

ANÁLISE DA EXIGÊNCIA FÍSICA DO TRABALHO EM FÁBRICAS DE MÓVEIS NO DISTRITO FEDERAL¹

Nilton Cesar Fiedler², Natália Santiago de Menezes³, Luciano José Minetti⁴ e Ildeu Soares Martins²

RESUMO - A presente pesquisa foi realizada em fábricas de móveis no Distrito Federal, com o objetivo de avaliar a carga de trabalho físico dos funcionários nas funções de operador de aparadora, coladora de bordas, desgrossadeira, esquadrejadeira, furadeira, lixadeira, plaina, prensa, seccionadeira, serra circular, serra de fita, torno e tupia. A carga de trabalho físico foi obtida através do levantamento da frequência cardíaca no trabalho. As atividades exercidas pelos operadores de desgrossadeira foram classificadas como pesadas, as exercidas pelos operadores de plaina e serra circular como moderadamente pesadas, enquanto as demais foram classificadas como de exigência física leve. Para haver um desempenho contínuo no trabalho sem desgaste, os operadores precisam de uma pausa média de 16 minutos por hora trabalhada na desgrossadeira e de 2,5 minutos na plaina.

Palavras-chave: Ergonomia, carga de trabalho físico e fabricação de móveis.

PHYSICAL REQUIREMENTS IN CARPENTRY IN BRASÍLIA - BRAZIL

ABSTRACT - This research was carried out in a carpentry in Brasília, F.D. (Brazil) aiming to evaluate the physical work load of the employees in different furniture manufacturing activities. Physical work load was obtained by assessing cardiac frequency at work. The activities performed by the ax operators were classified as heavy while those performed by the plane and circular saw operators as moderately heavy, with the remaining activities being classified as light. It was concluded that in order to achieve an adequate continuous performance at work, ax operators need to have an average break period of 16 minutes per hour, and plane operators a break periods of 2.5 minutes.

Key words: Ergonomics, physical work load and carpentry.

1. INTRODUÇÃO

As empresas que desempenham atividades de fabricação de móveis no Distrito Federal têm buscado, nos últimos anos, melhorar as condições de trabalho, criando situações mais cômodas para os trabalhadores, o que reflete diretamente na sua qualidade e produtividade. No entanto, Fiedler et al. (2001) constataram que diversas atividades ainda são executadas com a exigência de grandes esforços físicos e com posturas potencialmente lesivas aos trabalhadores.

A avaliação da carga física de trabalho foi o primeiro problema tratado pela fisiologia do trabalho e continua sendo uma questão central para a maioria dos trabalhadores do mundo, inclusive para aqueles que trabalham em setores com maior nível tecnológico e com esforços físicos menores (Iida, 1990). Em estudos ergonômicos medem-se os índices fisiológicos para determinar o limite de atividade física que o indivíduo pode exercer. Desta forma é possível reorganizar o trabalho, determinando o melhor modo de execução, a duração ótima da jornada de trabalho e a frequência ideal de pausas orientadas (Couto, 1995).

¹ Recebido para publicação em 31.1.2003.

Aceito para publicação em 4.11.2003.

Pesquisa Financiada pelo CNPq.

² Professor Adjunto, Universidade de Brasília – UnB, <fiedler@unb.br>; ³ Engenheiro Florestal – UnB, Caixa Postal 04357, 70910-900 Brasília-DF. ⁴ Pesquisador Titular do Dep. de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – UFV, 36570-000 Viçosa-MG, <minetti@ufv.br>.

O limite de carga máxima no trabalho pode ser calculado indiretamente com base na frequência cardíaca do trabalho (FCT) ou na carga cardiovascular (CCV). O limite de aumento da frequência cardíaca durante o trabalho, aceitável para um “desempenho” contínuo, é de 35 bpm para os homens e de 30 bpm para as mulheres, o que significa que o limite é atingido quando a frequência cardíaca do trabalho estiver 35 ou 30 bpm acima da frequência cardíaca média de repouso (FCR) (Apud, 1989).

A carga cardiovascular corresponde à porcentagem da frequência cardíaca do trabalho (FCT), em relação à frequência cardíaca máxima utilizável (FCM), não devendo ultrapassar 40% da frequência cardíaca do trabalho (Fiedler, 1998).

O estudo ergonômico do trabalho em indústrias fabricantes de móveis e a conseqüente aplicação prática de seus resultados podem levar a condições mais seguras e saudáveis no ambiente de trabalho, melhorando sensivelmente a adaptação da atividade à pessoa que a realiza e proporcionando-lhe um trabalho com maior conforto, bem-estar, produtividade e qualidade.

O aparecimento de sintomas de fadiga por sobrecarga física depende do esforço desenvolvido, da duração do trabalho e das condições individuais, como estado de saúde, nutrição e condicionamento físico. À medida que a fadiga aumenta, o ritmo de trabalho, a atenção e a rapidez de raciocínio ficam reduzidos, tornando o operador menos produtivo e mais sujeito a erros e acidentes (Silva, 1999).

Os objetivos desta pesquisa foram analisar a carga de trabalho físico, exigida nas operações de fabricação de móveis no Distrito Federal, e fornecer subsídios para reorganização ergonômica do trabalho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A pesquisa foi realizada em sete empresas fabricantes de móveis situadas em diferentes cidades do Distrito Federal, selecionadas a partir da relação de Empresas da Indústria do Mobiliário do Distrito Federal, obtida no Sindicato das Indústrias de Madeira e do Mobiliário (Sindimam, 2001). Os dados foram coletados de janeiro a junho de 2002.

2.2. População e Amostragem

A amostra foi composta por 33 trabalhadores envolvidos na fabricação de móveis no Distrito Federal e por 13 máquinas, totalizando 93 observações, uma vez que, dependendo da estrutura da empresa, muitos trabalhadores desempenhavam mais de uma função, como demonstra o Quadro 1.

O ciclo de trabalho em cada máquina foi dividido em levantamento da peça, alimentação da máquina e deposição da peça beneficiada no piso.

A população pesquisada nas sete empresas fabricantes de móveis tinha idade média de 31,5 anos, sendo a maioria casada (60%), totalmente alfabetizada, com

Quadro 1 – Distribuição das amostras por máquina e por empresa
Table 1 – Sample distribution per machine and company

Empresa	Nº de Trabalhadores	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10*	11*	12*	13*	Total de Observações
1	10	2	1	1	1	2	3	2	1	2	2	1	1	1	20
2	9	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	19
3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
5	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
6	2	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9
7	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	7
Total	33	6	6	4	6	9	10	9	6	6	8	7	8	8	93

* 1- aparadora, 2- prensa, 3 – coladora de bordos, 4- desengrossadeira, 5-esquadrejadeira, 6- furadeira, 7-lixadeira, 8- plaina, 9- seccionadora, 10-serra circular, 11- serra de fita, 12-torno e 13- tupia.

peso médio de 65 kg, estatura média de 1,65 m e tempo de trabalho médio na empresa de oito anos. O Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG) médio durante a jornada de trabalho foi de 21,4 °C, com máximo de 21,7 °C e mínimo de 21,0 °C, portanto sem sobrecarga térmica. A renda média mensal da família na época era de US\$ 240,00.

As máquinas avaliadas estão descritas no Quadro 2.

O tamanho da amostra dos trabalhadores e o número de amostras da frequência cardíaca por fase do ciclo foram estabelecidos com o uso da seguinte fórmula, proposta por Conaw (1977):

$$n \geq \frac{t^2 * s^2}{e^2}$$

em que n = número de amostras ou pessoas necessárias; t = valor tabelado em nível de 5% de probabilidade (distribuição t de Student); s = desvio-padrão da amostra; e e = erro admissível = 5%.

2.3. Coleta de Dados

A carga física de trabalho foi obtida por intermédio do levantamento da frequência cardíaca durante a jornada de trabalho do operador, o que possibilitou avaliar a necessidade de pausas durante as atividades e classificar a carga física de trabalho. Os dados foram obtidos com o uso de um sistema de coleta e análise de dados de frequência cardíaca que consiste em um receptor digital de pulso, uma correia elástica e um transmissor com eletrodos.

Quadro 2 – Descrição técnica das máquinas avaliadas
Table 2 – Technical description of the machines evaluated

Máquina	Descrição
Aparadora	Utilizada para retirar rebarbas do acabamento, principalmente em laminações.
Coladora de bordas	Utilizada para fazer o acabamento das chapas. Cola lâminas de madeira ou fórmica na borda da chapa que já foi cortada.
Desengrossadeira	Visa dimensionar a espessura das peças. Utilizada também na operação de desbaste, para aplainar superfícies, tornando-as uniformes. É constituída por uma base de ferro fundido e possui, na parte superior, uma capa de proteção cobrindo o eixo, que é constituído por navalhas e dois rolos de alimentação, que funcionam automaticamente. Ao nível da mesa estão dispostos outros dois rolos lisos, que servem para o deslize da madeira.
Esquadrejadeira	Utilizada para obter a espessura desejada das peças a serem produzidas, ou seja, consta do dimensionamento final das peças. Máquina de maior precisão que a serra circular, sendo composta basicamente por uma serra circular acoplada em uma mesa de corpo móvel.
Furadeira	Utilizada para fazer furos e cavas em peças de madeira e encaixes de espigas ou cavilhas.
Lixadeira de fita	Acabamentos de superfícies planas ou curvas. Elimina imperfeições e asperezas para que a peça possa receber o acabamento final. Compõe-se de duas colunas ligadas entre si, entre as quais existe uma mesa que se desloca manualmente sobre rolamentos.
Plaina	Utilizada para nivelar a superfície da peça.
Prensa	Utilizada para prensagem do material colado. Possui estrutura de madeira reforçada constituída por trilhos de aço, dotada de mesas inferior e superior.
Seccionadora	Utilizada para seccionar (cortar) as peças nas medidas desejadas. Dá dimensionamento final às peças com muita precisão.
Serra circular	Utilizada para serrar madeira ou derivados em cortes retos, por meio de uma serra circular dentada acoplada em uma mesa de corpo fixo.
Serra de fita	Destinada a recortes externos, retos e curvos e ao traço e desdobramento de peças de madeira ou derivados. Composta por uma lâmina estreita e flexível, dentada e sem fim.
Torno	Utilizado para tornar as peças de madeira cilíndricas, com o auxílio de ferramentas manuais. Composto por dois cabeçotes, um fixo e outro móvel.
Tupia	Utilizada para fazer molduras, rebaixamentos, ranhuras, perfis e canais. Composta por uma base de ferro na qual se apóia um tampo, no centro do qual se encontra um eixo onde se prendem as ferramentas de corte, que giram à alta velocidade (de 4.000 a 8.000 rpm).

Fonte: SENAI (1987).

A carga física de trabalho foi classificada de acordo com a metodologia proposta por Apud (1997), mostrada no Quadro 3.

Para coleta dos dados de frequência cardíaca, o equipamento foi fixado ao trabalhador durante a jornada de trabalho. Os valores foram armazenados em intervalos de 15 segundos e posteriormente transferidos para o computador, por meio de um equipamento próprio (“interface”) para análise em “software” desenvolvido pelo fabricante. Paralelamente, foi feito um estudo de tempos pelo método de tempos contínuos, com o objetivo de analisar a carga de trabalho de acordo com a atividade.

Através dos dados coletados (frequência cardíaca de repouso, frequência cardíaca de trabalho e idade), determinou-se a carga cardiovascular no trabalho, que corresponde à porcentagem da frequência cardíaca durante o trabalho, em relação à frequência cardíaca máxima utilizável. Para calcular a carga cardiovascular, utilizou-se a seguinte equação:

$$CCV = \frac{FCT - FCR}{FCM - FCR} * 100$$

em que CV = carga cardiovascular, em %; FCT = frequência cardíaca de trabalho, em bpm (batimentos por minuto); FCR = frequência cardíaca de repouso, em bpm; e FCM = frequência cardíaca máxima ($220 - \text{idade}$).

Para um desempenho contínuo no trabalho a carga cardiovascular não deverá ultrapassar 40%. Desta forma, a frequência cardíaca-limite (FCL) em bpm, para a carga cardiovascular de 40%, foi obtida pela seguinte fórmula:

$$FCL = 0,40 * (FCM - FCR) + FCR$$

Para saber se existiam diferenças significativas entre os valores de batimentos cardíacos registrados em cada operação, foi aplicado o teste t ($P < 0,05$).

Quadro 3 – Classificação do trabalho quanto à frequência cardíaca

Table 3 – Work classification according to cardiac frequency

Frequência Cardíaca do Trabalho (BPM)	Classificação do Trabalho
< 75	Muito leve
75 – 100	Leve
101 – 125	Medianamente pesado
126 – 150	Pesado
> 151	Extremamente pesado

Fonte: APUD (1997).

O tempo de repouso (pausa) necessário para reorganizar o trabalho (Apud, 1989), quando a carga cardiovascular ultrapassou 40% (acima da frequência cardíaca-limite), foi determinado pela equação:

$$Tr = \frac{Ht(FCT - FCL)}{FCT - FCR}$$

em que Tr = tempo de repouso, descanso ou pausa, em min; e Ht = duração do trabalho, em min.

2.4. Análise Estatística dos Dados

Os dados de frequência cardíaca do trabalho e a carga cardiovascular foram analisados nas fases do ciclo de cada máquina (levantamento, alimentação e deposição) e entre máquinas, por meio da análise de variância com o uso do teste F, a 1% de probabilidade, e onde houve diferença significativa foi utilizado o teste de Scott-Knott, a 1% de probabilidade. Foi utilizado o programa SAEG para as análises.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 4 estão os resultados do estudo de tempos para cada máquina avaliada.

Em todas as máquinas o maior percentual de tempos é gasto na alimentação da máquina, destacando-se a lixadeira (65%), a serra circular (62%), o torno (61%), a esquadrejadeira (61%) e a desgrossadeira (58%).

O Quadro 5 mostra a frequência cardíaca média em repouso e no trabalho e frequência cardíaca máxima; a carga cardiovascular; a frequência cardíaca-limite; o

Quadro 4 – Percentual do tempo por fase do ciclo em cada atividade

Table 4 – Percentage of time for cycle phase in each activity

Máquina	Levantamento	Alimentação	Deposição	Pausa e Deslocamento
Aparadora	23	48	17	12
Coladora de borda	20	55	16	9
Desgrossadeira	14	58	12	16
Esquadrejadeira	12	61	11	16
Furadeira	23	51	16	10
Lixadeira	15	65	11	9
Plaina	19	49	18	14
Prensa	23	46	23	8
Seccionadora	16	59	10	15
Serra circular	12	62	10	16
Serra de fita	17	55	15	13
Torno	15	61	13	11
Tupia	20	57	13	10

Quadro 5 – Carga de trabalho físico por atividade exigida em fábricas de móveis**Table 5** – *Physical work load per activity required in carpentry*

Máquina	Fase do Ciclo	FCR (bpm)	FCT (bpm)	FCM (bpm)	CCV (%)	FCL (bpm)	Tr (min)	Classificação do Trabalho
Aparadora	Levantamento	71,3	87,0	186,7	13,6	117,5		Leve
	Alimentação	71,3	86,0	186,7	12,7	117,5		Leve
	Deposição	71,3	85,0	186,7	11,9	117,5		Leve
Coladora de bordas	Levantamento	69,7	87,0	186,0	14,9	116,2		Leve
	Alimentação	69,7	89,0	186,0	16,6	116,2		Leve
	Deposição	69,7	88,0	186,0	15,7	116,2		Leve
Desengrossadeira	Levantamento	72,0	133,9	185,7	54,4	117,5	127,2	Pesado
	Alimentação	72,0	133,6	185,7	54,2	117,5	125,4	Pesado
	Deposição	72,0	132,0	185,7	52,8	117,5	116,0	Pesado
Esquadrejadeira	Levantamento	73,2	94,3	183,0	19,2	117,1		Leve
	Alimentação	73,2	92,3	183,0	17,4	117,1		Leve
	Deposição	73,2	90,2	183,0	15,5	117,1		Leve
Furadeira	Levantamento	72,0	85,3	182,2	12,1	116,1		Leve
	Alimentação	72,0	83,6	182,2	10,5	116,1		Leve
	Deposição	72,0	84,0	182,2	10,9	116,1		Leve
Lixadeira de fita	Levantamento	73,2	78,0	190,3	4,1	120,0		Leve
	Alimentação	73,2	82,0	190,3	7,5	120,0		Leve
	Deposição	73,2	77,6	190,3	3,8	120,0		Leve
Plaina	Levantamento	68,0	113,1	181,5	39,7	113,4		Moder. pesado
	Alimentação	68,0	115,3	181,5	41,7	113,4	19,3	Moder. pesado
	Deposição	68,0	110,4	181,5	37,4	113,4		Moder. pesado
Prensa	Levantamento	71,0	79,2	187,7	7,0	117,7		Leve
	Alimentação	71,0	81,4	187,7	8,9	117,7		Leve
	Deposição	71,0	80,0	187,7	7,7	117,7		Leve
Seccionadora	Levantamento	70,0	97,2	180,2	24,7	114,1		Leve
	Alimentação	70,0	95,0	180,2	22,7	114,1		Leve
	Deposição	70,0	94,3	180,2	22,1	114,1		Leve
Serra circular	Levantamento	72,0	105,2	182,5	30,0	116,2		Moder. pesado
	Alimentação	72,0	106,8	182,5	31,5	116,2		Moder. pesado
	Deposição	72,0	103,6	182,5	28,6	116,2		Moder. pesado
Serra de fita	Levantamento	72,0	93,0	188,2	18,1	118,5		Leve
	Alimentação	72,0	93,4	188,2	18,4	118,5		Leve
	Deposição	72,0	91,3	182,2	17,5	116,1		Leve
Torno	Levantamento	71,0	83,4	192,0	10,2	119,4		Leve
	Alimentação	71,0	85,6	192,0	12,1	119,4		Leve
	Deposição	71,0	84,1	192,0	10,8	119,4		Leve
Tupia	Levantamento	69,8	87,3	179,5	16,0	113,7		Leve
	Alimentação	69,8	89,7	179,5	18,1	113,7		Leve
	Deposição	69,8	88,4	179,5	17,0	113,7		Leve

FCR – frequência cardíaca média no repouso, FCT – frequência cardíaca média no trabalho, FCM – frequência cardíaca máxima, CCV – carga cardiovascular, FCL – frequência cardíaca limite, e Tr – tempo de repouso necessário (minutos por jornada de trabalho).

tempo necessário de pausa na jornada de trabalho; e a classificação do trabalho.

De acordo com o resultado da análise estatística, constatou-se não houve diferença significativa entre as fases do ciclo de trabalho de cada máquina avaliada pelo teste F, a 1% de probabilidade. Na análise de variância entre máquinas, considerando a frequência cardíaca no trabalho, houve diferença significativa a 1% de probabilidade. Segundo o teste Scott-Knott, houve diferença significativa entre as médias da desgrossadeira, plaina e serra circular com relação a todas as demais. Não houve diferença significativa entre a seccionadora, a serra de fita e a esquadrejadora; a tupia e a coladora de bordas; aparadora, o torno e a furadeira; e a prensa e a lixadeira. Considerando a carga cardiovascular, houve diferença significativa entre as médias na desgrossadeira, plaina, serra circular e seccionadora. Não houve diferença significativa entre a serra de fita, a esquadrejadeira, a tupia e a coladora; a aparadora, o torno e a furadeira; e entre a prensa e a lixadeira.

Os dados mostraram que a maior exigência física foi encontrada na desgrossadeira, em todas as fases do ciclo, consideradas de exigência pesada. Nesta atividade, como o trabalhador executa o levantamento, a alimentação e a deposição, há a necessidade de um repouso médio de aproximadamente 16 minutos para cada hora trabalhada. A exigência física do trabalho na serra circular e na plaina foram consideradas moderadamente pesadas.

Nesta última, há a necessidade de repouso de aproximadamente 2,5 minutos por hora trabalhada na fase de alimentação (19,3 minutos em toda a jornada de trabalho). As demais atividades tiveram exigência física leve. A carga cardiovascular média por fase do ciclo em cada máquina é mostrada na Figura 1.

Todas as fases do ciclo de trabalho na desgrossadeira tiveram a carga cardiovascular acima do limite máximo de 40%, ou seja, os trabalhadores executavam a função acima da frequência cardíaca-limite. Esta elevada carga pode ser devido à grande dimensão das peças nessa fase de processamento da madeira. Para diminuir a carga de trabalho nesta fase pode ser utilizado mais de um trabalhador no levantamento da peça e na alimentação, ou optar por peças de menores dimensões.

Na fase de alimentação na operação com a plaina, a carga cardiovascular também foi acima do limite máximo permitido. Para reorganizar o trabalho nessas funções há a necessidade de pausas orientadas, conforme calculado no Quadro 3, de redimensionamento das peças ou de atuar no projeto da máquina para diminuir principalmente o esforço de alimentação.

Em pesquisa relativa aos fatores humanos e as condições de trabalho em marcenarias no Distrito Federal, Fiedler et al. (2001) constataram que as máquinas de maior risco, na opinião dos operadores, eram exatamente a tupia (44%), a desgrossadeira e plaina (34%) e a serra circular (17%).

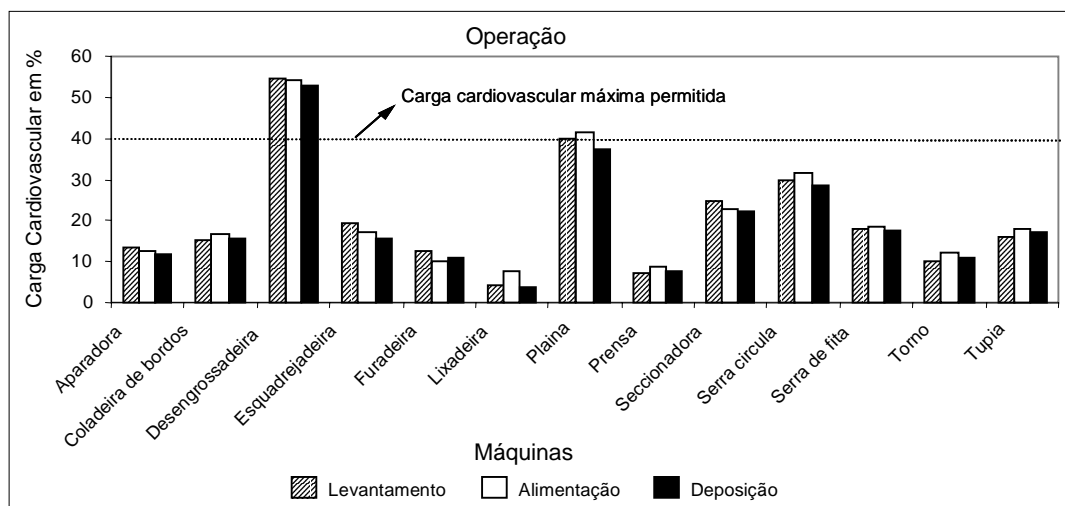


Figura 1 – Carga cardiovascular média por máquina em cada fase do ciclo de trabalho.
Figure 1 – Average cardiovascular load per machine in each phase of the work cycle.

4. CONCLUSÕES

- A carga de trabalho físico exigida por trabalhadores nas fábricas de móveis no Distrito federal foi considerada pesada na desgrossadeira, moderadamente pesada na plaina e serra circular e leve nas demais máquinas.
- Para um desempenho contínuo no trabalho sem riscos na desgrossadeira há a necessidade de reorganização ergonômica do trabalho, com pausas orientadas médias de 16 minutos por hora trabalhada.
- O operador que executa suas funções na plaina necessita de uma pausa de 2,5 minutos por hora trabalhada na alimentação da máquina.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APUD, E. **Guidelines on ergonomic study in forestry**. Genebra: ILO, 1989. 241 p.
- APUD, E. Temas de ergonomia aplicados al aumento de la productividad de la mano de obra en cosecha florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1997, Vitória. **Anais...** Vitória: SIF/DEF, 1997. p. 46-60.
- CONAW, P. L. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 264 p.
- COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho – o manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: Ergo, 1995. 353 p.
- FIEDLER, N. C. **Análise de posturas e esforços despendidos em operações de colheita florestal no litoral norte do Estado da Bahia**. 1998. 103 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- FIEDLER, N. C. et al. Diagnóstico de fatores humanos e condições de trabalho em marcenarias no Distrito Federal. **Floresta**, v. 31, n. 1/2, p. 105-112, 2001.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo, Edgard Blucher, 1990. 465 p.
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI. Curso sobre fabricação de móveis. Belo Horizonte: 1987. (Módulos de curso não paginados).
- SILVA, K. R. **Análise de fatores ergonômicos em marcenarias do município de Viçosa-MG**. 1999. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- SINDIMAM. **Relação de empresas da indústria do mobiliário do Distrito Federal**. 2001. 17 p. Brasília, Sindicato das Indústrias de Madeira e do Mobiliário do Distrito Federal.