

AVALIAÇÃO DOS LIMITES RECOMENDADOS DE PESOS DE TORAS MANUSEADAS EM ATIVIDADES DE DESCASCAMENTO DE MADEIRA

EVALUATION OF THE RECOMMENDED WEIGHT LIMITS IN TIMBER DEBARK

Nilton Cesar Fiedler¹

RESUMO

O presente estudo foi realizado em uma empresa florestal no norte do Estado da Bahia com o objetivo de analisar os pesos manuseados por trabalhadores em operações de descascamento de madeira e compará-los com os limites recomendados de pesos estabelecidos pelo Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional dos Estados Unidos (NIOSH). O descascamento era realizado com um descascador acoplado na tomada de força de um trator. O abastecimento da mesa receptora de madeira era feito por dois ajudantes. Um terceiro direcionava as toras para o interior do descascador e um quarto recebia as toras descascadas e as direcionava para o solo. Os dados dos pesos manuseados foram obtidos com uma célula de cargas. As distâncias da carga ao corpo, ângulos, deslocamentos e frequências foram obtidos por medições diretas e um estudo de tempos. As análises foram feitas de acordo com o método do NIOSH. De acordo com os resultados obtidos, o maior peso manuseado pelos ajudantes de descascamento foi encontrado na alimentação do descascador, correspondendo a uma média de 20,3 kgf de peso por tora empurrada. A alta frequência de alimentação por minuto inviabilizou a realização da operação dessa forma, levando a um limite recomendado de pesos igual a zero.

Palavras-chave: Ergonomia florestal, descascamento de madeira, limites recomendados de pesos.

ABSTRACT

This study was conducted in a forest company of the Northern coast of the State of Bahia, Brazil with the objective of analyzing the handling weight of workers debarking operation, and comparing them with the recommended weight limits in the National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). The debarking was done with a debark system coupled to the force captured by a tractor. The table receptor supply of timber was done by two workers. The third worker pushed the timbers into the debark system and the fourth one received them debarked depositing them into the ground. The data on weight handling were obtained through a load cell. The distances between load and body, angles, displacements, and recurrences were obtained about by direct measurement and a time series analysis. The analysis of recommended weight limits was performed using a model developed by the NIOSH. According to the results, the operations of the timber debark can not be carried out by this mode because of the high frequency of weight handling per minute observed.

Key words: Forest ergonomic, timber debark, recommended weight limits.

1. Engenheiro Florestal, Professor Adjunto II do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Caixa Postal 04357, CEP 70919-970, Brasília (DF)

INTRODUÇÃO

A forma de execução das atividades do setor florestal sofreu muitas mudanças nos últimos anos. A busca de maior competitividade, por meio da inovação tecnológica no setor, resultou em novos processos de trabalho, aumentando o rendimento nas operações. No entanto, segundo FIEDLER (1998), dependendo da maneira como as atividades são executadas e das condições de trabalho existentes, os trabalhadores, muitas vezes, levantam e transportam cargas com pesos acima dos limites toleráveis, além de, freqüentemente, realizarem essa movimentação de modo incorreto e de forma contínua durante vários anos.

Nas avaliações de trabalhos que exigem elevado esforço físico, deve ser pesquisado, principalmente, o tipo de tarefa com relação ao desgaste físico requerido, considerando-se o metabolismo, o consumo energético, as pausas, a alimentação, as posturas assumidas e o ambiente físico de trabalho. Quando a atividade exigir manuseio de materiais, os principais fatores que interferem são o gasto energético e as posturas, sendo importante avaliar, com base no limite recomendado de pesos, se a carga é admissível. O trabalho que exige posturas inadequadas pode trazer sérias conseqüências para a saúde, como distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho e lesões por traumas cumulativos. Além disso, a circulação sangüínea pode ser severamente prejudicada, podendo haver compressão, estiramento ou excesso de pressão em tecidos, músculos ou ligamentos (COUTO, 1995). Essa situação ainda é agravada com a adoção de ritmos de produção intensos (MERINO, 1996).

Esta pesquisa teve como objetivo analisar os pesos manuseados por trabalhadores em operações de descascamento mecanizado de madeira com abastecimento manual e compará-los com os limites recomendados quanto à exigência de forças e diferentes posturas.

MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa foi conduzida em uma empresa florestal no litoral norte do Estado da Bahia nos meses de janeiro e fevereiro de 1998. Os dados foram coletados em uma área de colheita de eucalipto utilizando-se de um sistema de toras curtas traçadas em toretes de 2,4 metros de comprimento. Foram analisadas as funções de 24 ajudantes de descascamento mecanizado com abastecimento manual. O descascador era acoplado à tomada de força de um trator agrícola, sendo esse trabalho executado por uma equipe de cinco trabalhadores (um operador do trator e quatro ajudantes). O abastecimento era feito manualmente por dois trabalhadores, que pegavam as toras no solo (um em cada extremidade da tora) e as depositavam em uma mesa receptora na entrada do descascador. Um terceiro trabalhador ficava próximo da mesa receptora, alimentando o descascador. O último ajudante ficava do outro lado recebendo as toras descascadas, direcionando-as para as bandeiras (recepção). O trator agrícola, com o descascador acoplado, deslocava-se na entrelinha de um lado ao outro do talhão na margem esquerda das toras, sobre a galhada. As toras ficavam dispostas em forma de bandeiras perpendiculares ao alinhamento do plantio. A madeira descascada era então depositada do outro lado.

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

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

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

As forças exercidas para levantar, puxar ou empurrar foram coletadas com o uso de uma célula de cargas da marca Alfa modelo Z-250, com capacidade para até 250 kgf, acoplada a um multímetro da marca Minipa, modelo ET-2700. A célula de cargas foi acoplada entre as mãos do trabalhador e a carga por meio de pegadas apropriadas e encaixes na carga, desenvolvidos de forma a não interferir no manuseio normal desta.

A análise dos limites recomendados de pesos foi executada com o uso da equação desenvolvida pelo Instituto Americano de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH), descrito por WATERS *et al.* (1994). Foram verificadas previamente as condições favoráveis e desfavoráveis do manuseio. No caso de manuseio em condições favoráveis, foi estabelecido o limite máximo de manuseio de pesos recomendado pelo NIOSH, ou seja, 23 kgf. Em condições desfavoráveis, as quais aconteceram em todas as atividades estudadas, foi aplicada a equação revisada do NIOSH, para cada situação. A equação, descrita nos itens subseqüentes, considera os seguintes itens: 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; M = dificuldade de manuseio da carga.

Todas essas variáveis foram levantadas por meio de medições diretas, com exceção da frequência de levantamentos e da dificuldade de manuseio da carga. A frequência foi analisada por meio de um estudo de tempos e movimentos, utilizando-se o método de tempos contínuos. A dificuldade de manuseio da carga foi analisada pelo fluxo de decisão, descrito na Figura 1.

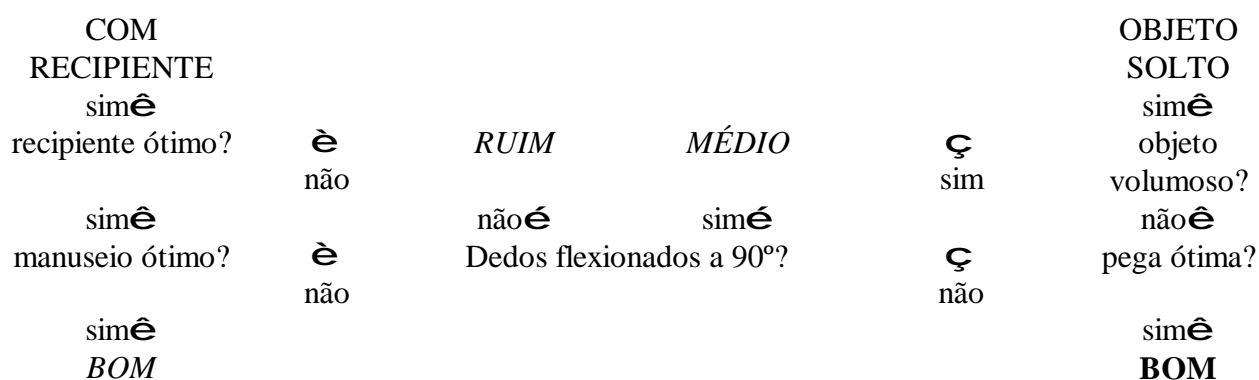


FIGURA 1: Fluxo de decisão para o tipo de encaixe das mãos na carga.

De posse dos valores médios de cada um dos itens da equação do NIOSH, foram calculados os coeficientes que variam de zero (situação mais desfavorável) a um (melhor condição). Nessa

equação, supõe-se que o trabalhador possa escolher a própria postura e que a carga seja segurada com as duas mãos. A carga máxima de 23 kgf é multiplicada por seis coeficientes. Nesse caso, os limites recomendados de pesos são obtidos pela seguinte equação desenvolvida pelo NIOSH:

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

Em que: LC = limite de carga (23 kgf); HM = coeficiente horizontal; VM = coeficiente vertical; DM = coeficiente de distância; AM = coeficiente assimétrico; FM = coeficiente de frequência de levantamentos por minuto; CM = coeficiente de manuseio da carga.

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, esse coeficiente vai diminuindo a uma proporção calculada em 1/25 (um vinte e cinco avos) da distância horizontal em centímetros. Em 63 cm de distância do corpo, o referido coeficiente assume valor igual a 0,40; superior a 63 cm, o coeficiente será igual a 0. O cálculo do coeficiente para distâncias horizontais de 25 cm a 63 cm é realizado, usando-se a seguinte equação:

$$HM = \frac{25}{H}$$

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

A localização vertical da carga ao corpo (do encaixe das mãos até o piso) fornece coeficientes maiores entre 70 e 80 cm de altura, ou seja, se a carga estiver mais próxima do solo, o trabalhador terá de se abaixar para apanhá-la, ocorrendo o mesmo no caso de cargas acima desses valores, situação em que terá que levantar os braços e abaixar a carga, para o posterior transporte. Caso a carga esteja no piso, o coeficiente a ser multiplicado é 0,78. Acima de 175 cm, o coeficiente é 0, sendo então inviável a execução do trabalho nessas condições. De 0 a 175 cm, o coeficiente de localização vertical é calculado conforme a seguinte equação:

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

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

O coeficiente de distância (DM), obtido com o componente de distância vertical movimentada pelas mãos da origem ao destino da carga, é ótimo em valores iguais ou inferiores a 25 cm de deslocamento, com coeficiente igual a 1. Acima de 175 cm de deslocamento na carga, esse coeficiente assume valores iguais a 0, o que indica não ser viável o trabalho. De 25 cm a 175 cm, o coeficiente de distância é calculado pela seguinte equação:

$$DM = \left(0,82 + \frac{4,5}{D} \right)$$

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

O componente assimétrico (ângulo de giro do corpo do trabalhador no plano sagital) assume valores de coeficientes mais próximos de um quanto menor for o ângulo de giro. Se não houver

nenhum giro do corpo durante o levantamento da carga (ângulo de 0°), o valor do coeficiente será igual a 1. Acima de 135° de giro, o coeficiente é 0, havendo necessidade de mudanças na forma de execução do trabalho.

Acima de 15° até 135 graus, o coeficiente varia de acordo com a seguinte equação:

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

Em que: AM = coeficiente assimétrico; A = rotação do corpo ou ângulo assimétrico, em graus.

O componente de frequência de levantamentos por minuto varia segundo o número de levantamentos executados por minuto, a duração da jornada de trabalho executando esse tipo de trabalho e a altura vertical da carga ao corpo, conforme mostrado na Tabela 1. Essa frequência é mensurada em períodos médios de 15 minutos de observação, por meio de estudo de tempos.

TABELA 1: Coeficiente de frequência de levantamentos.

Número de Levantamentos por Minuto (F)	Duração do Trabalho					
	≤ 1 hora		Entre 1 e 2 horas		Entre 2 e 8 horas	
	Vertical < 76,2 cm	Vertical ≥ 76,2 cm	Vertical < 76,2 cm	Vertical ≥ 76,2 cm	Vertical < 76,2 cm	Vertical ≥ 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

O encaixe das mãos na carga varia de bom, médio a ruim, oscilando de acordo com a distância vertical do encaixe ao piso. Para estabelecer o tipo de encaixe, se bom, médio ou ruim, tem-se uma árvore de decisão, conforme mostrado na Figura 1. De acordo com as características do

objeto, se com recipiente ou solto, volumoso ou não, dependendo da flexão dos dedos e da condição do manuseio, encontra-se o tipo de encaixe.

O coeficiente de manuseio da carga (CM) varia de 1 no encaixe bom a 0,90 no encaixe ruim, conforme mostrado na Tabela 2.

TABELA 2: Coeficiente de manuseio da carga de acordo com o encaixe das mãos.

Tipo de Encaixe	Coeficiente de Manuseio (CM)	
	V < 75 cm	V ≥ 75 cm
Bom	1,00	1,00
Médio	0,95	1,00
Ruim	0,90	0,90

A estimativa do nível de estresse no trabalho foi realizada de acordo com o NIOSH, obtendo-se o índice de levantamento (IL), definido pela relação entre o peso médio da carga levantada e o limite recomendado de peso (LRP), ou seja:

$$IL = \frac{PM}{LRP}$$

Em que: PM = peso manuseado, em kgf; LRP = limite recomendado de pesos, em kgf.

Se esse índice for inferior ou igual a 1, a carga levantada poderá ser tolerada durante a realização da operação; caso o índice ultrapasse 1, a forma de execução do trabalho deverá ser alterada ou o peso da carga deverá ser diminuído.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, mostram-se, para cada atividade do ciclo de trabalho nas operações de TABELA 3: Aplicação da equação revisada do NIOSH sobre as operações de descascamento de madeira para obtenção dos limites recomendados de peso (LRP) e índice de levantamento (IL).

Fase do Ciclo de Trabalho	H (cm)	HM	V (cm)	VM	D (cm)	DM	A (graus)	AM	F	FM	C	CM	Peso carga (kgf)	LRP kg	IL (carga / LRP)
Abastecimento mesa receptora	20,0	1,0	70,0	0,99	70,0	0,88	30	0,90	12	0,0	ruim	0,90	13,4	0,00	-
Alimentação do descascador	40,0	0,63	65,0	0,97	15,0	1,00	15	0,95	12	0,0	ruim	0,90	20,3	0,00	-
Recepção da tora descascada	25,0	1,0	80,0	0,99	40,0	0,93	45	0,86	12	0,0	ruim	0,90	5,8	0,00	-

Em que: H = distância horizontal média da carga ao corpo (H); HM = o múltiplo horizontal; V = distância vertical média da carga ao corpo (V); VM = coeficiente vertical; D = deslocamento vertical médio da carga ao corpo; DM = coeficiente de deslocamento; A = ângulo assimétrico médio; AM = coeficiente assimétrico; F = freqüência média de levantamentos por minuto; FM = coeficiente de freqüência; C = tipo de encaixe das mãos; CM = coeficiente de encaixe; LRP = limite recomendado de pesos; IL = índice de levantamento.

descascamento de madeira, a distância horizontal média da carga ao corpo (H), o múltiplo horizontal (HM), a distância vertical média da carga ao corpo (V), o coeficiente vertical (VM), o deslocamento vertical médio da carga ao corpo (D), o coeficiente de deslocamento (DM), o ângulo assimétrico médio (A), o coeficiente assimétrico (AM), a frequência média de levantamentos por minuto (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 recomendado de pesos (LRP) e o índice de levantamento (IL).

O maior peso manuseado pelos trabalhadores foi durante a fase de alimentação do descascador. Tal característica deve-se ao empurro para o interior do descascador ser feito pelo ajudante individualmente e muitas vezes com o uso de uma única mão.

As operações executadas pelos ajudantes de descascamento não devem ser realizadas dessa forma. A frequência de levantamentos por minuto (12) de acordo com a tabela 1, está acima do máximo permitido para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, resultando num coeficiente de frequência igual a zero.

Essa alta frequência de manuseio de carga por minuto resultou, durante a aplicação da equação revisada do NIOSH, em um coeficiente igual a zero e, conseqüentemente, um limite recomendado de pesos igual a zero, inviabilizando a realização da operação dessa forma.

A simples opção pela sugestão de redução da frequência de levantamentos poderá acarretar uma diminuição no rendimento da atividade e, conseqüentemente, aumento nos custos totais, o que, talvez, não seja viável técnica e economicamente. O aumento no comprimento das toras para diminuir a frequência provocará incremento no peso, o que causará dificuldades de manuseio e danos ainda maiores aos trabalhadores, tanto nessas operações como nas antecedentes. A melhor alternativa para tais atividades poderia ser a mecanização parcial ou total dessas operações, já que o peso manuseado é muito alto e as posturas adotadas são desfavoráveis.

Na opção pela mecanização parcial, deve-se pensar principalmente na introdução de um equipamento para o levantamento mecanizado das toras. No entanto, durante o trabalho de alimentação do descascador, caso tal fase continue manual, deve-se utilizar um sistema que diminua a distância de deslocamento da tora durante o empurro para o interior do descascador.

Sanado o problema da alta frequência de manuseio, deve-se atentar para a necessidade de aumento do limite recomendado de pesos. Para isso, deve-se otimizar os coeficientes. Uma das formas que tem sempre alcançado bons resultados nessa otimização é atuar na melhoria das posturas adotadas durante o trabalho que deve ser feita com a introdução de cursos de treinamento, reciclagem e fiscalização da adoção de forma periódica.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, chegou-se às seguintes conclusões:

O maior peso manuseado pelos ajudantes de descascamento foi encontrado na alimentação

do descascador, correspondendo a uma média de 20,3 kgf de peso por tora empurrada;

A alta frequência de alimentação por minuto inviabilizou a realização da operação dessa forma, levando a um limite recomendado de pesos igual a zero;

Como a alternativa de diminuição da frequência de manuseio pode acarretar em diminuição do rendimento e o aumento dos comprimentos de toras é do ponto de vista ergonômico inviável, a melhor alternativa é a mecanização parcial ou total dessa atividade;

Eliminando o problema da alta frequência de manuseio, deve-se atentar para a diminuição da distância de deslocamento da carga ao corpo durante o empurro na alimentação do descascador.

A adoção de melhores posturas durante o trabalho tende a melhorar esses coeficientes, aumentando o limite recomendado de pesos. Para isso, deve-se adotar treinamentos e reciclagens periódicas com os trabalhadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, v. 1.

FIEDLER, N. C. **Análise de posturas e esforços despendidos em operações de colheita florestal no Litoral norte do Estado da Bahia**. Viçosa: UFV, 1998. 103 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.

MERINO, E. A. D. **Efeitos agudos e crônicos causados pelo manuseio e movimentação de cargas no trabalhador**. Florianópolis: UFSC, 1996. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.

WATERS, T. R.; ANDERSON, V. P.; GARG, A. et al. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. **Ergonomics**, 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.