

**Apreciação ergonômica para laboratórios de CAD em cursos de
Arquitetura, Engenharia e Design**
*Ergonomic appreciation of CAD laboratories used in the study of
Architecture, Engineering and Design*

OLIVEIRA, Edílson Campelo de

Especialista em Design de Produto – Universidade do Estado da Bahia – POSDESIGN

Palavras-chave: intervenção ergonomizadora, sistema homem-tarefa-máquina, laboratório de CAD.

Este trabalho apresenta um resultado parcial da pesquisa que está sendo desenvolvida, pelo autor, a respeito dos problemas ergonômicos em laboratórios de CAD utilizados para aulas em graduações de arquitetura, engenharia e design. A investigação obedece às etapas e fases de uma intervenção ergonomizadora e pretende, ao final, propor um projeto ergonômico que solucione tais problemas.

Key-words: ergonomics intervention for changing, human-task-machine system, CAD laboratory.

This report presents partial results of a study, which was developed by the author, concerning ergonomic problems in CAD laboratories used by architecture, design and engineering students. The investigation outlines the steps and phases of an ergonomics intervention and in the end proposes an ergonomic project in hopes to offer a solution to such problems.

Apreciação ergonômica para laboratórios de CAD em cursos de Arquitetura, Engenharia e Design

Com a crescente necessidade da utilização de computadores nos currículos escolares, incluindo graduações em arquitetura, engenharia e design, focos deste estudo, experimentada durante as décadas de 1980 e 1990, e ainda hoje, as instituições buscaram atender a tal demanda criando laboratórios onde seriam lecionadas disciplinas nos mais diversos campos do saber, que envolvessem o uso de mídias computacionais.

No caso das disciplinas de desenho e projeto auxiliados por computador, nos referidos cursos, o que se nota é que os laboratórios não foram projetados especificamente para tal fim, aliás, o que ocorre na maioria dos casos. A situação agrava-se para o caso em questão por haver especificidades inerentes à atividade que demandam adicionais de espaço e equipamentos nas salas e memória nos computadores. “(...) Os laboratórios são usados para aulas teóricas/práticas, e por alunos para atividades extra-classe. Mas o principal problema em relação ao uso é que a grande maioria disputa o laboratório com outras disciplinas que não Desenho e Projeto, e o compartilhamento do laboratório, em função do número reduzido destes, destinados a sala de aula, muitas vezes impossibilita um arranjo mais adequado às atividades específicas das aulas de desenho e projeto” (GIUNTA; YEE, 2001).

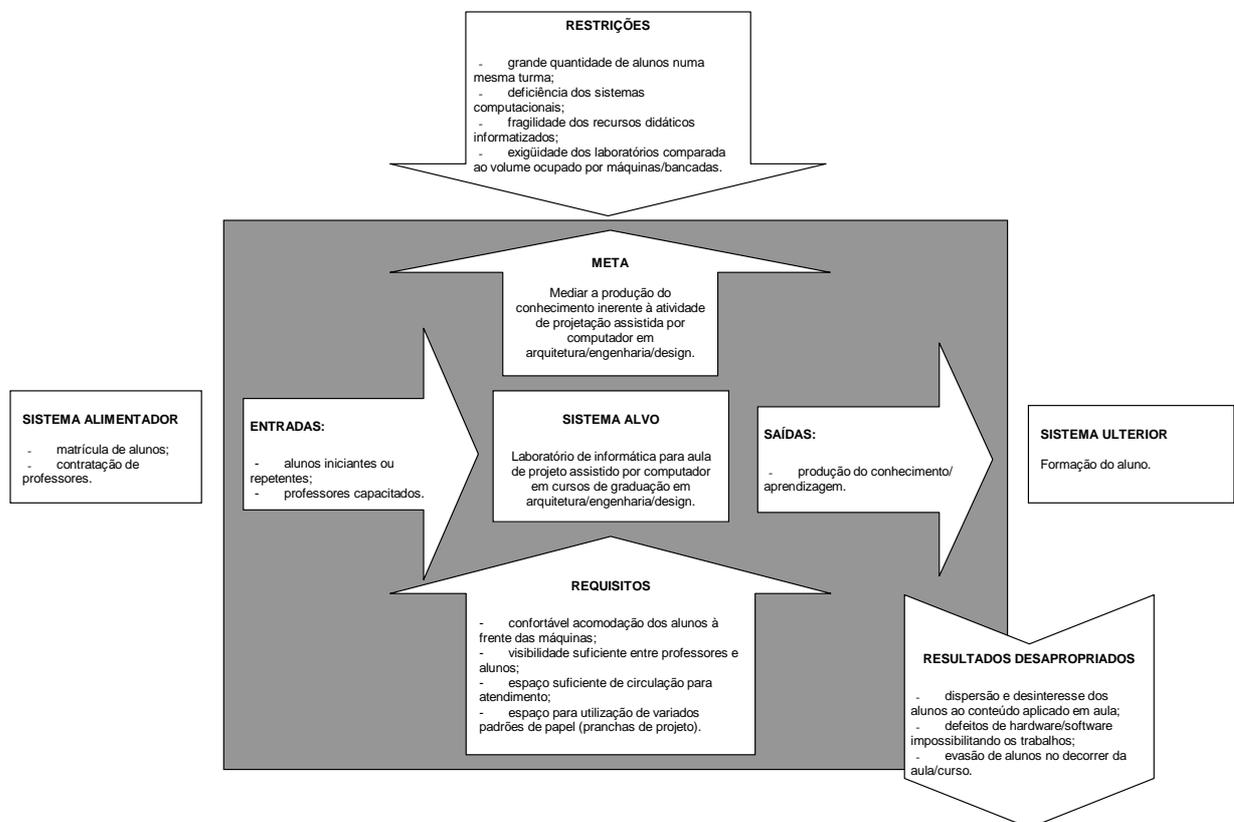
Giunta e Yee, neste mesmo trabalho acima citado, apresentado no 15º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e *IV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design*, uma pesquisa realizada junto a professores da área de desenho e projeto sobre os problemas dos laboratórios de informática usados como sala de aula de desenho em suas instituições e junto a alunos destas disciplinas, analisando os problemas apontados pela maioria dos entrevistados, observam que a maioria dos laboratórios de CAD (Computer Aided Design) apresenta, ainda hoje, arranjo idêntico aos da sala de aula tradicional, com mesas enfileiradas uma atrás da outra (GIUNTA; YEE, 2001). Não é difícil reconhecer que, na história da evolução da tecnologia midiática, este fato é notório e recorrente a exemplo, entre outros, da fotografia que seguiu a trilha da pintura até encontrar sua verdadeira vocação e a televisão que, da mesma forma, tentou dar seqüência à programação do rádio antes de se tornar o veículo inigualável que conhecemos hoje. Aceita-se o fato de se iniciar num novo meio na mimese do meio anterior, mas é inegável que devamos,

incessantemente, buscar uma feição própria que o diferencie e o individualize. A sala de aula do futuro, ou escola do futuro, amplamente debatida no meio educacional, urge ser encarada como necessidade presente.

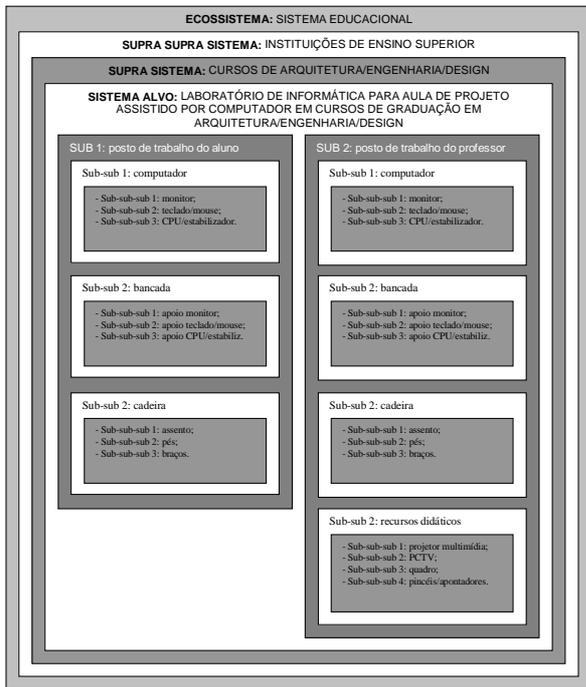
No 2º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, Rio de Janeiro, Fonseca e Mont'Alvão, apresentaram um dos trabalhos realizados pelo Departamento de Psicologia da Universidade de Creighton, U.S.A, desenvolvido por Nancy J. Stone, ilustrando como são realizados os estudos sobre os efeitos do design do espaço de trabalho (FONSECA; MONT'ALVÃO, 2003), cuja conclusão nos reforça a certeza de que fatores ambientais afetam o humor, o desempenho e a satisfação do homem em seu posto de trabalho. Não é difícil, pois, aceitar que o mesmo é válido quando pensamos em características físicas da sala de aula interferindo no aprendizado, na produção do conhecimento. Tajra, em trabalho a respeito da aplicação da informática na educação, observa que “uma das variáveis que mais afetam a dinâmica da aula está diretamente relacionada à distribuição dos equipamentos e móveis nesse espaço” (TAJRA, 2001, p.102).

Este é o rastro que a pesquisa propõe seguir na perspectiva de trazer a discussão, mais proximamente, para as Instituições de Ensino Superior (IES), onde se graduam novos arquitetos, engenheiros e designers. As primeiras observações, incluindo entrevistas preliminares com professores, alunos e coordenadores, foram realizadas em três instituições, sendo uma pública (Faculdade de Arquitetura da UFBA) e duas privadas, cujos nomes não serão publicados. O desenvolvimento do trabalho obedecerá às etapas e fases de uma intervenção ergonomizadora descritas por Moraes e Mont'Alvão (2000). Neste momento, apresenta-se, apenas, um primeiro passo constando da Apreciação Ergonômica das Disfunções do Sistema Homem-Tarefa-Máquina (SHTM) com a Sistematização, seguida da Problematização e Parecer Ergonômico com algumas sugestões preliminares de melhoria. As demais etapas, a saber, Diagnose Ergonômica das Disfunções do SHTM, Avaliação Ergonômica dos Custos Humanos da Tarefa, Projeto, Avaliação e Detalhamento dos Subsistemas serão cumpridas *a posteriori* e publicadas numa nova oportunidade.

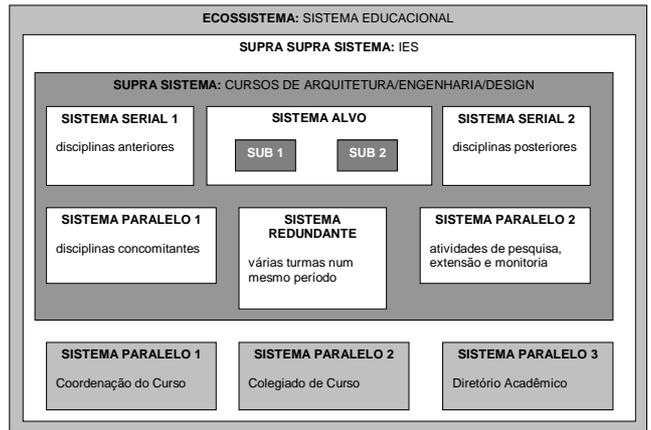
1- Sistematização do sistema homem-tarefa-máquina



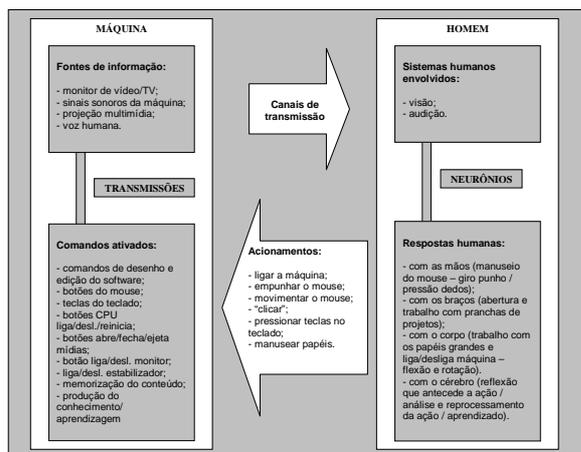
Quadro 1. Caracterização e Posição Serial do Sistema



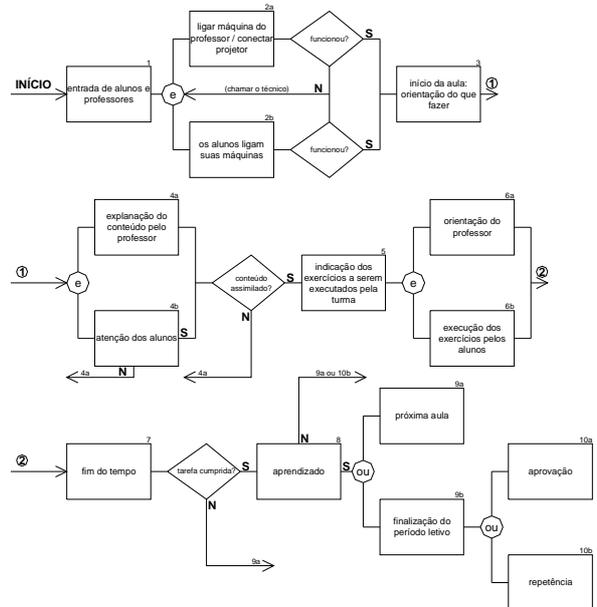
Quadro 2. Ordenação Hierárquica do Sistema



Quadro 3. Expansão do Sistema



Quadro 4. Modelagem Comunicacional do Sistema



Quadro 5. Fluxograma funcional ação-decisão

2- Problematização do sistema homem-tarefa-máquina

2.1- Problemas interfaciais



Figura 1. Flexão lateral do pescoço para desviar da barreira do monitor (aluno).



Figura 2. Flexão lombar no atendimento ao aluno (professor).



Figura 3. Dificuldade na pega do mouse durante o atendimento ao aluno (professor).

2.2- Problemas informacionais-visuais



Figura 4. A leitura a distância é dificultada em salas muito extensas.



Figura 5. Sombreamento na projeção ocasionado por mau posicionamento de wardwares e acomodação dos alunos.



Figura 6. Em salas muito extensas os alunos mais distantes não ouvem bem o que o professor fala ou demonstra.

2.3- Problemas comunicacionais

2.4- Problemas de deslocamento



Figura 7. O lay-out da sala dificulta o deslocamento do professor no atendimento ao aluno.

2.5- Problemas de acessibilidade



Figura 8. Não é criada nenhuma condição especial para o recebimento do aluno com deficiência física.

2.6- Problemas espaciais/arquiteturais



Figura 9. Pouco espaço entre bancadas.

2.7- Problemas físico-ambientais



Figura 10. Falta de projeto diferenciado de iluminação que atenda às várias atividades concomitantes (projeção, escrita no quadro, anotação dos alunos).

2.8- Problemas acidentários



Figura 11. Risco de esbarrar nas máquinas durante a circulação do professor.

2.9- Problemas grenciais



Figura 12. Compartilhamento do laboratório com variados cursos e disciplinas.

2.10- Algumas considerações a respeito dos lay-outs encontrados

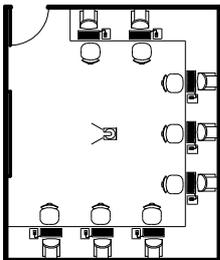


Figura 13. Lay-out em “U”: facilita a circulação e a interatividade; dificulta a visualização; demanda espaço.

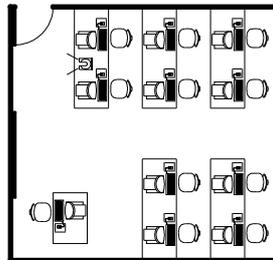


Figura 14. Lay-out em fileiras com circulação central: dificulta a interatividade.

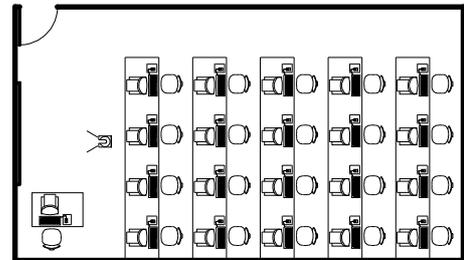


Figura 15. Lay-out em fileira com circulação lateral: dificulta a circulação e a interatividade.

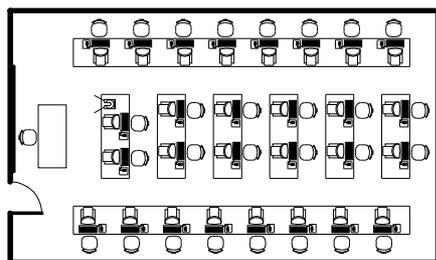


Figura 16. Lay-out em fileira central com bancadas laterais: dificulta a circulação, a visualização e a interatividade.

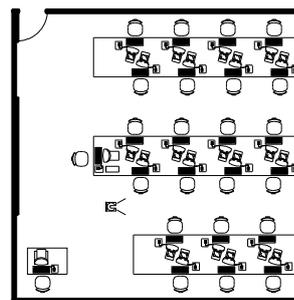


Figura 17. Lay-out em bancadas longitudinais: facilita a circulação e a interatividade; dificulta a visualização; demanda espaço.

3- Parecer ergonômico sobre o sistema homem-tarefa-máquina

3.1- Formulação do problema

Com as observações e entrevistas realizadas, apontam-se os problemas classificados no quadro a seguir:

Classes de problema	Problemas	Requisitos	Constrangimentos da tarefa	Custos humanos do trabalho	Disfunções do sistema	Sugestões preliminares de melhoria	Restrições do sistema
interfaciais	flexão lateral do pescoço para desviar da barreira do monitor (aluno)	liberação das visuais	os alunos curvam constantemente o pescoço	dores no pescoço	os alunos atrás reclamam das cabeças à sua frente	rearranjo do lay-out privilegiando as visuais	exigüidade do espaço da sala
	flexão lombar no atendimento ao aluno (professor)	bom atendimento sem prejuízo do professor	o professor permanece curvado num espaço de tempo prolongado	dores lombares	mau-atendimento	projeto ergonômico para as bancadas	custo
	dificuldade na pega do mouse durante o atendimento ao aluno (professor)	bom atendimento sem prejuízo do professor	o punho é flexionado na pega do mouse	dores no punho	mau-atendimento	base de apoio independente	custo e falta de espaço
informacionais/visuais	a leitura a distância é dificultada em salas muito extensas	boa visibilidade	os alunos esforçam-se para enxergar os detalhes	problemas de acuidade visual	interrupção constante da aula por reclamação dos alunos	redimensionar o espaço	problemas operacionais
	sombreamento na projeção ocasionado por mau posicionamento de wardwares e acomodação dos alunos	boa visibilidade	perda de informações		interrupção constante da aula por reclamação dos alunos	rearranjo dos posicionamentos	exigüidade do espaço da sala
comunicacionais: orais/gestuais	em salas muito extensas os alunos mais distantes não ouvem bem o que o professor fala ou demonstra	facilidade na comunicação	perda de informações		interrupção constante da aula por reclamação dos alunos	preferência por salas menos extensas	dificuldades operacionais
de deslocamento	o lay-out da sala dificulta o deslocamento do professor no atendimento ao aluno	facilidade na circulação	dificuldade no atendimento		demora no atendimento	reestudo do lay-out	exigüidade do espaço da sala
de acessibilidade	não é criada nenhuma condição especial para o acesso do aluno com deficiência física	acessibilidade	impossibilidade de receber alunos deficientes		no caso de haver aluno especial, o sistema entra em conflito	revisão do projeto com previsão de acessibilidade para portadores de deficiência	negligência da direção
espaciais/arquiteturais de interiores	pouco espaço entre bancadas	facilidade na circulação	dificuldade no atendimento		demora no atendimento	reestudo do lay-out	exigüidade do espaço da sala
físico-ambientais	falta de projeto diferenciado de iluminação que atenda às várias atividades concomitantes (projeção, escrita no quadro, anotação dos alunos)	visibilidade	incongruência das atividades concomitantes	problemas de acuidade visual	acender e apagar luzes constantemente	projeto adequado de iluminação	operacionalização
acidentários	risco de esbarrar nas máquinas durante a circulação do professor	facilidade na circulação	o professor ou o aluno ao circularem pela sala podem esbarrar em equipamentos	traumas, ferimentos	a aula pára em virtude do acidente	reestudo do lay-out	exigüidade do espaço da sala
gerenciais	compartilhamento do laboratório com variados cursos e disciplinas	apropriação de laboratório específico para atividades de CAD	os laboratórios gerais não dispõem de recursos específicos		má adequação do sistema dificultando o desenvolvimento das tarefas	separação e adequação de laboratórios específicos para CAD	custo operacional X demanda

Quadro 6. Formulação do problema e sugestões preliminares de melhoria.

3.2- Priorização e consolidação do problema

A partir do exposto no quadro acima, dois problemas se conjugam em atenção especial: a questão do lay-out inadequado, que cria barreiras para o processo pedagógico, e o fato de o laboratório ser utilizado para disciplinas as mais diversas, dificultando o atendimento das especificidades. Assim, ainda que imatura, ousamos apresentar, a seguir, uma sugestão de novo lay-out, baseado no que se discutiu até o momento e sujeito à avaliação permanente no decorrer da pesquisa, para validação e maturação.

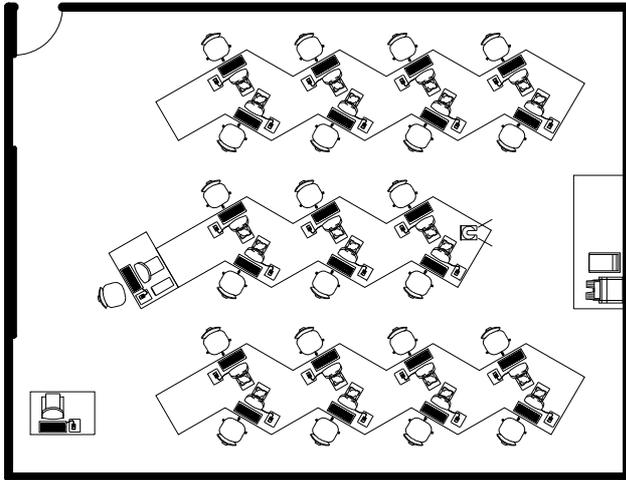


Figura 18. Proposição preliminar para novo lay-out: filas longitudinais com bancadas ziguezague e com espaço para manuseio de pranchas de desenho, posto de trabalho do professor próximo aos alunos, localização adequada para o projetor multimídia, bancada para utilização livre e apoio de equipamentos periféricos.

3.3- Predições

Como já exposto e fundamentado na introdução deste artigo, as principais causas dos problemas aqui apresentados estão relacionadas com a falta de planejamento específico para a utilização das mídias informatizadas na sala de aula, independentemente para cada campo do saber. Na Diagnose Ergonômica, fase seguinte a esta, os trabalhos centrar-se-ão na tentativa de determinar, com dados mais precisos, obtidos a partir de observações sistemáticas e aplicação de entrevistas e questionários estruturados, com alunos, professores, coordenadores e dirigentes, as recomendações ergonômicas que nortearão o projeto final.

Bibliografia

- AMORIM, Arivaldo Leão. **Tecnologias CAD no Ensino de Arquitetura e Engenharia**. São Paulo: USP, 1997. Tese (Doutorado). USP / Escola Politécnica, 1997.
- ASSUNÇÃO, R. B. CÂMARA, J. J. D. 2001, **Ergonomia no design do ambiente construído**: Conjecturas sobre a incorporação de outros métodos no design dos ambientes de uso público. In 1º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Programas, Informação, Ambiente Construído, 2001, Rio de Janeiro. **Anais, ERGODESIGN**, Rio de Janeiro, 2001.
- BENJAMIN, Walter. **Magia e Técnica, Arte e Política**: ensaios sobre literatura e história da cultura. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- BONSIEPE, Gui. **Design**: Do material ao digital. Florianópolis: Sebrae, 1997.
- COUTO, Hudson de A. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho**: Manual Técnico da Máquina Humana. Belo Horizonte: Ergo Editora Ltda., 1995.
- DIFFERENT, Niels; TILLEY, Alvin; HARMAN, David. **Humanscale**. Vols. 1 a 9. Massachusetts: Henry Dreyfuss Associates, 1981.
- DUL, WEERDMEESTER, B. **Ergonomics for beginners**: A quick reference guide. Londres: Taylor &

Francis, 1993. 133p.

FONSECA, J. F. MONT'ALVÃO, C. 2003, **Os efeitos do design dos espaços de trabalho, da cor do ambiente e do tipo de tarefa sobre o comportamento do trabalhador**. In 2º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, 2003, Rio de Janeiro. **Anais**, CIPD, Rio de Janeiro, 2003.

GIUNTA, M. A. B. YEE, C. L. 2001, **O que fizeram com nossas velhas e inadequadas salas de pranchetas**. In 15º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, IV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 2001, São Paulo. **Anais**, GRAPHICA, São Paulo, 2001.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 1990. 465p.

McLUHAN, M. **Os Meios de Comunicação como Extensões do Homem**. São Paulo: Cultrix, 1974.

MORAES, Anamaria; MONT'ALVÃO, Cláudia. **Ergonomia: Conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: 2AB, 2000. 132p.

MORAES, Anamaria; PEQUINI, Suzi Mariño. **Ergodesign para trabalho com terminais informatizados**. Rio de Janeiro: 2AB, 2000. 136p.

MORAES, Dijon de. **Limites do Design**. São Paulo: Studio Nobel, 1999.

NIEMEYER, Lucy. **Design no Brasil**. Origens e instalação. 3ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

PANERO, Huius; ZELNIK, Martin. **Las Dimensiones Humanas em los Espacios Interiores: estándares antropométricos**. México: Ediciones G. Gili, 1989. 320p.

PRETTO, Nelson De Luca. **A Universidade e o Mundo da Comunicação: análises das práticas audiovisuais das universidades brasileiras**. São Paulo: USP, 1994. Tese (Doutorado). USP/Escola de Comunicação e Artes/ Departamento de Comunicação e Artes, 1994.

RODRIGUES, Alexandre. Espaço físico influi na aprendizagem. **On Line/O Globo Zona Sul e Barra**, Rio de Janeiro, nov. 2003. Disponível em: <http://www2.uerj.br/~clipping/novembro03/d06/d06_oglobo_espaco_fisico_online.htm>. Acesso em: 02 maio 2004.

SANTOS, Antonio R. dos. **Metodologia Científica: a construção do conhecimento**. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 1999.

SOUZA, Delmar Carvalho de. **Hipermídia aplicada ao ensino técnico de nível médio**. Florianópolis: UFSC, 1998. Dissertação (Mestrado), cap. 4. UFSC/ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 1998. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/delmar/>>. Acesso em: 02 maio 2004.

TAJRA, Sanmya Feitosa. **Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade**. São Paulo: Érica, 2001. 182p.

VAN COTT, H. P.; KINKADE, R. G. **Human engineering guide to equipment design**. Washington DC: US Government Printing Office, 1972.

VIGOTSKI, Lev Semenovitch. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 191p.

VIGOTSKI, Lev Semenovitch. **Pensamento e linguagem**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 194p.

Edílson Campelo de Oliveira: edilsoncampelo@lognet.com.br