

Determinação da carga física de trabalho na atividade de aplicação manual de herbicida

Determination of demanded physical effort in herbicide application activity

Eduardo da Silva Lopes^{1(*)}
Felipe Martins de Oliveira²
Carla Krulikowski Rodrigues³

Resumo

Esta pesquisa teve por objetivo determinar a carga física de trabalho e avaliar o esforço físico na atividade de aplicação manual de herbicida em plantios florestais, visando propor a melhoria das condições de conforto, segurança e saúde dos trabalhadores. A carga física de trabalho foi obtida por meio do levantamento da frequência cardíaca dos trabalhadores na execução das diversas fases do ciclo de trabalho e a atividade classificada conforme metodologia proposta por Apud (1989). Os resultados indicaram que a atividade de aplicação manual de herbicida foi classificada como moderadamente pesada, apresentando carga cardiovascular abaixo do limite máximo recomendado de 40% e não sendo necessário o estabelecimento de pausas adicionais de repouso.

Palavras-chave: carga física de trabalho; herbicida; ergonomia.

Abstract

The objective of this research was to determine and evaluate the demanded physical effort in the activity of herbicide manual application in forest plantations, proposing an ergonomic reorganization to improve the workers' comfort, security, safety and health. The demanded physical effort was gotten in a survey of the workers' cardiac frequency while executing the work stages, and classified according to methodology proposed by Apud (1989). The results indicated that the activity

1 Dr.; Engenheiro Florestal; Professor Adjunto do curso de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Irati; Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq; Endereço: PR 153, km 7, CP: 21, Riozinho, CEP: 84500-000, Irati, Paraná, Brasil; E-mail: eslopes@pq.cnpq.br (*) Autor para correspondência.

2 Engenheiro Florestal; Mestrando do curso de Ciências Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Irati; E-mail: felipemartins@florestal.eng.br

3 Bolsista de Iniciação Científica do curso de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Irati; E-mail: carlakr@gmail.com

of herbicide manual application was classified as moderately heavy, featuring cardiovascular load below the recommended limit of 40% and there is no need to establish additional break in the work.

Key words: demanded physical effort; herbicide; ergonomic.

Introdução

As atividades de implantação de plantios florestais são, na maioria das vezes, realizadas por meio de métodos manuais ou semimecanizados, com uso de diversas ferramentas e equipamentos portáteis, que exige elevada demanda de mão de obra. Além disso, os trabalhadores atuam em ambientes abertos, expostos às condições ambientais desfavoráveis e executando atividades que demandam elevado esforço físico.

A aplicação de herbicida com o pulverizador costal manual é uma atividade muito utilizada pela grande maioria das empresas florestais, devido ao baixo custo de aquisição do equipamento e a variabilidade de uso em diferentes condições operacionais. Entretanto, as condições em que se encontram os pulverizados, as formas de aplicação e as técnicas utilizadas contribuem para que essa atividade seja, em maior ou menor grau, desgastante ao trabalhador (FREITAS, 2006).

Segundo Fiedler e Venturoli (2002), a ergonomia quando aplicada ao trabalho, seja em atividades leves ou pesadas, visa assegurar um maior rendimento e melhor aproveitamento e qualidade das atividades, conciliadas, principalmente, com a segurança e a saúde do trabalhador.

A avaliação da carga física de trabalho (CFT) foi o primeiro parâmetro tratado pela fisiologia do trabalho e continua sendo uma questão central para a maioria dos trabalhadores do mundo. Do ponto de vista fisiológico, a CFT é a expressão da intensidade

de atividade laboral posta para o indivíduo, cujo conhecimento é de grande aplicação na área da saúde do trabalhador. É geralmente avaliada por meio de respostas metabólicas ou cardiovasculares dos indivíduos a uma atividade física, variáveis que podem ser expressa por meio de seus valores absolutos, como a frequência cardíaca, o consumo energético ou o percentual do máximo individual (RODAHL, 1989).

Para Edholm (1968) apud Fiedler et al. (2007), a frequência cardíaca é um importante indicador para avaliar a carga física de trabalho, devido aos inúmeros conhecimentos adquiridos em fisiologia humana e a grande facilidade de registros dos dados.

Segundo Villa Verde e Cruz (2004), a necessidade de exercer força durante o trabalho tem levado o aparecimento de tensões mecânicas localizadas no organismo do trabalhador e essa exigência incrementada de energia conduz à sobrecarga nos músculos, coração e pulmões.

Apud (1989) diz que o limite de carga máxima no trabalho pode ser calculado, indiretamente, com base na frequência cardíaca do trabalho (FCT) ou na carga cardiovascular (CCV), que corresponde à percentagem da frequência cardíaca do trabalho (FCT) em relação à frequência cardíaca máxima utilizável (FCM), não podendo ultrapassar a 40% da FCT, pois caso contrário, o trabalhador estará realizando a atividade com sobrecarga física.

A avaliação da CFT na atividade de aplicação de herbicida realizada por

métodos manuais ou semimecanizados, e a consequente reorganização do trabalho com base nos limites permitidos podem levar a condições mais confortáveis, seguras e saudáveis no ambiente de trabalho, melhorando a adaptação da atividade aos trabalhadores.

Sendo assim, diante da importância da atividade de implantação florestal e a escassez de pesquisas na área de ergonomia, esta pesquisa teve por objetivo avaliar a carga física de trabalho exigido na atividade de aplicação manual de herbicida em plantios de *Eucalyptus urograndis*, visando subsidiar a melhoria das condições de conforto, segurança e saúde dos trabalhadores.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em uma empresa florestal localizada no Estado do Paraná, contemplando a atividade de aplicação manual de herbicida pós-plantio. Os dados foram coletados em plantios de *Eucalyptus urograndis* nos meses de janeiro e fevereiro de 2010, ocasião em que o Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG) médio do ambiente de trabalho na região eram de $33,8 \pm 1,8$ °C.

População e amostragem

A população pesquisada foi composta por uma amostra de oito trabalhadores do sexo masculino, selecionados aleatoriamente, com idade média de 36 anos, peso médio de 70,0 kg, estatura média de 165,0 cm e experiência média de 48 meses na atividade.

Inicialmente, foi realizado um estudo piloto, buscando definir o número mínimo de

repetições, de modo a proporcionar um erro de amostragem máximo de 5%, conforme metodologia proposta por Conaw (1977), por meio da seguinte expressão:

$$n \geq \frac{t^2 \cdot s^2}{e^2} \quad (1)$$

em que: n = número de amostras ou pessoas necessárias; t = valor tabelado em nível de 95% de probabilidade (distribuição t de Student); s = desvio padrão da amostra e, e = erro admissível;

Considerando que os dados de frequência cardíaca foram coletados em intervalos de cinco segundos, obteve-se 2.750 valores de frequência cardíaca ou 3,82 horas de trabalho por trabalhador, perfazendo um total de 22.000 amostras, atendendo à amostragem mínima necessária.

Descrição da atividade

A atividade de aplicação de herbicida foi executada pelos trabalhadores com o uso de um pulverizador costal manual (Figura 1), aplicado nas entrelinhas de um plantio de *Eucalyptus urograndis*, de um mês de idade, com espaçamento 3x2 m, relevo suave a ondulado e em área anteriormente utilizada como pastagem. O pulverizador costal possuía as dimensões de 51 x 35 x 19 cm, peso de 4,7 kg vazio e com média de 12 litros de produto, totalizando aproximadamente 16,7 kg quando abastecido.

A atividade de aplicação manual de herbicida foi subdividida nas seguintes fases do ciclo de trabalho: aplicação do produto, deslocamento vazio, abastecimento, deslocamento cheio, manutenção e pausas (Tabela 1).



Figura 1. Atividade de aplicação manual de herbicida

Tabela 1. Descrição das fases da aplicação manual de herbicida

Atividade	Fases	Descrição
Aplicação manual de herbicida	Aplicação do produto	Compreendia a atividade propriamente dita de aplicação de herbicida.
	Deslocamento Vazio	Compreendia o deslocamento do trabalhador entre o local de aplicação no interior do talhão e o módulo de abastecimento situado na estrada florestal.
	Abastecimento	Compreendia a atividade de abastecimento, em que o trabalhador retirava o pulverizador costal, colocando-o no módulo, aguardando o abastecimento.
	Deslocamento Cheio	Compreendia o deslocamento do trabalhador entre o módulo de abastecimento situado na estrada florestal e o local de aplicação no interior do talhão.
	Manutenção	Compreendia a manutenção do pulverizador costal.
	Pausas	Compreendia as pausas realizadas durante a jornada de trabalho.

Coleta de dados

A carga física de trabalho foi determinada a partir do levantamento da frequência cardíaca dos trabalhadores na execução das diversas fases do ciclo de trabalho. Os dados foram coletados com uso de um monitor de frequência cardíaca Polar Eletro Oy, composto por um receptor digital de pulso, um transmissor com eletrodos e uma correia elástica. O equipamento foi instalado

nos trabalhadores no início e retirado ao final da jornada de trabalho, sendo os valores de frequência cardíaca captados e armazenados em intervalos de cinco segundos. Ao final da jornada de trabalho, os dados foram descarregados em computador por meio de uma interface e analisados em software específico desenvolvido pelo fabricante.

Paralelamente à coleta de dados foi realizado um estudo de tempos e movimentos, determinando o tempo consumido em cada

fase da atividade e correlacionando com os dados de frequência cardíaca. Após foi calculada a carga cardiovascular (CCV) dos trabalhadores, conforme metodologia proposta por Apud (1989) com uso da seguinte expressão (2):

$$CCV = \frac{FCT - FCR}{FCM - FCR} \times 100 \quad (2)$$

em que: CCV = carga cardiovascular (%); FCT = frequência cardíaca de trabalho; FCM = frequência cardíaca máxima (220 – idade); e FCR = frequência cardíaca de repouso.

Em seguida, a CCV foi comparada com o limite individual de capacidade cardiovascular de 40%. A frequência cardíaca

$$Tr = \frac{Ht \times (FCT - FCL)}{FCT - FCR} \quad (4)$$

em que: Tr = tempo de repouso (min); Ht = tempo de trabalho (min);

Com os dados obtidos, foi possível determinar a carga física de trabalho imposta em cada fase do ciclo de trabalho e estabelecer os limites aceitáveis para um desempenho contínuo. Além disso, possibilitou avaliar a necessidade de pausas adicionais e classificar o trabalho, conforme metodologia proposta por Apud (1997), apresentada na tabela 2. Os resultados foram submetidos a uma análise de variância para verificação da existência de

Tabela 2. Classificação da carga física de trabalho

Carga de trabalho físico	Frequência cardíaca (bpm)
Muito leve	< 75
Leve	75 a 100
Moderadamente pesada	100 a 125
Pesada	125 a 150
Pesadíssima	150 a 175
Extremamente pesada	> 175

limite, em bpm para a carga cardiovascular de 40% foi obtida pela seguinte expressão (3):

$$FCL = 0,40 \times (FCM - FCR) + FCR \quad (3)$$

em que: FCL = frequência cardíaca limite; FCM = frequência cardíaca máxima e FCR = frequência cardíaca de repouso.

Quando a carga cardiovascular ultrapassou 40% (acima da frequência cardíaca limite) foi indicada a necessidade de reorganização do trabalho, estabelecendo-se o tempo de recuperação (repouso), por meio da seguinte expressão (4):

diferença entre as frequências cardíacas do trabalho entre as fases do ciclo de trabalho.

Resultados e Discussão

A figura 2 ilustra os resultados relativos à frequência cardíaca média dos trabalhadores na execução das diferentes fases da atividade de aplicação manual de herbicida. Como pode ser visto, a fase do ciclo de trabalho que exigiu o maior esforço físico foi o deslocamento cheio, atingindo 113 bpm, seguido pela fase de aplicação do produto (107 bpm) e deslocamento vazio

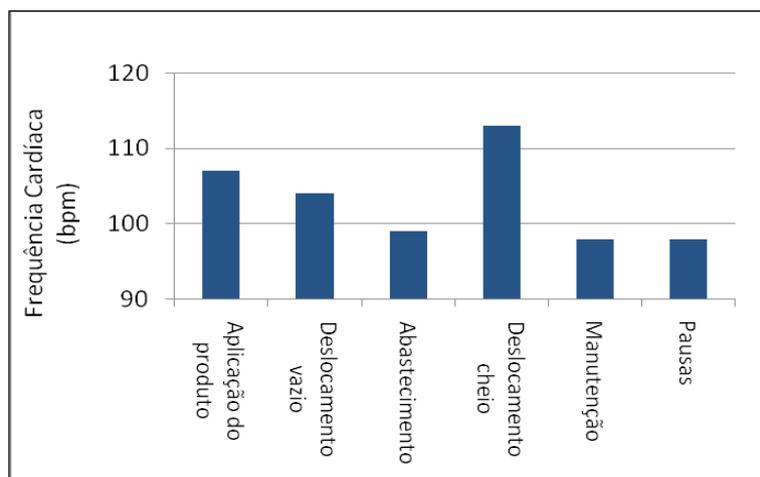


Figura 2. Frequência cardíaca média dos trabalhadores por fase da atividade

(104 bpm), estando os valores abaixo da frequência limite de 120 bpm. Essas fases do ciclo de trabalho foram classificadas como moderadamente pesado, devendo destacar o maior esforço físico exigido dos trabalhadores na fase de deslocamento cheio, ocasionado pela necessidade do trabalhador em deslocar-se com o pulverizador costal com o produto (16,7 kg) após a realização do abastecimento.

As demais fases do ciclo de trabalho (abastecimento e manutenção) apresentaram baixa exigência física, com valores de 99 e 98 bpm, respectivamente.

A figura 3 mostra o gráfico de frequência cardíaca típica de um trabalhador na atividade de aplicação manual de herbicida em parte da jornada de trabalho. Como pode ser observado, a fase de deslocamento cheio apresentou os maiores picos de batimento cardíaco, confirmando ser a fase de maior exigência física em relação às demais.

Conforme relatado por Grandjean (1982), quando as avaliações fisiológicas indicam uma carga de trabalho superior à capacidade do trabalhador em determinada condição, torna-se necessário fazer uso de

princípios ergonômicos para a obtenção de uma adequada carga de trabalho. Segundo Lopes et al. (2006), existem duas formas para a otimização da carga de trabalho e reorganização ergonômica que é a modificação do planejamento do sistema ou método de trabalho ou a introdução de ferramentas ou máquinas auxiliares que possam contribuir para o maior conforto e menor desgaste físico do trabalhador.

De um modo geral, a atividade de aplicação manual de herbicida foi classificada como moderadamente pesada, com valor médio de frequência cardíaca de 103,2 bpm. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Freitas (2006) na atividade de aplicação manual de herbicida em plantios florestais no Estado de Minas Gerais, onde a atividade foi classificada como moderadamente pesada para 63% dos trabalhadores avaliados.

As frequências cardíacas de repouso (FCR), do trabalho (FCT), máxima (FCM), limite (FCL), a carga cardiovascular (CCV) e a classificação do trabalho durante a jornada de trabalho são apresentadas na tabela 3.

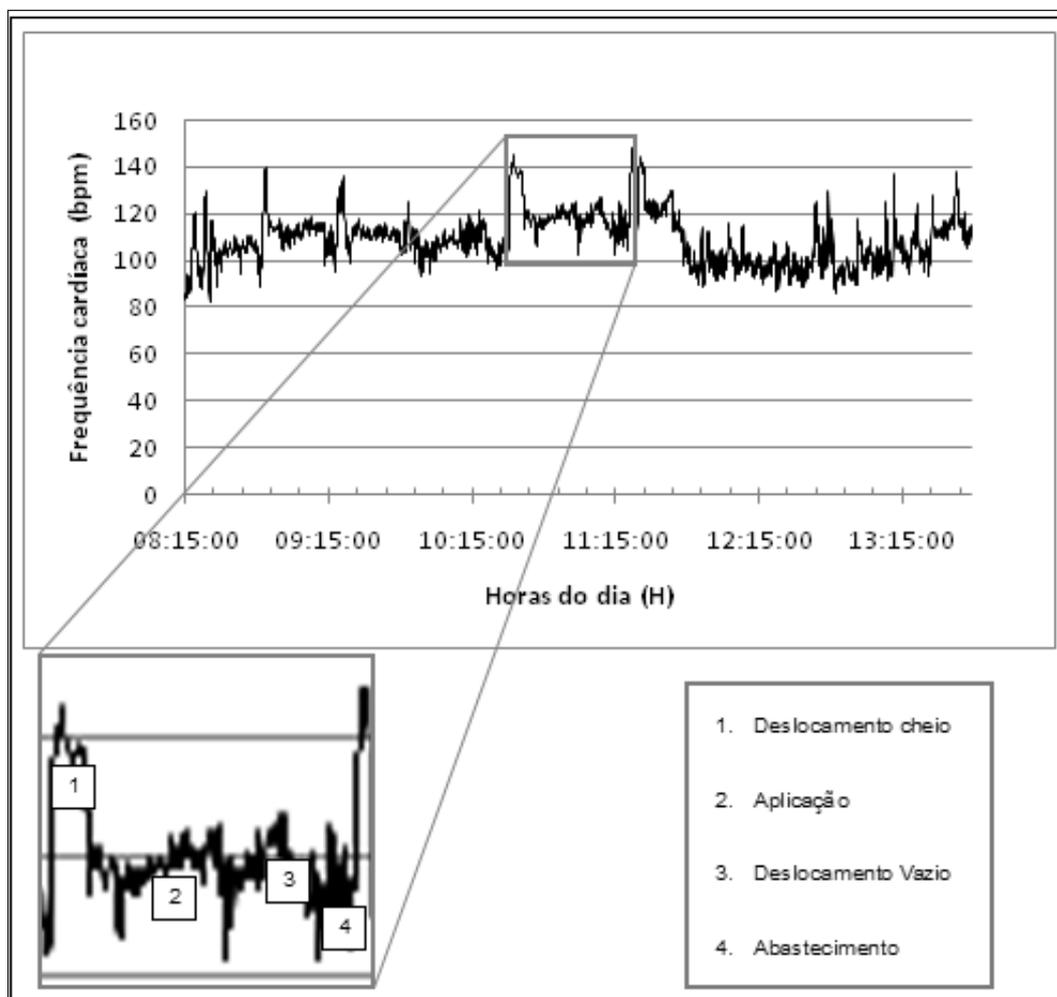


Figura 3. Gráfico da frequência cardíaca observada do trabalhador na atividade

Tabela 3. Carga física de trabalho nas fases da atividade de aplicação manual de herbicida

Atividade	Fases	FCR ¹ (bpm)	FCT ² (bpm)	FCM ³ (bpm)	CCV ⁴ (%)	FCL ⁵ (bpm)	Classificação do trabalho
Aplicação manual de herbicida	Aplicação do produto		107		28		Mod. Pesado
	Deslocamento vazio		104		25		Mod. Pesado
	Abastecimento	77	99	184	20	120	Leve
	Deslocamento cheio		113		33		Mod. Pesado
	Manutenção		98		19		Leve
	Pausas		98		20		Leve
	MÉDIA/TOTAL		77	103,2	184	24,2	120

Nota: ¹Frequência cardíaca de repouso; ²Frequência cardíaca de trabalho; ³Frequência cardíaca máxima (220 – idade); ⁴Carga cardiovascular; ⁵Frequência cardíaca limite; ⁶Tempo de repouso.

Como pode ser visto, nenhuma fase do trabalho exigiu esforço físico do trabalhador de modo que a carga cardiovascular ultrapassasse o limite de 40% da frequência cardíaca

trabalho (Tabela 4). Tal fato ocorreu embora os dados tenham sido obtidos a partir de uma amostra de trabalhadores com diferentes alturas, pesos, idade e experiência na função,

Tabela 4. Resultados da análise de variância referentes ao esforço físico do trabalhador

FV	GL	SQ	QM	FCAL
Fase do Ciclo	5	1122,20	224,44	0,57 ^{ns}
Resíduo	36	13979,62	388,32	
Total	41	15101,83		

Nota: ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

do trabalho, estando dentro do limite recomendado para uma jornada diária de 8 horas e não sendo necessário o estabelecimento de pausas adicionais de repouso. Em função desses resultados, não há necessidade de recomendar a adoção de medidas ergonômicas, estando a atividade em conformidade com os limites aceitáveis de exposição do trabalhador aos esforços físicos.

Entretanto, é muito importante o incentivo para que as pausas no trabalho, que corresponderam a 13% do total do trabalho, sejam realizadas pelos trabalhadores de forma distribuída ao longo da jornada de trabalho, possibilitando o descanso e o relaxamento muscular de forma mais eficiente. Tal fato é importante, pois foi observado que os trabalhadores passavam a maior parte do tempo (72%) na posição em pé, que é altamente fatigante, além de estarem expostos a outros possíveis problemas ergonômicos, como condições climáticas inadequadas.

Os dados submetidos à análise de variância mostraram não haver diferença significativa na frequência cardíaca dos trabalhadores entre as fases do ciclo de

podendo ter influenciado a análise estatística e caracterizado a realizada da atividade.

Conclusões

Os resultados desta pesquisa permitiram as seguintes conclusões:

A atividade de aplicação manual de herbicida não causou sobrecarga física nos trabalhadores, apresentando carga cardiovascular abaixo do limite máximo recomendado e sendo classificada como moderadamente pesada.

Devem-se incentivar os trabalhadores para que realizem pausas distribuídas ao longo da jornada de trabalho para o descanso e relaxamento muscular, pois a atividade é executada na maioria da jornada de trabalho com os trabalhadores na posição em pé.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e a empresa pela concessão da área para a realização da pesquisa.

Referências

APUD, E. **Guide-lines on ergonomics study in forestry**. Genebra: ILO, 1989. 241 p.

_____. Temas de ergonomia aplicados al aumento de la productividad de la mano de obra en cosecha forestal. In: SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL. 3., Vitória, 1997. **Anais...** Vitória: SIF, 1997. p. 46-60.

CONAW, P. L. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 264 p.

FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F. Avaliação da carga física de trabalho exigida em atividades de fabricação de móveis no Distrito Federal. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 117-122, 2002.

_____.; FERREIRA, A. H. S.; VENTUROLI, F.; MINETTE, L. J. Avaliação da carga de trabalho físico exigido em operações de produção de mudas ornamentais no Distrito Federal – Estudo de Caso. **Árvore**, Viçosa, v. 31, n.4, p. 703-708, 2007.

FREITAS, C. S. **Análise ergonômica da atividade de pulverizador costal manual na cultura do café no município de Caratinga – MG**. 2006. 70 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Sustentabilidade) - Centro Universitário de Caratinga, Minas Gerais, 2006.

GRANDJEAN, E. **Fitting the task to the man – An Ergonomic Approach**. London, Taylor & Francis, 1982. 379 p.

LOPES, E. S.; DOMINGOS, D. M.; ARAUJO, A. J.; FIEDLER, N. C. Avaliação do esforço físico despendido por trabalhadores nas atividade de colheita de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. – Hill). **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, p. 13-22. 2006.

RODAHL, K. **The physiology of work**. London: Taylor & Francis. 1989.

VILLA VERDE, R.; CRUZ, R. M. Avaliação da frequência cardíaca como indicador biológico na prevenção dos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho. **Revista Brasileira Medicina do Trabalho**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 11-21, 2004.