

AVALIAÇÃO DOS LIMITES RECOMENDADOS DE PESOS NO MANUSEIO DE CARGAS EM MARCENARIAS

Nilton César Fiedler¹, Fernando Bonelli Wanderley², Pompeu Paes Guimarães², Rafael Tonetto Alves²

(recebido: 17 de agosto de 2007; aceito: 29 de fevereiro de 2008)

RESUMO: Realizou-se, o presente trabalho em três empresas no sul do Estado do Espírito Santo, com o objetivo de analisar os pesos manuseados por trabalhadores em operações de marcenarias e compará-los com os limites recomendados de pesos estabelecidos pelo Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional dos Estados Unidos (NIOSH). Toda a movimentação das peças de madeira era realizada manualmente. Os valores dos pesos manuseados foram obtidos com uma balança de precisão. As distâncias horizontais e verticais da carga ao corpo, os ângulos de assimetria e os deslocamentos verticais foram obtidos por medições diretas. As frequências de levantamentos foram analisadas por meio de estudos de tempos e movimentos, utilizando-se o método de tempos contínuos e as dificuldades de manuseio da carga avaliadas por meio de fluxograma. De acordo com os resultados obtidos, os maiores pesos manuseados pelos trabalhadores ocorreram no traçador e serra circular, ficando esses acima do limite recomendado de pesos.

Palavras-chave: Ergonomia, marcenaria, postura e limites de pesos.

EVALUATION OF THE RECOMMENDED WEIGHT HANDLING LIMITS FOR LOADS IN JOINERIES

ABSTRACT: This study was conducted in three joineries on the South of Espírito Santo State, to analyze the weight lifted by workers during joineries operations and to compare it with the weight limits recommended by National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). The moving of timber pieces was done manually. Data on weight handling were obtained by an accuracy scale. The vertical and horizontal distances between load and body, the asymmetric angles and vertical displacements were obtained by direct measurement. The lifting frequencies were analyzed throughout studies of time and movement, using a time series analysis and handling difficult of evaluated loads through flow. According to the results, the highest load handling by workers were in the cutter and buzzy saw machines, and was above the recommended weight limits, rendering this way of work inadequate to man.

Key words: Ergonomic, joinery, posture and weight limits.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, ainda é freqüente encontrar-se atividades onde predominam o manuseio e a movimentação manual de cargas. Um dos principais problemas que enfrentam os trabalhadores de marcenarias, que manuseiam e movimentam cargas pesadas é a dor lombar, originando problemas crônicos e agudos que prejudicam a sua saúde e a eficiência do trabalho.

No âmbito nacional, não existe uma verdadeira consciência dos sérios problemas que acarreta para a saúde dos trabalhadores o manuseio de cargas acima dos níveis máximos que podemos suportar. Sabemos que o ser humano possui grande capacidade para ajustar-se às condições de exposição que lhes são impostas, adaptando-se rapidamente às situações (COUTO, 1995). Assim, ele tem capacidade para manusear máquinas, ferramentas e equipamentos ergonomicamente mal projetados, suportando posições incômodas e inadequadas ao trabalho.

No entanto, esses fatores segundo Fiedler et al. (2006), causam desconforto, aumentam o risco de acidentes e podem provocar danos consideráveis à saúde, sendo que grande parte das lesões decorrentes do risco ergonômico é do tipo trauma cumulativo, ou seja, o trabalhador somente irá perceber seus efeitos deletérios depois de alguns anos numa situação de trabalho que, a princípio, o mesmo considerava cômoda.

Nas avaliações de trabalhos que exigem elevado esforço físico, deve ser observado o tipo de tarefa, com relação ao desgaste físico requerido, considerando o metabolismo, o consumo energético, as pausas, a alimentação, a postura escolhida e o ambiente físico de trabalho. Quando a atividade exigir manuseio de materiais, os principais fatores que interferem são o desgaste energético e as posturas (quando impostas e não variando ao longo do tempo), sendo importante avaliar, a partir do limite recomendado de pesos, se a carga é admissível (WATERS et al., 1993).

¹Professor do Departamento de Engenharia Florestal – Universidade Federal do Espírito Santo/UFES – Alto Universitário – 29500-000 – Alegre-ES – fiedler@pq.cnpq.br

²Graduandos do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo/UFES Bolsistas PIBIC – 29500-000 – Alegre, ES – fernandobwef@gmail.com, rafatonetto@gmail.com, pompeupaes@yahoo.com.br

Objetivou-se, nesta pesquisa, analisar os pesos manuseados por trabalhadores em marcenarias e compará-los com os limites recomendados quanto à exigência de forças, durante as posturas típicas dos trabalhadores em cada máquina, propondo recomendações para a reorganização ergonômica do trabalho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Região de estudo

Esse estudo foi conduzido em três empresas (marcenarias), nos municípios de Jerônimo Monteiro e Alegre, situados no sul do Estado do Espírito Santo, entre os meses de agosto de 2006 a julho de 2007.

2.2 Perfil das empresas

Todas as marcenarias analisadas foram classificadas como microempresas e empregavam, quanto à tecnologia usada no processo de fabricação, máquinas e seqüências semelhantes. Em relação à matéria-prima, utilizavam principalmente madeira maciça e MDF e trabalhavam sob forma de encomenda atendendo à região e outros estados.

Os trabalhadores não seguiam uma seqüência lógica durante o manuseio da matéria-prima dentro das marcenarias, pois a disposição das máquinas encontrava-se em desacordo com uma seqüência ótima de produção. Os operadores faziam todas as etapas do processo de produção e os resíduos gerados pelas máquinas eram retirados quando acumulados em demasia, eram vendidos ou acondicionados nas proximidades.

2.3 População e amostragem

O número mínimo de repetições utilizadas em cada fase desse estudo foi estabelecido com base em uma amostragem-piloto, analisada com uso da seguinte fórmula, proposta por Conaw (1977):

$$n \geq (t^2 * s^2) / e^2$$

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

2.4 Cálculo do limite recomendado de pesos

As forças para levantar e carregar as cargas foram medidas com o uso de uma balança de precisão marca Toledo, modelo 9094C/6, com capacidade para até 30 Kgf, onde todas as peças manuseadas foram pesadas. As

máquinas envolvidas no processo de fabricação de móveis e analisadas na pesquisa estão listadas na Tabela 1. A Figura 1 mostra as máquinas analisadas.

A análise dos limites recomendados de pesos foi executada com o uso da equação desenvolvida pelo Instituto Americano de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH). Foram verificadas previamente as condições favoráveis e desfavoráveis do levantamento dos pesos, que, em condições favoráveis, estabelece o limite máximo de manuseio de pesos recomendado, pelo NIOSH, de 23 kgf (WATERS et al., 1994). Em condições desfavoráveis, que ocorreram em todas as etapas do processo, foi aplicada a equação revisada do NIOSH para cada situação, sendo considerada pela equação os seguintes fatores:

- “H”, distância horizontal da carga ao corpo, em cm;
- “V”, distância vertical da carga ao corpo, em cm;
- “A”, rotação do corpo ou ângulo assimétrico, em graus;
- “D”, deslocamento vertical da carga, em cm;
- “F”, frequência de levantamentos por minuto e;
- “C”, dificuldade de manuseio da carga.

Todos os dados foram levantados por medições diretas, com exceção da frequência de levantamentos e da dificuldade de manuseio da carga. A frequência foi analisada por meio de estudos de tempos e movimentos, utilizando-se o método de tempos contínuos. A dificuldade de manuseio de carga foi analisada por meio de um fluxograma de decisão, de acordo com o tipo de encaixe das mãos (Figura 2). Com os valores médios de cada item da equação do NIOSH, foram calculados os coeficientes que variam de zero, indicando uma situação mais desfavorável, a um, indicando uma melhor condição. Nessa equação, supõe-se que o trabalhador escolha sua postura e segure a carga com as duas mãos. A carga máxima de 23 Kgf é multiplicada por seis coeficientes, sendo os limites de pesos recomendados obtidos pela seguinte equação:

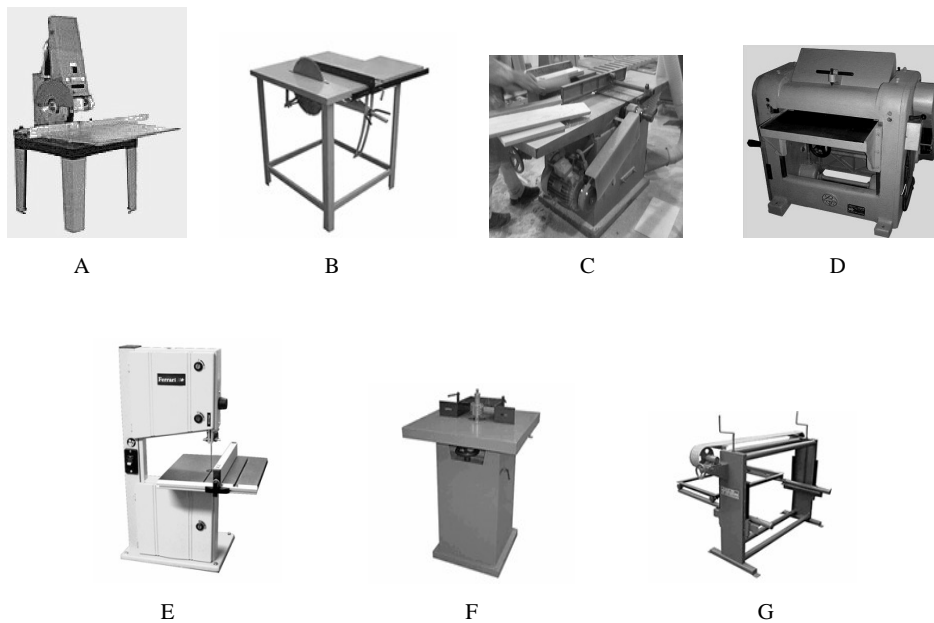
$$LPR = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

em que: LPR = limite de peso recomendado (Kgf); LC = constante de carga (23kgf); HM: coeficiente de distância horizontal; VM = coeficiente de distância vertical; DM = coeficiente de deslocamento vertical; AM = coeficiente assimétrico; FM = coeficiente de frequência de levantamentos; e CM = coeficiente de manuseio da carga.

A constante de carga (LC), é o peso máximo recomendado para um levantamento em condições ótimas, de maneira tal que a força de compressão no disco L5/S1 da coluna vertebral, produzida no levantamento, não supere os 3,4 kN.

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

Máquinas	Descrição
Taçador	Utilizada para destopar e esquadilhar madeira.
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.
Desengrossadeira	Visa dimensionar a espessura das peças. Utilizada também 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 deslize da 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 à alta velocidade (4000 a 8000 rpm).
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.
Serra Fita	Possui uma versatilidade de trabalho muito grande, podendo realizar quaisquer tipos de cortes retos ou irregulares, tais como, círculos, ondulações, etc. Também podemos utilizá-la para o corte de materiais muito espessos, difíceis de serem cortados na serra circular.

**Figura 1** – Máquinas utilizadas no ciclo de trabalho nas marcenarias (A: taçador; B: serra circular; C: desempenadeira; D: desengrossadeira; E: serra fita; F: tupia; e G: lixadeira).**Figure 1** – Machines used at work's cycle in joineries (A: cutter; B: buzzy saw; C: smoother; D: planer; E: tape saw; F: shaper; and G: sander).

O coeficiente de distância horizontal é a distância entre o ponto médio das pegas na carga e do ponto médio entre os tornozelos. Assim, a distância horizontal da carga ao corpo, de 0 a 25 cm, fornece um coeficiente igual a 1. À medida que a carga vai se afastando do corpo, o coeficiente vai diminuindo a uma proporção calculada em 1/25 da distância horizontal em centímetros. Superior a 63 cm, ele será igual a zero. O cálculo do coeficiente para distâncias horizontais entre 25 e 63 cm é obtido através da seguinte equação:

$$HM = 25 / H$$

em que: HM = coeficiente de distância horizontal da carga ao corpo; e H = distância horizontal da carga ao corpo, em cm.

O coeficiente de distância vertical mede a distância do piso até o ponto de pega na carga. Fornece valores maiores entre 70 e 80 cm de altura e, quando essa estiver no chão, o coeficiente a ser multiplicado é 0,78. Acima de 175 cm, o coeficiente é zero, sendo inviável a execução do trabalho nessas condições. De 0 a 175 cm, o coeficiente é calculado através da seguinte equação:

$$VM = (1 - 0,003 * |V - 75|)$$

em que: VM = coeficiente vertical; e V = distância vertical da carga ao corpo, em cm.

O coeficiente de deslocamento vertical (DM) refere-se à diferença entre a altura inicial e final da carga, onde é ótimo em valores iguais ou inferiores a 25 cm de deslocamento, com coeficiente igual a 1. Acima de 175 cm, esse assume valor igual a zero, indicando mudanças imediatas no trabalho. De 25 a 175 cm, o coeficiente é calculado usando a seguinte equação:

$$DM = (0,82 + 4,5 / D)$$

em que: DM = coeficiente de deslocamento vertical; e D = deslocamento vertical da carga, em cm.

O componente assimétrico refere-se ao ângulo de giro do corpo do trabalhador no plano sagital, podendo assumir valores de coeficientes mais próximos de 1 quanto menor for o ângulo de giro. Se não houver nenhum giro do corpo, durante o levantamento da carga, o coeficiente será igual a 1. Acima de 135° de giro, esse é zero, ficando inviável a continuação do trabalho dessa forma. Entre 15 a 135°, o coeficiente varia de acordo com a seguinte equação:

$$AM = (1 - 0,0032 * A^\circ)$$

em que: AM = coeficiente assimétrico; e A = ângulo assimétrico, em graus.

O componente de frequência de levantamentos por minuto (FM), varia segundo o número de levantamentos por minuto, a duração da jornada de trabalho executando esse tipo de trabalho e a altura vertical da carga ao corpo (V), conforme mostrado na Tabela 2. Essa frequência é medida em intervalos médios a cada 15 minutos de observação.

O fator de pega é obtido segundo a facilidade da pega e a altura vertical de manipulação da carga. O encaixe das mãos na carga varia de bom, médio e ruim, variando de acordo com a distância vertical do encaixe ao piso. Para estabelecer o tipo de encaixe, tem-se uma árvore de decisão, conforme mostrado na Figura 2.

O tipo de encaixe é encontrado de acordo com as características do objeto, se com recipiente solto ou não, volumoso ou não, dependendo da flexão dos dedos e da condição do manuseio. O coeficiente de manuseio da carga (CM) varia de 1 no encaixe bom a 0,90 no encaixe ruim, conforme observa-se na Tabela 3.

O índice de levantamento (IL) significa a estimativa do nível de estresse no trabalho, realizada de acordo com o NIOSH, definido pela relação entre o peso médio da carga levantada e o limite de peso recomendado (LPR), ou seja:

$$IL = PM / LPR$$

em que: PM = peso manuseado, em kgf; e LPR = limite de peso recomendado, em kgf.

Se os valores do índice forem abaixo de 0,9, o trabalho é sempre seguro. Valores entre 0,9 e 1,2, também são considerados seguros, a menos que a força de trabalho seja predominantemente de pessoas do sexo feminino e de baixa capacidade de força física. Entre 1,2 e 2,0, deve-se tomar cuidado quanto às condições de trabalho. Acima de 2,0, deve-se direcionar forte atenção às condições de trabalho.

2.5 Procedimento estatístico

Os resultados obtidos através do limite recomendado de pesos foram submetidos a uma análise de variância, no delineamento inteiramente casualizado. As médias das máquinas foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, quando essas apresentaram diferenças estatísticas significativas.

Tabela 2 – Coeficiente de frequência de levantamentos.

Table 2 – Lifting frequency coefficient.

Número de Levantamentos por minuto	Duração do trabalho					
	≤ 1 hora		Entre 1e 2 horas		Entre 2 e 8 horas	
	V < 76,2 (cm)	V ≥ 76,2 (cm)	V < 76,2 (cm)	V ≥ 76,2 (cm)	V < 76,2 (cm)	V ≥ 76,2 (cm)
≤ 0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

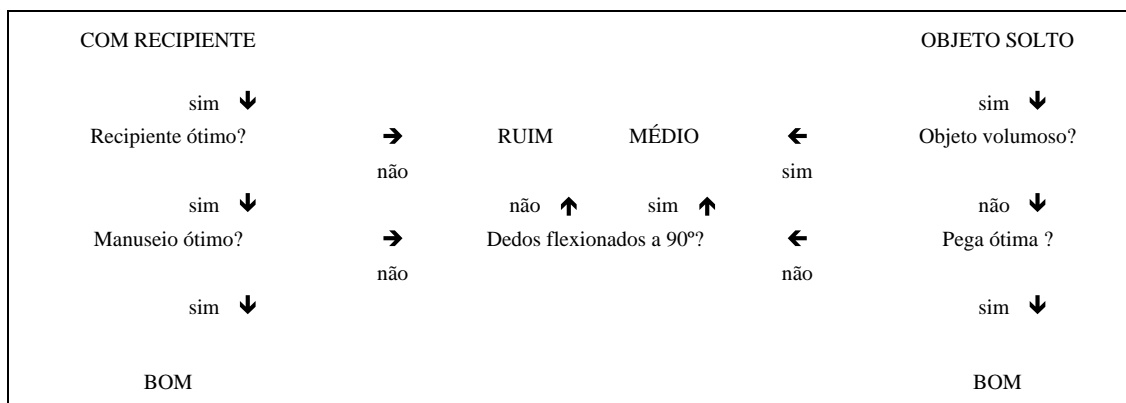


Figura 2 – Fluxo de decisão para o tipo de encaixe.

Figure 2 – Decision flow for socket type.

Tabela 3 – Coeficiente de manuseio da carga de acordo com o tipo de encaixe das mãos.

Table 3 – Load handling coefficient according to hand socket.

Tipo de encaixe	Coeficiente de Manuseio (CM)	
	V < 75 (cm)	V ≥ 75 (cm)
Bom	1	1
Médio	0,95	1
Ruim	0,90	0,90

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para obter-se um índice de confiança de 95%, o número mínimo de amostras necessárias foi de 90 observações, mas foram feitas 198 medições das posturas típicas dos trabalhadores por máquina em média. O desvio-

padrão variou de 2,08 a 3,3, dependendo da máquina avaliada.

Na Tabela 4 encontram-se, para cada tipo de máquina do ciclo de trabalho nas marcenarias, a distância horizontal média (H), o coeficiente horizontal (HM), a distância vertical média (V), o coeficiente vertical (VM), o deslocamento vertical médio (D), o coeficiente de deslocamento (DM), o ângulo assimétrico médio (A), o coeficiente assimétrico (AM), a frequência média de levantamentos (F), o coeficiente de frequência (FM), o tipo de encaixe das mãos (C), o coeficiente de encaixe (CM), o peso médio da carga, o limite de peso recomendado (LPR) e o índice de levantamento (IL).

Na figura 3, compararam-se as diferenças entre os pesos manuseados e os limites de pesos recomendados, para os trabalhadores nas marcenarias.

Tabela 4 – Aplicação da equação revisada do NIOSH sobre as diferentes máquinas para obtenção dos limites de pesos recomendados (LPR) e índice de levantamento (IL).

Table 4 – Application of revised NIOSH equation for manual timber extraction to obtain recommended weight limits and lifting index.

Máquinas	H (cm)	HM	V (cm)	VM	D (cm)	DM	A (graus)	AM	F	FM	C	CM	Peso (Kgf)	LPR (Kgf)	IL
Traçador	31,4	0,80	81,1	0,98	81,1	0,88	60,0	0,81	2	0,91	Bom	1	17,08	11,55	1,48
Serra circular	42,3	0,59	86,4	0,97	44,4	0,92	59,8	0,81	2	0,91	Bom	1	10,96	8,94	1,23
Desempenadeira	39,6	0,63	71,8	0,99	45,9	0,92	62,8	0,80	2	0,91	Bom	1	3,34	9,60	0,35
Desengrossadeira	33,1	0,76	72,1	0,99	35,5	0,95	35,5	0,89	3	0,88	Bom	1	3,30	12,70	0,26
Tupia	28,1	0,89	82,3	0,98	38,4	0,94	98,6	0,68	5	0,80	Bom	1	3,10	10,29	0,30
Serra fita	35,9	0,70	92,7	0,95	23,4	1,00	23,0	0,93	3	0,88	Bom	1	1,12	12,40	0,09
Lixadeira	48,7	0,51	124,5	0,85	30,6	0,97	89,3	0,71	4	0,84	Bom	1	1,62	5,82	0,28

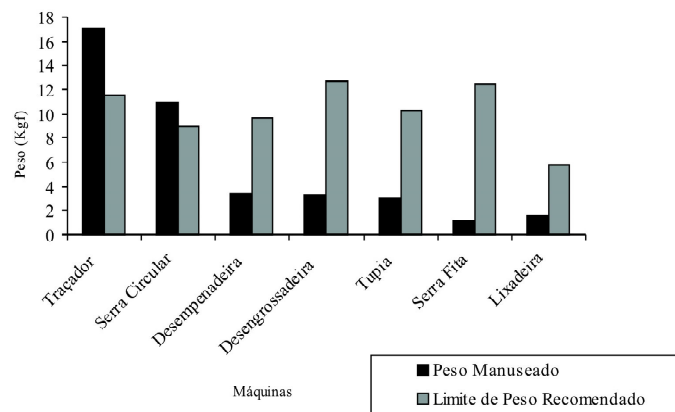


Figura 3 – Peso manuseado e limite de peso recomendado para os trabalhadores em marcenarias.

Figure 3 – Recommended lifting weight and weight limit for joineries' workers.

O maior peso manuseado pelos trabalhadores foi durante a fase de passagem da matéria-prima pelo traçador (17,08 Kgf) e serra circular (10,96 Kgf), ficando esses acima do limite de peso recomendado e com o índice de levantamento entre 1,2 e 2,0. Pela classificação do método, deve-se tomar cuidado com as condições de trabalho nestas máquinas. Como forma de intervir na atividade, devem-se analisar os coeficientes que mais contribuíram para a redução dos limites de pesos recomendados, que nesses casos foram o ângulo de giro com a carga e a distância horizontal da carga ao corpo, propondo mudanças da forma de trabalho através de cursos de treinamento e de reciclagem.

Uma outra forma de diminuir o nível de risco, nessas fases iniciais do processo de produção, é a manipulação da peça com dois ou mais trabalhadores e que a empresa possua um layout otimizado do seu sistema de produção, para facilitar o caminhamento.

Segundo Dul & Weerdmeester (1995), o manuseio de cargas com pesos acima dos limites permissíveis, por longos períodos, pode comprometer seriamente as articulações.

Em relação às outras máquinas, elas apresentaram índice de levantamento inferior a 0,9, podendo a carga levantada ser tolerada durante a realização da operação. A situação em que o peso manuseado estava mais favorável foi na serra fita, seguida pela desengrossadeira e lixadeira, respectivamente. Os índices que mais colaboraram para um coeficiente alto foram a distância vertical, o deslocamento vertical e o tipo de encaixe das mãos, apresentando valores próximos ou iguais a 1.

Os resultados da análise de variância, para o delineamento inteiramente casualizado do limite recomendado de pesos, são apresentados na Tabela 5. Foram verificadas diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade entre as máquinas, realizando o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Resultados da análise de variância para o limite recomendado de pesos.

Table 5 – Results of variance analysis for recommended weight limits.

FV	GL	SQ	QM	F cal
Máquina	6	6673,33	1112,22	199,895*
Resíduo	1381	7683,93	5,56	
Total	1387	14357,27	1117,79	

* Significativo a 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 5, foi necessária a utilização de um teste de comparações de médias, para avaliação das similaridades e das diferenças existentes entre as máquinas. Os resultados do teste de Tukey, para o nível de limite recomendado de pesos nas empresas, são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados do teste de comparações de médias de Tukey, para o limite recomendado de pesos dos trabalhadores nas empresas estudadas.

Table 6 – Results from Tukey's test of comparison between medias for weight limits recommended to workers on joineries studied.

Máquinas	Teste de Tukey	
	Média LPR (kgf)	
Serra fita	12,946	a
Traçador	11,899	a b
Desengrossadeira	11,723	b
Tupia	10,553	c
Desempenadeira	9,704	d
Serra Circular	9,317	d
Lixadeira	5,861	e

O teste de comparações de médias serviu para mostrar diferenças estatísticas entre as máquinas e verificar também que os limites de pesos recomendados podem não diferir estatisticamente, como o caso da serra fita e traçador, traçador e desengrossadeira e desempenadeira e serra circular. Já a lixadeira e a tupia diferiram estatisticamente das demais máquinas.

As máquinas que apresentaram as maiores médias para o limites de pesos recomendados foram a serra fita e o traçador respectivamente, sendo a lixadeira a máquina de menor média.

4 CONCLUSÕES

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

A situação em que o peso manuseado estava mais favorável foi na serra fita, com manuseio de carga aproximadamente 11 vezes menor que o limite permitido, podendo esse ser realizado sem nenhuma correção;

O maior peso manuseado pelos trabalhadores foi encontrado nas primeiras máquinas da seqüência de trabalho, ou seja, no traçador e na serra circular. A distância

horizontal da carga ao corpo e o ângulo de assimetria foram os coeficientes que mais contribuíram para que as operações nessas máquinas fossem inviabilizadas;

Para aumentar o limite de peso recomendado nas máquinas deve-se atuar na otimização dos coeficientes. Uma das formas que têm alcançado bons resultados nessa otimização é atuar na melhoria das posturas adotadas durante o trabalho, o que deve ser feita com a introdução de cursos de treinamento e reciclagem. Deve-se pesquisar um layout otimizado nas marcenarias e posicionamento das peças em bancadas, no início do processo, para evitar que o trabalhador tenha que abaixar-se em demasia e girar o corpo para apanhar a peça.

5 AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Espírito Santo pela oportunidade e estrutura física. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro e bolsas.

À Petrobrás pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica.

Às empresas, que permitiram o desenvolvimento do projeto ao autorizar a coleta de dados em suas instalações.

Aos colegas Isabela Bastos Binotti Abreu de Araújo e Rômulo Móra pelos auxílios prestados durante a realização do projeto.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAW, P. L. **Estatística**. São Paulo: E. Blucher, 1977. 264 p.
- COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo, 1995. v. 1, 353 p.
- DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. Traduzido por Itiro Iida. São Paulo: E. Blucher, 1995. 147 p.
- FIEDLER, N. C.; RODRIGUES, T. O.; MEDEIROS, M. B. Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 55-63, fev. 2006.
- WATERS, T. R.; ANDERSON, V. P.; GARG, A. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. **Ergonomics**, [S.l.], v. 36, n. 7, p. 749-776, 1993.
- WATERS, T. R.; ANDERSON, V. P.; GARG, A. **Applications manual for the revised NIOSH lifting equation**. Cincinnati: U.S. Department of Health Human Services, 1994. 119 p.