Hall, 1994. 776p.
- MACINTYRE, A.J., *Ventilação industrial e controle da poluição*. Guanabara, 1988.
- MAULI, F., BELLUCI, R. *The effects of visual ergonomics and visual performance upon ocular symptoms during VDT work*. Ergonomics and health in modern offices; edited by E. Grandjean. Turin: Taylor & Francis, 1984. p. 346-351.

- MELLO, Alexandre Bandeira de. *O computador e o desgaste visual: preocupe-se com a sua saúde*. CPUPC, Rio de Janeiro, n. 10, 1994. p. 10.22-10.36.
- SANTOS, Venétia, ZAMBERLAN, Maria Cristina. *Projeto ergonômico de salas de controle*. São Paulo: Editora fundación MAPFRE, 1992. 136 p.
- SILVA, F. A. Gonçalves da, *Conforto Ambiental; Iluminação de Interiores*, Ed A União, João Pessoa - PB, 1992.
- SILVA, Luiz Bueno. *Impacto dos Monitores de Vídeo na Produtividade e na Saúde*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 1995. São Carlos. SP. Anais. p. 244-248.
- SNYDER, H. L. *Lighting glare measurement and legibility of VDTs. Ergonomics and health in modern offices*, edited by E. Grandjean. Turin: Taylor & Francis, 1984. p. 295-304.1
- SUESS, Michael J. *Health impact of work with visual display terminals. Work with display units 86*; edited by Bengt Knave and Per-Gunnar wideback. Stockholm: North-Holland, 1986. p. 6-15.
- TIPLER, Paul A., *Física*, Rio de Janeiro: Guanabara Dois S.A., 1984. p. 854-856, p. 891-893.
- ULANOFF, Lance, *O monitor perfeito*. PC Magazine Brasil, São Paulo, v.5, n.1, jan. 1985. p. 94-106
- VIEIRA, Jair Lot. *Segurança e medicina do trabalho*. São Paulo: Edipro, 1992. 400p.
- WEERDMEESTER, B., DUL, J. *Ergonomia prática*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1995, 147p.

