

AValiação BIOMECÂNICA DE TRABALHADORES NAS ATIVIDADES DE PODA MANUAL E SEMIMECANIZADA DE *Pinus taeda*

Eduardo Silva Lopes¹, Felipe Martins Oliveira², Jorge Roberto Malinovski³, Rafael Henrique da Silva⁴

¹Eng. Florestal, Dr., Depto. de Engenharia Florestal, UNICENTRO, Irati, Paraná, Brasil - eslopes@pq.cnpq.br

²Eng. Florestal, M. Sc., UNICENTRO, Irati, PR, Brasil - felipemartins@florestal.eng.br

³Eng. Florestal, Dr., Depto. de Ciências Florestais, UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil - malinovski@ufpr.br,

⁴Acadêmico de Engenharia Florestal, UNICENTRO, Irati, Paraná, Brasil - rafaique11@hotmail.com

Recebido para publicação: 10/05/2012 – Aceito para publicação: 04/03/2013

Resumo

Este trabalho teve por objetivo realizar uma avaliação biomecânica de trabalhadores nas atividades de poda em plantios de *Pinus taeda* L., visando à melhoria das condições de conforto, segurança e saúde. Os dados foram coletados em uma empresa prestadora de serviços localizada na região do Norte Pioneiro, estado do Paraná, Brasil, sendo estudadas as atividades de primeira, segunda e terceira podas pelos métodos manual e semimecanizado. Para a avaliação biomecânica, foram realizadas filmagens dos trabalhadores na execução do trabalho, sendo os dados analisados nos programas WinWoas (Sistema de Análises de Posturas no Trabalho) e 3DSSPP (Programa de Predição de Postura e de Força Estática 3D). Os resultados mostraram que as posturas adotadas pelos trabalhadores foram consideradas normais, sem a necessidade de adoção de medidas ergonômicas corretivas. A postura dos trabalhadores em alguns momentos, com os braços estendidos acima do nível dos ombros, na execução da poda manual, mostrou a necessidade de ajuste no cabo da ferramenta, evitando problemas futuros à saúde. Não houve compressão no disco L5-S1 da coluna vertebral, porém verificou-se um maior esforço causado pelo método manual com o aumento da altura das podas. O quadril foi a articulação mais afetada, porém sem causar danos à saúde dos trabalhadores.

Palavras-chave: Biomecânica; poda; saúde; ergonomia.

Abstract

Biomechanic evaluation of workers at the manual and semimechanized pruning activities in Pinus taeda. This research aimed to execute biomechanical evaluation of workers at pruning activities in *Pinus taeda* L. plantations, in order to improve comfort, safety and health conditions. The data were collected at a forest service company, located in the Pioneer Northern, Paraná State, Brazil; it was focused first, second and third pruning activities by manual and semimechanized methods. In order to improve biomechanical evaluation, workers were filmed during their activities and the data submitted to the OWAS (Working Postures Analysing System) and 3DSSPP (Prediction of Static Force Posture 3D) programs. Results revealed that postures adopted by workers were considered normal, with no necessary corrective ergonomic actions. In some moments posture adopted by workers, arms extended above their shoulder level in the manual pruning, pointed to a necessary adjust of cable pruning saw, in order to avoid future health problems. There wasn't compression on L5-S1 column disc, however, it was identified that higher stress is caused by manual method as increase the pruning height. The hip was the articulation most affected, but not causing damage to workers' health.

Keywords: Biomechanics; pruning; health; ergonomic.

INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro apresenta uma grande importância para a sociedade em termos econômicos, sociais e ambientais, possuindo, atualmente, uma área ocupada por plantios da ordem de 6,5 milhões de hectares com espécies do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*, com crescimento anual de 3,5%. A região Sul se destaca pelos plantios de *Pinus*, concentrando 83% da área plantada, devido às condições edafoclimáticas e à localização dos principais centros processadores, segundo o Anuário Estatístico da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2012). Portanto, esse crescimento

implica a necessidade do aperfeiçoamento das técnicas e operações florestais, para a melhoria dos processos produtivos, segurança e saúde dos trabalhadores e sustentabilidade da produção florestal.

Dentre das atividades do processo produtivo, destaca-se a poda, ou desrama, das árvores nos povoamentos florestais, que apresenta interferência direta na produtividade e nos parâmetros de qualidade da madeira. Essa atividade tem por objetivo a retirada dos galhos das árvores, reduzindo a quantidade e o tamanho de nós e possibilitando a produção de uma madeira de melhor qualidade (SEITZ, 1995; PAIVA, 2008). Permite ainda correções na forma do tronco, evitando bifurcações e diminuindo a conicidade, bem como maior proteção contra incêndios florestais e facilidade para a realização do desbaste (QUIRINO, 1991; MONTGNA *et al.*, 1993).

Entretanto, é importante ressaltar que essa atividade é executada por meio de métodos manuais ou semimecanizados, envolvendo ferramentas e equipamentos diversos e grande contingente de trabalhadores, que atuam, na maioria das vezes, em condições ergonômicas inapropriadas, assumindo posturas inadequadas, manuseando cargas acima dos limites recomendados e atuando expostos a condições ambientais desfavoráveis. Segundo Lida (2005), tais situações poderão comprometer a produtividade e a qualidade do trabalho, causar o desconforto, aumentar os riscos de acidentes e provocar danos à saúde dos trabalhadores.

Nesse contexto, surge a análise ergonômica do trabalho, que busca a melhoria das condições de conforto, segurança e saúde dos trabalhadores, com destaque para os estudos biomecânicos, por meio da análise da carga manuseada e das posturas adotadas pelos trabalhadores.

Segundo Lida (2005), a biomecânica estuda as interações entre o trabalho e o ser humano, sob o ponto de vista dos movimentos músculo-esqueléticos envolvidos e suas consequências. Analisa basicamente a questão das posturas corporais adotadas no trabalho e a aplicação de forças envolvidas, objetivando minimizar e/ou mesmo eliminar os problemas causados seja pela má postura, seja pela aplicação excessiva de forças, evitando o desperdício energético para obtenção de maior eficiência, bem como determinando a força máxima suportável.

Fiedler (1998) diz que, na área florestal, a ocorrência de problemas de lombalgias é muito elevada, sendo causados e agravados, principalmente, por posturas incorretas no levantamento e na movimentação de cargas e durante a própria execução contínua de determinados trabalhos. O autor afirma ainda que os problemas ocorrem pela inexistência de equipamentos e mobiliários que auxiliem na manutenção de uma boa postura e por projetos de postos de trabalho ergonomicamente mal concebidos.

Além disso, muitas das atividades florestais são realizadas com os trabalhadores na posição em pé, com ou sem movimentos, agachada ou com a coluna torcida, sendo situações altamente fatigantes e exigindo o trabalho estático da musculatura envolvida para manter tal posição. Já Souza *et al.* (2011) dizem que a manutenção excessiva ou repetida de uma postura ou de cargas é um fator de risco que ameaça a integridade do sistema osteoarticular vertebral, podendo ocasionar o desgaste de todas as articulações e comprometer as condições de saúde dos trabalhadores, enquanto Kisner e Colby (2009) diz que, se um trabalhador permanece numa postura forçada durante um longo período de tempo, existe o risco iminente de uma sobrecarga física, que gera quadros algícos e desequilíbrios de força.

Entretanto, Silva (2001) afirma que a maior dificuldade em analisar e corrigir as posturas inadequadas dos trabalhadores no trabalho está na identificação e no registro dessas posturas. Normalmente, as avaliações são realizadas de forma subjetiva e com base nas reclamações dos próprios trabalhadores, de modo que, muitas vezes, as medidas são tomadas quando os mesmos já apresentam lesões com comprometimento de sua saúde.

Portanto, considerando a importância das atividades de implantação florestal, que envolve grande contingente de trabalhadores, e devido à escassez de estudos ergonômicos nessa área, torna-se imprescindível observar e analisar as posturas assumidas pelos trabalhadores na execução do trabalho. Tal medida possibilitará subsidiar a implementação de novas técnicas adaptadas à realidade ocupacional dos trabalhadores, promovendo melhorias nas condições de conforto, segurança e saúde.

Diante do exposto, objetivou-se, neste trabalho, realizar uma avaliação biomecânica das atividades de poda de *Pinus taeda* L., executadas pelos métodos manual e semimecanizado, visando subsidiar a melhoria das condições de conforto, segurança e saúde dos trabalhadores.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este trabalho foi realizado em uma empresa prestadora de serviços florestais localizada na região norte do estado do Paraná, entre as coordenadas geográficas 24°01'58" S e 50°27'28" WG e altitude de

776 metros. O clima predominante na região é, segundo a classificação de Köppen, subtropical úmido mesotérmico (Cfa), com temperatura média anual de 21 °C e precipitação média anual entre 1.200 e 1.400 mm.

O Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG), que tem por finalidade a medição do calor radiante existente no ambiente de trabalho, era, nas áreas de estudo, de 25,5, 20,8 e 20,5 °C durante a execução da primeira, segunda e terceira poda, respectivamente.

Os dados foram coletados em povoamentos de *Pinus taeda* L., localizados em terrenos com relevo suave a ondulado, com espaçamento 3 x 2 m e idades de 5, 8 e 10 anos, por ocasião da realização da primeira, segunda e terceira poda, respectivamente, e em cujos plantios não foram realizados desbastes.

População pesquisada

A população pesquisada foi composta por uma amostra de quatro trabalhadores florestais experientes e devidamente treinados para a execução das podas em ambos os métodos de trabalho. Os trabalhadores possuíam idade média de 36 anos, peso médio de 76,2 kgf e estatura média de 1,66 m.

Os trabalhadores participantes receberam esclarecimentos sobre a metodologia e os objetivos da pesquisa, por meio da leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme preceitua a Resolução nº 196/96 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), Ministério da Saúde.

Atividades avaliadas no estudo

Foram estudadas as atividades de primeira poda executada até 2,5 m de altura, segunda poda até 4,0 m e terceira poda até 5,0 m, todas pelos métodos manual e semimecanizado (Figura 1).

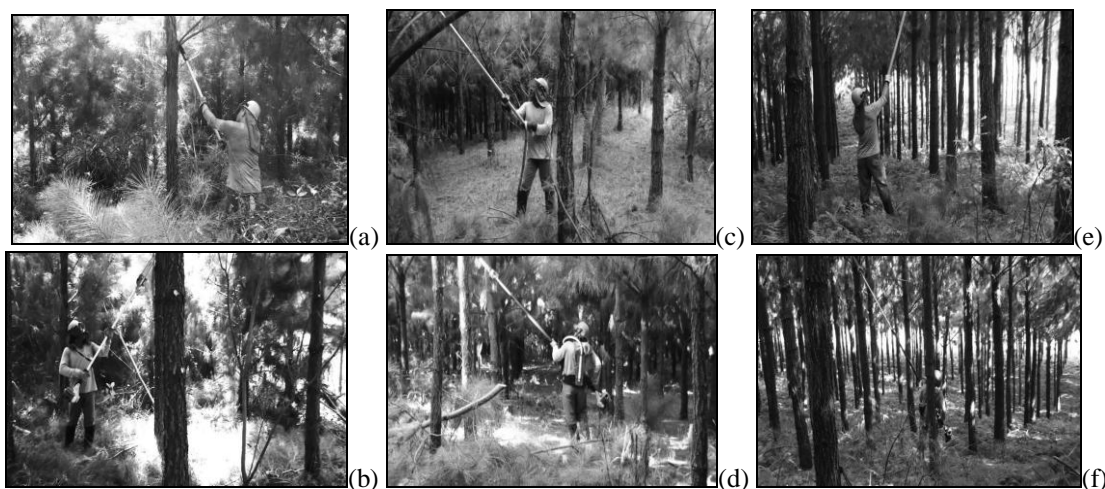


Figura 1. Primeira poda manual (a) e semimecanizada (b), segunda poda manual (c) e semimecanizada (d) e terceira poda manual (e) e semimecanizada (f).

Figure 1. First manual (a) and semimechanized (b) pruning, second manual (c) and semimechanized (d) pruning and third manual (e) and semimechanized (f) pruning.

A poda manual foi realizada com uso de um serrote com lâmina curva, recomendada para a remoção de galhos de 2 a 15 cm de diâmetro (SEITZ, 1995), enquanto na poda semimecanizada usou-se duas motopodas, sendo o modelo KA 85R na primeira poda e o modelo HT 75 na segunda e terceira podas.

As características do serrote e das motopodas utilizadas nas diferentes podas estudadas são caracterizadas na tabela 1.

Coleta de dados

A avaliação biomecânica foi realizada por meio de análises das posturas e das forças aplicadas nas diversas articulações dos trabalhadores. Inicialmente foram realizadas filmagens dos trabalhadores

para a definição das posturas típicas adotadas durante a execução do trabalho. Considerando a baixa variabilidade de posturas assumidas pelos trabalhadores e por se tratar de atividades cíclicas com repetição de posturas ao longo da jornada de trabalho, optou-se, neste trabalho, por selecionar a postura típica mais representativa dentro da fase de poda propriamente dita para a realização da análise biomecânica.

Tabela 1. Características do serrote de poda e motopodas utilizados no estudo.

Table 1. Characteristics of pruning saw and motopodas used in the research.

Poda	Altura (m)	Serrote de poda			Motopoda	
		Comprimento (*) (m)	Peso (kgf)	Modelo	Comprimento (**) (m)	Peso (***) (kgf)
1ª	2,5	1,8	1,5	KA 85R	2,0	5,9
2ª	4,0	3,0	2,2	HT 75	3,0	8,6
3ª	5,0	4,4	2,9	HT 75	3,8	8,6

*: com lâmina e cabo; **: com a haste telescópica no comprimento adequado para a determinada poda; ***: com o conjunto de corte acoplado e os tanques de combustível e óleo de corrente.

Foi utilizado o programa computacional OWAS, versão gratuita, sob domínio WinOWAS, Copyright © 1996 Tampere University of Technology, Occupational Safety Engineering (WIN-OWAS, 1990). De posse das imagens dos trabalhadores nas posturas típicas, foi selecionado o valor da posição dos membros superiores e inferiores, das costas e do peso manuseado pelos trabalhadores (Tabela 2).

Tabela 2. Códigos utilizados pelo método OWAS conforme a postura adotada.

Table 2. Codes used by OWAS method according to adopted posture.

Costas	Braços	Pernas	Peso
(1) retas.	(1) os dois abaixo do nível dos ombros.	(1) sentado, com as pernas abaixo do nível das nádegas.	(1) $P < 10$ kgf
(2) curvadas.	(2) somente um dos braços erguido acima do nível dos ombros.	(2) em pé, com ambas as pernas esticadas.	(2) $10 \geq P < 20$ kgf
(3) torcidas ou com curso lateral em curva.	(3) ambos os braços erguidos acima do nível dos ombros.	(3) em pé, com o peso em uma perna e a outra perna esticada.	(3) $P \geq 20$ kgf
(4) curvadas e torcidas ou curvadas para frente e curso lateral.		(4) em pé, ou agachado, com ambos os joelhos flexionados.	
		(5) em pé, ou agachado com um dos joelhos dobrados.	
		(6) ajoelhado com um ou ambos os joelhos.	
		(7) andando ou se movimentando.	

Fonte: Adaptado do manual do WinOWAS (1990).

Em seguida, foi gerada automaticamente uma sequência de números, representando a análise do método OWAS. Ao final das análises, foi possível verificar os pontos críticos e classificar as posturas nas seguintes categorias de ações:

- Categoria 1: Postura normal, não sendo exigida nenhuma medida corretiva;
- Categoria 2: Postura que deve ser verificada na próxima revisão dos métodos de trabalho;
- Categoria 3: Postura prejudicial à saúde, devendo ser tomadas medidas para mudar a postura o mais breve possível; e
- Categoria 4: Postura extremamente prejudicial à saúde, devendo ser tomadas medidas corretivas imediatamente.

Foram ainda analisadas as posturas assumidas e as forças aplicadas nas articulações (pulsos, cotovelos, ombros, tronco, quadris, joelhos e tornozelos) e no disco L5-S1 da coluna vertebral dos trabalhadores na execução do trabalho. Para tal, foi utilizado o software 3DSSPP (*3D Static Strength Prediction Program*), versão 6.0.5, desenvolvido pela University of Michigan, EUA. O programa realiza, por meio de modelagem 3D, uma série de classificações quanto aos limites máximos admissíveis nas

articulações e a carga exercida no disco entre as vértebras Lombar 5 e Sacral 1 (L5-S1) da coluna vertebral (UNIVERSITY OF MICHIGAN, 2011).

A análise do software forneceu a carga limite recomendada, que corresponde ao peso que pelo menos 99% dos homens conseguem manusear. A carga limite recomendada induz a uma força de compressão de 3.426,3 N sobre o disco L5-S1 da coluna vertebral que pode ser tolerada pela maioria dos trabalhadores em boas condições de saúde.







RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de postura

A tabela 3 apresenta as posturas típicas adotadas pelos trabalhadores na execução das atividades de primeira, segunda e terceira poda pelos métodos manual e semimecanizado analisadas pelo modelo OWAS.

Tabela 3. Análise das posturas típicas adotadas pelos trabalhadores na execução das podas manual e semimecanizada pelo método OWAS.

Table 3. Analysis of typical postures adopted by workers at the manual and semimechanized pruning by OWAS method.

Poda Manual				Poda Manual				Poda Manual			
Primeira poda (51% do tempo na postura)				Segunda poda (59% do tempo na postura)				Terceira poda (58% do tempo na postura)			
											
Costas 1	Braços 2	Pernas 2	Carga 1	Costas 1	Braços 1	Pernas 2	Carga 1	Costas 1	Braços 2	Pernas 2	Carga 1
Categoria 1				Categoria 1				Categoria 1			
Não são necessárias medidas corretivas.				Não são necessárias medidas corretivas.				Não são necessárias medidas corretivas.			
Poda Semimecanizada				Poda Semimecanizada				Poda Semimecanizada			
Primeira poda (71% do tempo na postura)				Segunda poda (59% do tempo na postura)				Terceira poda (67% do tempo na postura)			
											
Costas 1	Braços 1	Pernas 2	Carga 1	Costas 1	Braços 1	Pernas 2	Carga 1	Costas 1	Braços 1	Pernas 2	Carga 1
Categoria 1				Categoria 1				Categoria 1			
Não são necessárias medidas corretivas.				Não são necessárias medidas corretivas.				Não são necessárias medidas corretivas.			

Em relação ao método manual, observa-se que os trabalhadores permaneceram 51, 59 e 58% do tempo total da jornada de trabalho nas posturas típicas selecionadas durante a execução da primeira, segunda e terceira poda propriamente dita, respectivamente, sendo todas as posturas enquadradas pelo modelo na categoria de ação 1, ou seja, posturas consideradas normais e não havendo a necessidade de adoção de medidas corretivas.

É importante ressaltar que, em relação à primeira poda, os trabalhadores permaneceram 89% das observações com as costas eretas e 53% com um dos braços acima do nível dos ombros, situação ocasionada pela necessidade de execução da poda de galhos mais altos. Dul e Weerdmeester (1995) afirmam que os braços acima do nível dos ombros durante a execução de um trabalho é prejudicial e poderá causar danos à saúde dos trabalhadores. Esses autores afirmam ainda que, na impossibilidade de executar uma atividade mantendo ambos os braços abaixo do nível dos ombros ao longo da jornada de trabalho, tal situação deverá ter duração limitada. Entretanto, outros autores afirmam que esse tipo de postura incorreta, mesmo que esporádica e de curta duração, seja evitada por meio de adoção de medidas ergonômicas.

Por isso, mesmo a postura adotada pelos trabalhadores, de modo geral, tendo sido enquadrada como normal, recomenda-se aos fabricantes a realização de ajustes no cabo da ferramenta, de acordo com as medidas antropométricas dos trabalhadores. Tal medida é importante, evitando que os trabalhadores executem o trabalho com os braços acima do nível dos ombros e o surgimento de problemas de saúde no futuro, possibilitando melhorias das condições de conforto e segurança. Além disso, a adoção de rodízios de funções entre os trabalhadores que atuam nas atividades florestais e a realização de pausas de recuperação regulares e distribuídas ao longo da jornada de trabalho são outras medidas importantes que podem ser adotadas pela empresa florestal.

Em relação à segunda e terceira podas, verificou-se que em 100% da jornada de trabalho as costas dos trabalhadores encontravam-se eretas, com ambas as pernas esticadas e manuseando peso abaixo de 100 N, enquanto em 84% do tempo ambos os braços estavam abaixo do nível dos ombros, situação que comprovou o menor esforço exigido em relação aos braços na execução dessas podas.

De modo geral, os resultados evidenciaram ainda que os braços e as pernas dos trabalhadores foram as partes do corpo mais exigidas na execução da poda pelo método manual, devido à necessidade de manutenção de um dos braços sempre esticado e manutenção da postura em pé em grande parte da jornada de trabalho.

Em relação à poda semimecanizada, é possível verificar que os trabalhadores permaneceram 71, 59 e 67% do tempo total nas posturas típicas selecionadas durante a execução da primeira, segunda e terceira podas, posturas que também foram enquadradas na categoria de ação 1, ou seja, consideradas normais e não havendo a necessidade de adoção de medidas corretivas.

Com relação à primeira poda, verificou-se que em 92% da jornada de trabalho as costas dos trabalhadores estavam eretas, sendo que em todo o período ambas as pernas permaneceram apoiadas e esticadas, com peso manuseado abaixo de 100 N. Na segunda poda, em 100% da jornada de trabalho as costas estavam eretas, em 88% ambos os braços estavam abaixo do nível dos ombros e em 100% ambas as pernas estavam eretas, com o trabalhador manuseando peso inferior a 100 N. Já em relação à terceira poda, verificou-se novamente que, em 100% da jornada de trabalho, as costas estavam eretas, porém em 67% do tempo os braços estavam acima do nível dos ombros, postura que, apesar de não ter sido acusada pelo modelo como prejudicial, deverá ser corrigida para evitar problemas à saúde dos trabalhadores no futuro.

É importante ainda ressaltar que, em todas as podas realizadas em ambos os métodos de trabalho, as pernas foram enquadradas na categoria de ação 2, devido ao fato de o trabalho ser executado com os trabalhadores sempre na posição em pé, necessitando da adoção de medidas a longo prazo. Apesar do maior desgaste físico ocasionado pela postura em pé, que exige o trabalho estático da musculatura envolvida para a manutenção da postura, tal problema na prática pode ser amenizado pelas diversas outras posturas e deslocamentos realizados pelos trabalhadores ao longo da jornada de trabalho, causando o relaxamento da musculatura envolvida.

De modo geral, observa-se uma melhor postura adotada pelos trabalhadores na execução das podas pelo método semimecanizado, principalmente na execução das podas mais altas. Nesse método de trabalho, nota-se que os braços dos trabalhadores permaneceram sempre abaixo do nível dos ombros,





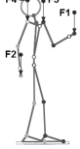

reduzindo o esforço na musculatura envolvida, bem como as costas permaneceram sempre eretas, apesar do maior peso do equipamento em relação à ferramenta utilizada no método manual, com consequente redução de possíveis danos à saúde dos trabalhadores.

Análise biomecânica

A tabela 4 apresenta os resultados das análises das forças aplicadas nas articulações e no disco L5-S1 da coluna vertebral dos trabalhadores na execução das podas em ambos os métodos de trabalho. Como pode ser visto, em nenhum dos tipos e métodos de poda estudados, as posturas típicas adotadas impuseram risco de compressão no disco L5-S1 da coluna vertebral dos trabalhadores, estando todas as forças de compressão abaixo do limite máximo recomendado de 3.426,3 N.

Tabela 4. Força de compressão no disco L5-S1 da coluna vertebral no limite máximo recomendado de 3.426,3 N.

Table 4. Compressive strength on the L5-S1 column disc in the maximum recommended limit of 3426.3 N.

Método	Atividade	Postura típica	Tempo na postura (%)	Força de compressão no disco L5-S1 (N) ± desvio padrão	Risco de lesão no disco L5-S1
Manual	Primeira poda		51	610 ± 23	SRL
	Segunda poda		58	1.064 ± 59	SRL
	Terceira poda		59	1.218 ± 72	SRL
Semimecanizado	Primeira poda		71	1.100 ± 58	SRL
	Segunda poda		59	672 ± 22	SRL
	Terceira poda		67	907 ± 41	SRL

CRL: postura com risco de lesão; SRL: postura sem risco de lesão.

Em relação ao método manual, houve uma maior força de compressão no disco L5-S1 da coluna lombar com o aumento da altura de execução das podas. Tal resultado deve-se ao fato de a atividade exigir dos trabalhadores a manutenção de ambos os braços mais esticados e com a ferramenta mais distante do corpo, contribuindo para o aumento da tensão mecânica dos músculos e o consumo de energia (DUL; WEERDMEESTER, 1995). Portanto, fica evidente a importância dos trabalhadores adotarem uma postura com os braços apoiados próximos ao corpo, evitando prejudicar a sua saúde, situação mais favorecida pelo método semimecanizado.

Ao analisar os resultados das posturas típicas adotadas pelos trabalhadores no método semimecanizado, verifica-se uma inversão de valores, em que houve uma maior força de compressão no disco L5-S1 da coluna lombar durante a execução da primeira poda, porém bem abaixo do limite máximo recomendado. O maior esforço observado pode estar relacionado com o maior peso e comprimento da máquina em relação à ferramenta manual, que causou maior dificuldade de manuseio para a execução da primeira poda, cujos galhos estão situados em uma altura mais baixa na árvore. Na execução das podas mais altas, houve um menor esforço devido, principalmente, ao cinturão que auxilia no apoio do equipamento junto ao corpo dos trabalhadores, contribuindo para a manutenção da postura na posição vertical de equilíbrio e favorecendo a melhoria das condições de conforto e saúde dos trabalhadores.

Na tabela 5 são apresentados os percentuais de capazes e as articulações com risco de lesão afetadas pelas posturas típicas adotadas pelos trabalhadores na execução da poda manual e semimecanizada.

Tabela 5. Percentual de capazes nas articulações do corpo dos trabalhadores.

Table 5. Percentage of the able in joints of workers body.

Atividade	Percentual de capazes nas articulações (%)							Articulação com problema de carga (inferior a 99%)
	Pulso	Cotovelo	Ombro	Tronco	Quadril	Joelho	Tornozelo	
Primeira poda manual	99	100	99	99	97	98	99	Quadril e joelhos
Primeira poda semimecanizada	99	100	99	99	95	99	99	Quadril
Segunda poda manual	99	100	99	99	96	99	99	Quadril
Segunda poda semimecanizada	100	100	99	99	96	97	99	Quadril e joelhos
Terceira poda manual	99	100	99	99	93	99	99	Quadril
Terceira poda semimecanizada	99	100	100	99	96	99	98	Quadril e tornozelos

PM: poda manual; PSM: poda semimecanizada.

Como pode ser visto, a postura adotada pelos trabalhadores na execução da primeira poda pelo método manual apresentou percentual de capazes abaixo de 99% apenas nas articulações do quadril e joelho. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de os trabalhadores necessitarem flexionar levemente as pernas para a realização da poda de galhos mais baixos. Entretanto, os resultados mostraram o maior comprometimento da articulação do quadril na execução do método semimecanizado, com percentual de capazes médio de 95%, seguido pela articulação dos joelhos, com 98%, o que pode ser explicado pelo maior peso do equipamento em relação à ferramenta.

Na segunda poda, o quadril foi novamente a articulação mais afetada em ambos os métodos de trabalho estudados, com percentual de capazes médio de 96%, enquanto no método semimecanizado houve ainda o comprometimento dos joelhos, com percentual de capazes de 97%.

Já em relação à terceira poda, verifica-se que novamente que a articulação do quadril foi a mais afetada, principalmente no método manual, com percentual de capazes de 93%, enquanto no método semimecanizado o percentual de capazes foi de 96%. O maior comprometimento da articulação do quadril no método manual está relacionado com o maior esforço exigido, devido ao afastamento da ferramenta em relação ao corpo dos trabalhadores.

Pelos resultados obtidos, percebe-se o maior comprometimento das articulações do corpo dos trabalhadores na execução das podas mais altas por meio do método manual, enquanto nas podas mais baixas houve maior comprometimento das articulações quando da execução da poda semimecanizada.

Sendo assim, pelos resultados obtidos do ponto de vista ergonômico, percebe-se que o uso da ferramenta é recomendado para a execução das podas mais baixas, enquanto recomenda-se o uso da mecanização na execução das podas mais altas.

CONCLUSÕES

De acordo com a análise e discussão dos resultados, chegou-se às seguintes conclusões:

- As posturas adotadas pelos trabalhadores na execução das podas em ambos os métodos de trabalho foram consideradas normais pelo modelo OWAS, não sendo necessária a adoção de medidas ergonômicas de imediato.
- A postura adotada pelos trabalhadores com os braços estendidos acima do nível dos ombros durante a poda manual mostrou a necessidade de ajuste no cabo da ferramenta, de modo a oferecer maior conforto e evitar problemas futuros à saúde dos trabalhadores.
- Apesar de nenhum dos métodos de poda ter causado risco de compressão na coluna vertebral dos trabalhadores, ficou evidente o maior esforço causado pelo método manual com o aumento da altura de execução das podas.
- O quadril foi a articulação mais afetada nos diferentes métodos de poda, ocasionada pelas constantes movimentações do corpo dos trabalhadores, manutenção dos braços estendidos acima do nível dos ombros e dificuldade de manuseio do equipamento em algumas situações de trabalho.
- Do ponto de vista ergonômico, a mecanização da atividade de poda mostrou-se viável na execução das podas mais altas, enquanto a ferramenta possui maior aplicação nas podas mais baixas.

AGRADECIMENTO

Ao CNPq, pelo apoio financeiro, e à empresa, pela cessão da área para a realização do estudo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário Estatístico da ABRAF - 2012**: Ano base 2011. p. 149. 2012.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. 147 p. Tradução: Itiro Iida.

FIEDLER, N. C. **Análise de posturas e esforços despendidos em operação de colheita florestal no litoral do estado da Bahia**. 103 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KISNER, C.; COLBY, L. A. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas**. 5. ed. São Paulo: Editora Manole Ltda., 2009. 972 p.

MONTGNA, R. G.; FERNANDES, P. S.; ROCHA, F. T.; FLORSHEIM, S. M. B.; COUTO, H. T. Z. Influência da desrama artificial sobre o crescimento e a densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 9, n. 27, p. 35 - 46, 1993.

PAIVA, H. N. Florestas de eucalipto: implantação e manutenção. In: SEMANA DE ESTUDOS FLORESTAIS, 10, 2008. Irati. **Anais...** Irati: Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, 2008. 1 CD.

QUIRINO, W. F. **Influência da desrama e do desbaste na qualidade da madeira**. Brasília: IBAMA, DIRPED, Laboratório de Produtos Florestais, 1991. 12 p.

SEITZ, R. A. **Manual de poda de espécies arbóreas florestais**. Curitiba: FUPEF, 1995, 83 p.

SILVA, W. G. **Análise ergonômica do posto de trabalho do armador de ferro da construção civil**. 100 f. (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2001.

SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J.; SILVA, E. P.; SANCHES, A. L. P. Avaliação ergonômica de uma operação de plantio florestal, manual, com enxadão. IN: **Ergonomia e segurança no trabalho florestal e agrícola III**. Visconde do Rio Branco: Suprema. p. 11 - 20. 2011.

UNIVERSITY OF MICHIGAN. **3D Static strenght prediction program: version 6.0.5 – user’s manual**. Michigan, Universidade de Michigan, Centro de Ergonomia, 2011. 108 p.

WIN-OWAS. **Manual software for OWAS analysis**. Tampere University of Technology, Occupational and Safety Engineering (1990). Disponível em: <<http://turva.me.tut.fi/owas>>.