

# ANÁLISE DA CARGA FÍSICA DE TRABALHO DOS OPERADORES EM MARCENARIAS NO SUL DO ESPÍRITO SANTO

Nilton César Fiedler\*, Rafael Tonetto Alves\*\*, Pompeu Paes Guimarães\*\*\*, Fernando Bonelli Wanderley\*\*\*\*

\*Eng. Florestal, Dr., Departamento de Engenharia Florestal, UFES - fiedler@pq.cnpq.br

\*\*Acadêmico de Engenharia Florestal, UFES - rafatonetto@gmail.com - pompeupaes@yahoo.com.br - fernandobwef@gmail.com

Recebido para publicação: 30/08/2007 – Aceito para publicação: 27/12/2007

---

## Resumo

Esta pesquisa foi desenvolvida em marcenarias localizadas nos municípios de Jerônimo Monteiro e Alegre, sul do Espírito Santo. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a carga física de trabalho dos marceneiros e reorganizar ergonomicamente o ambiente de trabalho, visando à melhoria da saúde, do bem-estar, da segurança e da produtividade de seus trabalhadores. A carga física de trabalho foi obtida com o uso de um monitor de frequência cardíaca. A carga física de trabalho foi classificada como medianamente pesada para todas as atividades. A máquina de maior exigência física foi a serra circular, e a de menor exigência física foi a lixadeira, para todas as classes. As pausas entre operações ocorrem de maneira incorreta.

*Palavras-chave:* Ergonomia florestal; marcenaria; carga física; segurança do trabalho.

## Abstract

*Analysis of the load of physical work in joineries on the south of Espírito Santo, Brazil.* This research was developed in workplaces of joineries located in Jerônimo Monteiro and Alegre, South of Espírito Santo, aiming well-being, safety, promotion of health, and productivity of the joiners. The specific objective was to evaluate the load of physical work which was obtained by appropriate methods of ergonomic evaluation. The work load was better classified as average heavy for all activities, for the appraisal of the load to cardiovascular the workers was separated according to age group. The machine that demanding most physical requirement was buzzy saw while sander machine demanding less physical requirement. The pause between different operations occurred in an inappropriate way.

*Keywords:* Forest ergonomic; joiners; load of physical work; work safety.

---

## INTRODUÇÃO

A preocupação com o bem-estar, a saúde e a segurança do ser humano no trabalho, seja ele pesado ou leve, vem se acentuando no decorrer dos últimos anos, pois, quando o trabalho representa apenas uma obrigação e/ou uma necessidade, a situação é desfavorável tanto para o empregado quanto para o empregador.

Dentro das práticas de planejamento, monitoramento e controle da qualidade de vida, destaca-se a ergonomia, que, segundo Grandjean (1982), é uma ciência interdisciplinar que compreende a fisiologia e a psicologia do trabalho, com o objetivo prático de adaptar o posto de trabalho, os instrumentos, as máquinas, os horários e o meio ambiente às exigências do ser humano, proporcionando mais facilidade do trabalho e um maior rendimento do esforço humano.

Os trabalhadores em marcenarias, de maneira geral, estão expostos a diversos riscos para a sua integridade física e psicológica. Existe um elevado risco de acidentes, que podem levar ao afastamento do trabalhador por períodos de tempo consideráveis, o que, além de prejudicar o funcionário, implica prejuízos para as empresas, em virtude de, na maioria das vezes, não haver mão-de-obra treinada para substituir o acidentado, interferindo, assim, nos prazos de entrega dos produtos e levando conseqüentemente ao afastamento da clientela (VENTUROLI, 2002).

Montmollin (1990) define condições de trabalho como tudo o que caracteriza uma situação de trabalho e permite ou impede a atividade dos trabalhadores. A ergonomia tem como finalidade conceber e/ou transformar o trabalho de maneira a manter a integridade dos trabalhadores e atingir objetivos

econômicos, interagindo na definição da organização do trabalho quanto à seleção e treinamento, na definição do mobiliário e na definição do ambiente físico de trabalho (VIEIRA, 1997).

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 os que trabalham em setores mais modernos e com esforços físicos menores. Segundo Alves *et al.* (2000), em estudos ergonômicos, medem-se os índices fisiológicos com o objetivo de determinar o limite da atividade física que um indivíduo pode exercer, sendo possível determinar a duração da jornada de trabalho e a duração e frequência de pausas.

A frequência cardíaca é um importante indicador para avaliar a carga de trabalho, devido aos conhecimentos adquiridos a respeito da sua significação fisiológica e sua facilidade de registrá-la (EDHOLM, 1968).

Segundo Fiedler *et al.* (1998), determinado dispêndio energético pode causar diferentes exigências do sistema cardíaco, dependendo das condições existentes, como a temperatura do ambiente, o tipo de trabalho (estático ou dinâmico) e o número de músculos envolvidos no trabalho dinâmico. Já Apud (1997) estabelece que o limite de carga máxima no trabalho pode ser calculado com base na frequência cardíaca do trabalho (FCT) ou pela carga cardiovascular (CCV). O limite de aumento da frequência cardíaca durante o trabalho aceitável para uma performance contínua é de 30 e 35 batimentos por minuto (bpm), na mulher e no homem, respectivamente. Isso significa que o limite é atingido quando a frequência cardíaca média do trabalhador estiver 35 bpm acima da frequência cardíaca média de repouso (FCR). A carga cardiovascular corresponde à percentagem da frequência cardíaca média do trabalho em relação à frequência cardíaca máxima utilizável, não devendo ultrapassar 40% da frequência cardíaca do trabalho.

O aparecimento de sintomas de fadiga por sobrecarga física depende do esforço desenvolvido, da duração do trabalho e das condições individuais, como estados de saúde, nutrição e condicionamento decorrente da prática da atividade. À medida que aumenta a fadiga, reduzem-se o ritmo de trabalho, a atenção e a rapidez de raciocínio, tornando o operador menos produtivo e mais sujeito a erros e acidentes (SILVA, 1999).

Segundo Apud (1997), um trabalho que exige frequência cardíaca média inferior a 75 bpm deve ser classificado como muito leve, de 76 a 100 bpm como medianamente pesado, de 101 a 125 bpm como pesado e de 126 a 150 bpm como extremamente pesado. Quando a carga cardiovascular ultrapassa 40%, é necessário calcular o tempo de repouso (Tr) necessário para a recuperação da frequência cardíaca do trabalhador em atividade (FIEDLER, 1998). O tempo de repouso geralmente é expresso em minutos por hora trabalhada.

Segundo Alves *et al.* (2000), as avaliações ergonômicas têm contribuído significativamente para a melhoria das condições de trabalho humano, incrementando a qualidade de vida, que é condição essencial para o êxito de uma empresa ou empreendimento.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a carga física de trabalho de operadores de marcenarias no sul do Espírito Santo e reorganizar ergonomicamente o ambiente de trabalho para uma melhor saúde, segurança, bem-estar e satisfação dos trabalhadores.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Região de estudo**

O estudo foi desenvolvido em 3 marcenarias (empresas fabricantes de móveis a partir de madeira), nas cidades de Jerônimo Monteiro e Alegre, sul do Espírito Santo, durante os meses de agosto de 2006 a julho de 2007. Essas empresas foram escolhidas por serem as que possuem fluxo contínuo de produção.

### **População e amostragem**

A avaliação referente ao esforço físico foi realizada por um estudo de caso que considerou as 3 empresas escolhidas e foi composta por 17 marceneiros.

As máquinas escolhidas para o estudo de caso foram 6, por estarem presentes em todas as empresas e por serem as principais máquinas envolvidas no processo de fabricação de móveis (serra circular, desempenadeira, traçador, desengrossadeira, lixadeira e tupia), conforme descritas na tabela 1.

Tabela 1. Descrição técnica das máquinas avaliadas.  
Table 1. Technical description of evaluated machines.

Máquinas	Descrição
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.
Desempenadeira	Utilizada para nivelar a superfície da peça.
Traçador	Utilizada para destopar e esquadrihar madeira.
Desengrossadeira	Visa dimensionar a espessura das peças. Utilizada também na operação de desbaste, para aplainar superfícies, tornando-as uniformes. É constituída por navalhas e dois rolos de alimentação, que funcionam automaticamente. Ao nível da mesa estão dispostos outros dois rolos lisos que servem para o deslizamento da madeira.
Lixadeira	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 por uma cinta de lixa, entre as quais existe uma mesa fixa onde é apoiada a peça de madeira.
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 em alta velocidade (4000 a 8000 rpm)

A figura 1 mostra um desenho das máquinas utilizadas.

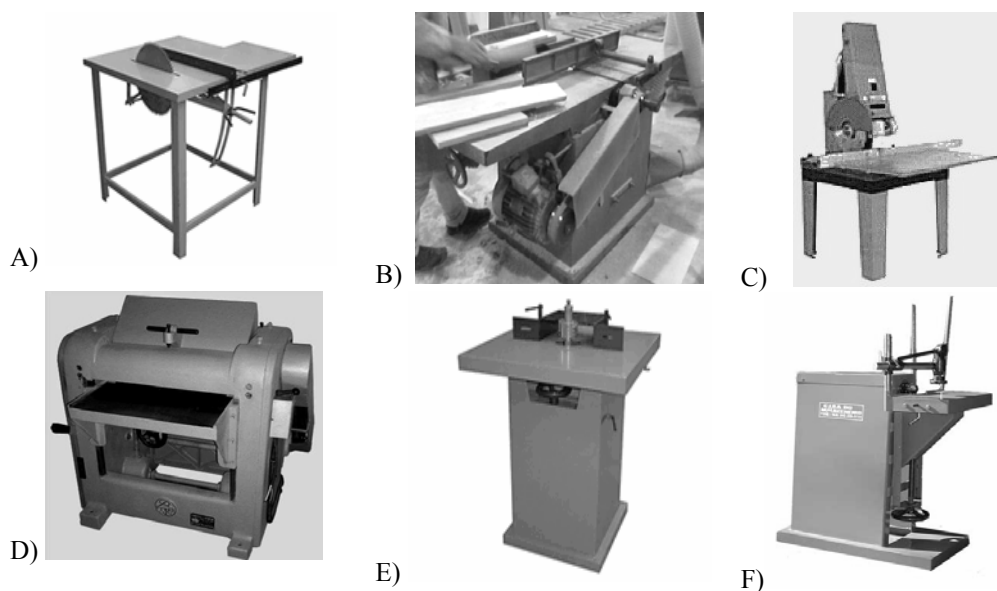


Figura 1. Máquinas utilizadas no ciclo de trabalho nas marcenarias (A: serra circular; B: desempenadeira; C: traçador; D: desengrossadeira; E: lixadeira; F: tupia.

Figure 1. Machines used in work's cycle in joineries (A: buzzy saw; B: smoother; C: cutter; D: planer; E: sander; F: shaper).

#### Determinação da carga física de trabalho

A carga física de trabalho foi obtida por intermédio do levantamento da frequência cardíaca durante a jornada de trabalho. Os dados foram coletados por intermédio de um monitor de frequência cardíaca, modelo Polar Vantage NV, Eletro Oy, da Finlândia, que consiste em três partes: um receptor digital de pulso, uma correia elástica e um transmissor com eletrodos.

Para a coleta dos dados de frequência cardíaca, o monitor foi fixado no tórax do trabalhador, na altura do peito, no início da execução da atividade e retirado logo após o término da referida atividade. Os valores foram anotados em intervalos de 20 segundos, durante todo o período de trabalho. Paralelamente,

foi feito um estudo de tempos e movimentos, utilizando-se o método de tempos contínuos, com o objetivo de relacionar a frequência cardíaca do trabalhador de acordo com a atividade realizada.

A partir dos dados coletados, foi possível calcular a carga física de trabalho dos marceneiros em cada atividade (sendo calculada a partir da frequência cardíaca do trabalhador, quando em operação com as máquinas e em repouso) e obter-se a carga cardiovascular no trabalho, que representa a porcentagem da frequência cardíaca em relação à frequência cardíaca máxima tolerável para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias.

Para se determinar a carga cardiovascular, utilizou-se a seguinte equação proposta por Apud (1989):

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

Em que:

$CCV$  = carga cardiovascular, em %;

$FCT$  = frequência cardiovascular de trabalho, em bpm (batimentos por minuto);

$FCR$  = frequência cardíaca em repouso;

$FCM$  = frequência cardíaca máxima.

A frequência cardíaca máxima é definida por:

$$FCM = 220 - idade$$

A frequência cardíaca limite (FCL) em bpm, para a carga cardiovascular de 40%, foi obtida utilizando-se a seguinte equação proposta por Apud (1989):

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

Para trabalhos que excederam a carga cardiovascular de 40% (acima da frequência cardíaca limite), para reorganizar o trabalho, foi determinado o tempo de repouso (pausa) necessário, segundo Apud (1989), pela equação:

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

Em que:

$Tr$  = tempo de repouso, descanso ou pausa, em minutos;

$Ht$  = duração do trabalho em minutos.

Para o cálculo da frequência cardíaca máxima ( $FCM$ ), os trabalhadores foram divididos em 4 classes de idade:

- 1ª Classe, 20 a 30 anos (média: 24 anos);
- 2ª Classe, 31 a 40 anos (média: 37 anos);
- 3ª Classe, 41 a 50 anos (média: 44 anos);
- 4ª Classe, acima de 50 anos (média: 52 anos).

### Procedimento estatístico

Os resultados obtidos através dos níveis de ruído e iluminância foram submetidos a uma análise de variância no delineamento inteiramente casualizado. Quando as médias apresentaram diferenças estatísticas significativas, elas foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise de variância indicaram que existiu diferença estatística a 5% de probabilidade entre as máquinas (Tabela 2). Isso quer dizer que há necessidade de se realizar um teste de comparações de médias para se verificarem as diferenças existentes entre o esforço físico despendido durante a operação com as máquinas de estudo.

Tabela 2. Resultados da análise de variância referentes ao esforço físico do trabalhador.

Table 2. Results of the analysis of variance referring to the physical work.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>FCAL</b>
Máquina	5	17626,94	3525,39	55,45*
Resíduo	1149	73054,52	63,58	
Total	1154	90681,46		

\* Significativo ao nível de 5%.

Realizou-se então o teste de comparação de médias (teste de Tukey a 5% de probabilidade), conforme mostrado na tabela 3.

Tabela 3. Resultados referentes ao teste de Tukey para os dados de esforço físico do trabalhador.

Table 3. Results referring to the Tukey test for the data of physical work.

<b>Máquina</b>	<b>Média em bpm</b>
Serra Circular	95,16 a
Desempenadeira	88,33 b
Traçador	92,38 ab
Desengrossadeira	85,18 c
Lixadeira	84,97 c
Tupia	94,51 a

Valores seguidos por letras iguais não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade.

O teste de comparação de médias serviu para mostrar diferenças estatísticas entre as máquinas e verificar também que as médias dos batimentos cardíacos podem não diferir estatisticamente, como o caso da serra circular, da tupia e o do traçador, da mesma forma que entre o traçador e a desempenadeira, e entre a desengrossadeira e a lixadeira. A Tabela 4 mostra os resultados das análises de exigência física do trabalhador (carga cardiovascular, frequência cardíaca limite, tempo de repouso ou pausa e classificação do trabalho).

O trabalho nas máquinas avaliadas foi considerado medianamente pesado em todos os casos. A máquina de maior exigência física foi a serra circular, e a de menor exigência foi a lixadeira, para todas as classes. Em nenhum dos casos a carga cardiovascular ultrapassou o limite de 40%, não necessitando se proceder ao cálculo para a estipulação de pausas durante o trabalho.

As pausas entre operações ocorrem de maneira incorreta, geralmente enquanto o trabalhador está trocando as peças de máquina ou esperando a vez para usar alguma máquina ou equipamento, fragmentando seu tempo de trabalho contínuo por máquina. Deve-se reorganizar o trabalho de forma que as pausas sejam orientadas e preferencialmente fora do ambiente de trabalho.

Em geral, quando um funcionário começa a trabalhar em uma atividade, ele realiza todas as funções, operando todas as máquinas. Outro fator que tem influenciado diretamente é o ambiente de trabalho: em marcenarias mais escuras e sem ventilação, os batimentos cardíacos são mais elevados, comparando-se com o mesmo processo em marcenarias com ambientes de trabalho mais adequados.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos na presente pesquisa, conclui-se que:

- A atividade em todas as máquinas avaliadas foi classificada como moderadamente pesada, não necessitando de repouso para redução da carga física em função da carga cardiovascular.
- Os resultados estatísticos apresentados indicaram que a serra circular, a tupia e o traçador foram as que mais exigiram fisicamente do trabalhador. Já a desengrossadeira e a lixadeira foram as máquinas de menor exigência física.
- A fragmentação do tempo de trabalho e o modo como ele é realizado leva a um maior desgaste do funcionário e a uma grande variação dos batimentos cardíacos no mesmo processo em diferentes fases do trabalho e da jornada.
- Há necessidade de pesquisas que avaliem a interação do ambiente e a carga física de trabalho para que a classificação da atividade exercida leve em consideração diversos fatores envolvidos.

Tabela 4. Carga física de trabalho exigida nas atividades de marcenaria.

Table 4. Load of physical work demanded at joinery activities.

Classe	Máquinas	FCR	FCT	FCM	CCV(%)	FCL	Tr(min)	Classificação do trabalho
1	Serra Circular		95,16		18,02		-	Med. Pesado
	Desempenadeira		88,33		12,46		-	Med. Pesado
	Traçador	73	92,38	196	15,75	122,2	-	Med. Pesado
	Desengrossadeira		85,18		9,90		-	Med. Pesado
	Lixadeira		84,97		9,73		-	Med. Pesado
	Tupia		94,51		17,49		-	Med. Pesado
2	Serra Circular		95,16		20,14		-	Med. Pesado
	Desempenadeira		88,33		13,94		-	Med. Pesado
	Traçador	73	92,38	183	17,62	117	-	Med. Pesado
	Desengrossadeira		85,18		11,07		-	Med. Pesado
	Lixadeira		84,97		10,88		-	Med. Pesado
	Tupia		94,51		19,55		-	Med. Pesado
3	Serra Circular		95,16		21,51		-	Med. Pesado
	Desempenadeira		88,33		14,88		-	Med. Pesado
	Traçador	73	92,38	176	18,81	114,2	-	Med. Pesado
	Desengrossadeira		85,18		11,83		-	Med. Pesado
	Lixadeira		84,97		11,62		-	Med. Pesado
	Tupia		94,51		20,88		-	Med. Pesado
4	Serra Circular		95,16		23,33		-	Med. Pesado
	Desempenadeira		88,33		16,14		-	Med. Pesado
	Traçador	73	92,38	168	20,40	111	-	Med. Pesado
	Desengrossadeira		85,18		12,82		-	Med. Pesado
	Lixadeira		84,97		12,60		-	Med. Pesado
	Tupia		94,51		22,64		-	Med. Pesado

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade e estrutura física; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio ao laboratório de Ergonomia Florestal e pela concessão de bolsas; e à Petrobrás, pela concessão de Bolsas de Iniciação Científica. Às empresas, que permitiram o desenvolvimento do projeto ao autorizar a coleta de dados em suas instalações. À Isabela Bastos Binotti Abreu de Araújo, pelo auxílio prestado durante a realização do projeto.

## REFERÊNCIAS

ALVES, J. U.; SOUZA, A. P.; MINETTI, L. J.; GOMES, J. M. Avaliação da carga de trabalho físico de trabalhadores que atuam na atividade de propagação de *Eucalyptus* spp. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO FLORESTAL E AGRÍCOLA*, 1., 2000, Belo Horizonte, MG. **Anais do...** Belo Horizonte: Ergoflor, 2000. p. 129 – 134.

APUD, E. **Guidelines on ergonomics 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 forestal. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL*, 3, Vitória, 1997. **Anais do...** Vitória: SIF/DEF, 1997, p. 46-60.

EDHOLM, O. G. **Biologia do trabalho**. Porto: Inova, 1968. 258 p.

FIEDLER, N. C.; SOUZA, A. P.; TIBIÇÁ, A. C. G.; MINETTI, L. J.; MACHADO, C. C. Avaliação da carga física de trabalho exigida em operações de colheita florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, p. 535-543, 1998.

GRANJEAN, E. **Fitting the task to the man**: an ergonomic approach. London: Taylor & Francis, 1982. 379 p.

MONTMOLLIN, M. **A ergonomia**. Lisboa: Gráfica Manuel Barbosa & Filhos, 1990.

VIEIRA, S. D. G. **Análise ergonômica do trabalho em uma empresa de fabricação de móveis tubulares**: estudo de caso. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

SILVA, K. R. **Análise de fatores ergonômicos em marcenarias e do mobiliário do município de Viçosa – MG**. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

VENTUROLI, F. **Análise ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias do Distrito Federal**. 55p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2002.