

# ANÁLISE DE POSTURAS NA COLHEITA FLORESTAL SEMIMECANIZADA EM ÁREAS DECLIVOSAS<sup>1</sup>

Renan Pereira Barbosa<sup>2</sup>, Nilton Cesar Fiedler<sup>3</sup>, Flávio Cipriano de Assis do Carmo<sup>2</sup>, Luciano José Minette<sup>4</sup> e Elizabeth Neire Silva<sup>5</sup>

**RESUMO** – Esta pesquisa teve por objetivo avaliar os fatores que interferem e alteram os modelos biomecânicos adequados durante as atividades de colheita florestal em áreas declivosas, a fim de encontrar as posturas-padrão para cada operação de colheita florestal e correções ou modificações necessárias que auxiliem na melhoria das posturas. A pesquisa foi realizada em áreas de colheita de plantios de eucalipto no Município de Divino de São Lourenço, Sul do Estado do Espírito Santo, região com predomínio de relevo declivoso. Foram analisadas as operações de derrubada com motosserra, traçamento, tombamento e empilhamento manual. Os resultados indicaram que as atividades de derrubada e empilhamento manual necessitam de correções e merecem atenção em curto prazo. Na operação de tombamento manual não há necessidade de medidas corretivas com relação às posturas, sendo estas consideradas satisfatórias. A operação de toragem necessita de medidas corretivas e deve ser mantida em constante verificação, fazendo-se revisões rotineiras dos métodos de trabalho e evitando, assim, futuros danos à saúde do trabalhador.

Palavras-chave: Ergonomia florestal; Biomecânica; Colheita florestal.

## **ANALYSIS OF POSTURE IN SEMI-MECHANIZED FOREST HARVESTING IN STEEP AREAS**

**ABSTRACT** – *The purpose of this research was to evaluate the factors that affect and alter the appropriate biomechanical models during the activity of forest harvesting in steep area, in order to meet the standard postures for each operation the forest harvesting and corrections or modifications necessary to assist in improving the posture. The research was performed in harvesting areas of eucalyptus plantations in Divino de São Lourenço, south of the state of Espírito Santo, a region with predominance of steep topography. The operations analyzed were chainsaw felling, bucking, tipping and manual stacking. The results indicated that the activities of felling and manual stacking need corrections and deserve attention in the short term. In the operation of manual tipping there is no need for corrective measures related to postures, which are considered satisfactory. The operation of bucking requires corrective measures and should be kept in constant check, making routine reviews of working methods, avoiding future harm to workers health.*

*Keywords: Forest ergonomics; Biomechanical; Forest harvesting.*

---

<sup>1</sup> Recebido em 19.04.2013 aceito para publicação em 05.06.2014

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Brasil. E-mail: <renanpb\_mg@hotmail.com> e <flaviocipriano@hotmail.com>.

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Brasil. E-mail: <fiedler@pq.cnpq.br>.

<sup>4</sup> Departamento de Engenharia Elétrica e de Produção, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil. E-mail: <minetti@ufv.br>.

<sup>5</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Brasil. E-mail: <elizabeth@cca.ufes.br>.

## 1. INTRODUÇÃO

A colheita florestal pode ser definida como um conjunto de operações efetuadas no povoamento florestal que visa preparar e levar a madeira até o local de transporte, fazendo-se o uso de técnicas e padrões estabelecidos, com a finalidade de transformá-la em produto final (MACHADO, 2008; SILVA et al., 2010). A colheita, parte importante do ponto de vista técnico-econômico, é composta pelas etapas de corte (derrubada, desgalhamento e traçamento), extração e carregamento.

Na grande maioria das áreas, principalmente quando executada por métodos manuais ou semimecanizados, a colheita é constituída por uma atividade pesada e perigosa. As atividades dos operadores exigem que o trabalho seja executado em posições desconfortáveis durante praticamente toda a jornada de trabalho, com o manuseio de cargas elevadas e máquinas e ferramentas perigosas, sendo necessária a avaliação ergonômica dessas atividades.

Segundo Lida (2005), a ergonomia estuda os diversos fatores que influem no desempenho do sistema produtivo e procura reduzir as consequências nocivas sobre o trabalhador. Assim, procura reduzir a fadiga, estresse, erros e acidentes, proporcionando segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores durante a atividade produtiva.

O desenvolvimento de um bom trabalho depende diretamente de um conjunto harmonioso composto pelo trabalhador, equipamentos e locais adequados para a realização das tarefas. Esses fatores integrados irão determinar o melhor desempenho das atividades, bem como a melhor utilização dos recursos disponíveis (PROENÇA et al., 1996).

A biomecânica estuda as interações entre o trabalho e o ser humano, do ponto de vista dos movimentos musculoesqueléticos envolvidos e das suas consequências. Analisa basicamente a questão das posturas corporais e a aplicação de forças (IIDA, 2005; ALVES et al., 2006).

No estudo da biomecânica, as leis físicas da mecânica são aplicadas ao corpo humano. Assim, podem-se estimar as tensões que ocorrem nos músculos e articulações durante uma postura ou um movimento (DUL; WEERDMEESTER, 1995).

As aplicações das análises de posturas no trabalho são muito úteis para a solução de problemas de queda de produtividade e aumento de acidentes no trabalho.

As más posturas podem ser corrigidas por meio de modificações no método de trabalho e treinamentos específicos, com a finalidade de adoção de posturas mais seguras, saudáveis e confortáveis (FIEDLER et al., 1999).

Inserida nesse contexto, esta pesquisa objetivou analisar as posturas adotadas pelos trabalhadores na colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas, visando conhecer o cenário atual e propor a melhoria e correção das posturas realizadas na colheita florestal, quando necessárias, de forma a contribuir com a qualidade de vida do trabalhador florestal.

## 2. MATERIALE MÉTODOS

Os dados da pesquisa foram coletados de agosto a outubro de 2011, em áreas de colheita de eucalipto (híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) com 7 anos de idade, no Município de Divino de São Lourenço, região Sul do Estado do Espírito Santo. As coordenadas da área em estudo são 216.970,209 m e 7.722.438,379 m UTM. O clima predominante é o temperado úmido, com pluviosidade de 1.700 mm anuais, e o relevo varia de fortemente ondulado a montanhoso, com mais de 65% de suas terras com declividade acima de 30% (INCAPER, 2011). As operações de corte eram realizadas com motosserra (peso médio de 7,0 kg abastecido).

As operações analisadas foram derrubadas, toragem, tombamento manual e empilhamento manual. A operação de derrubada consiste no ato ou efeito de derrubar a árvore com o uso do método convencional com motosserra.

A toragem é o seccionamento do tronco em toras com 2,20 m de comprimento. Já a operação de tombamento manual consiste no direcionamento manual do torete morro abaixo até a margem da estrada, enquanto o empilhamento manual representava a formação, manualmente, de pilhas de madeira próximas à estrada. Essa atividade é realizada com o intuito de facilitar o carregamento.

Para a análise biomecânica, realizaram-se as seguintes etapas de procedimento:

a) Registro das posturas adotadas em cada atividade, por meio de filmagens, fotografias, observações visuais e anotações.

b) Levantamento-piloto para definir o número mínimo de amostras necessárias para um erro amostral máximo de 5%.

c) Avaliação das posturas pelo software WinOWAS (Ovako Working Posture Analysing System).

d) Análise final dos dados obtidos e desenvolvimento do resultado final, baseando-se em análise comparativa das situações e dos trabalhadores, para proposta de reorganização ergonômica do trabalho.

O método WinOWAS consiste na análise e mapeamento das posturas adotadas a partir da observação dos registros fotográficos e filmagens do indivíduo em cada fase do ciclo de trabalho. Para isso, as imagens foram congeladas a cada intervalo de 5 seg, verificando-se, assim, a posição mais frequente relativa a cada fase da operação. O método OWAS também auxiliou na análise e avaliação das posturas nas atividades predeterminadas, caracterizando a postura das costas, braços, pernas e, ainda, o esforço realizado durante a execução da tarefa, de acordo com a Tabela 1. Todas as cargas manuseadas foram pesadas com o uso de uma balança com precisão de 1 g.

Após a definição das posturas-padrão, definiram-se os mecanismos de ação e a necessidade de correção das posturas adotadas. As atividades foram classificadas de acordo com as seguintes categorias de ação (software OWAS):

Classe 1 – Não são necessárias medidas corretivas.

Classe 2 - São necessárias correções em futuro próximo.

Classe 3 - São necessárias correções tão logo quanto possível.

Classe 4 - São necessárias correções imediatas.

### 3. RESULTADOS

Na avaliação e análise dos dados de posturas, obtiveram-se os resultados de cada operação florestal, bem como suas posturas-padrão, porcentagem de cada posicionamento e principais problemas ocasionados em razão de tal atividade. Os resultados estão apresentados, por atividade, na Tabela 2.

A Figura 1 representa todas as posturas adotadas nas atividades de colheita florestal analisadas e respectivas repetições.

Com base nos resultados encontrados em cada atividade, as posturas-padrão e respectivos mecanismos de ação são sintetizados na Tabela 3.

### 4. DISCUSSÕES

Na atividade de derrubada, as posturas 2/1/4/1 (costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, de pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados e carga menor que 10 kg), classe de ação 3; e 2/1/3/1 (costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, em pé, exercendo força em uma única perna e carga menor que 10 kg), classe de ação 2, foram mais repetidas, somando 53,12% de todas as posturas adotadas. A postura 2/1/4/1 (26,95%), classe de ação 3, obteve 69 repetições, e a postura 2/1/3/1 (26,17%), classe de ação 2, foi repetida 67 vezes, de um total de 256.

**Tabela 1** – Determinação das posturas de acordo com o método OWAS.

**Table 1** – Determination of postures according to the OWAS method.

Costas	Braços
1 Ereta	1 Ambos abaixo do nível do ombro
2 Inclinada	2 Um acima do nível do ombro
3 Ereta e torcida	3 Ambos acima do nível do ombro
4 Inclinada e torcida	
Pernas	Peso ou força requerida
1 Sentado, com as pernas abaixo do nível das nádegas	1 Carga menor ou igual a 10 kg
2 Em pé, exercendo força em ambas as pernas	2 Carga maior que 10 kg e menor que 20 kg
3 Em pé, exercendo força em uma única perna	3 Carga maior que 20 kg
4 Em pé, ou abaixado em ambos os pés, com as pernas flexionadas	
5 Em pé, ou abaixado com um pé e perna articulada	
6 Ajoelhado com um ou ambos os joelhos	
7 Andando ou movimentando	

Fonte: WinOWAS.  
Source: WinOWAS.

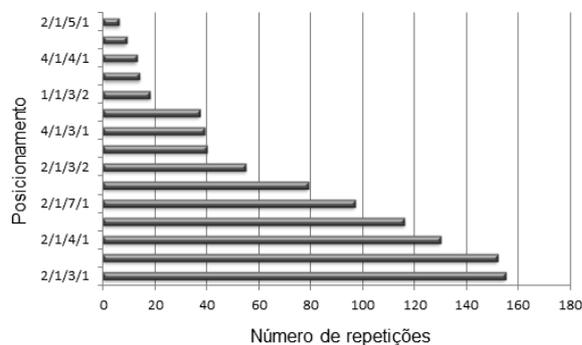


**Tabela 2** – Repetição, porcentagem, carga horária e classe de ação por posição registrada.  
**Table 2** – Repetition, percentage, schedule and class action by recorded position.

Atividade	Postura	Repetição	%	T* (min)	Classe
Derrubada	2/1/4/1	69	26,95	129	3
	2/1/3/1	67	26,17	126	2
	1/1/3/1	48	18,75	90	1
	1/1/7/1	41	16,02	77	1
	2/1/7/1	25	9,77	47	2
	2/1/5/1	6	2,34	11	3
	Total	256	100	480	
Tombamento manual	1/1/7/1	46	20,09	97	1
	2/1/4/2	43	18,78	90	3
	2/1/7/1	30	13,10	63	2
	2/1/3/2	28	12,23	59	2
	2/1/3/1	24	10,48	50	2
	1/1/3/1	22	9,61	46	1
	4/1/3/2	15	6,55	31	2
	4/1/4/2	11	4,80	23	4
	2/1/4/1	10	4,37	21	3
Total	229	100	480		
Toragem	2/1/3/1	54	22,78	109	2
	2/1/4/1	41	17,30	83	3
	1/1/7/1	40	16,88	81	1
	4/1/3/1	32	13,50	65	2
	2/1/7/1	31	13,08	63	2
	1/1/3/1	26	10,97	53	1
	4/1/4/1	13	5,49	26	4
Total	237	100	480		
Empilhamento manual	2/1/4/2	36	15,13	73	3
	4/1/4/2	29	12,18	59	4
	2/1/3/2	27	11,34	55	2
	1/1/7/1	25	10,50	51	1
	4/1/3/2	22	9,24	44	2
	1/1/3/1	20	8,40	40	1
	1/1/3/2	18	7,56	36	1
	4/1/4/3	14	5,88	28	4
	2/1/7/1	11	4,62	22	2
	2/1/3/1	10	4,20	20	2
	2/1/4/1	10	4,20	20	3
	2/1/4/3	9	3,78	18	3
	4/1/3/1	7	2,94	14	2
Total	238	100	480		

Os resultados apresentados na Tabela 2 confirmam que o posicionamento com maior número de repetições na toragem foi o 2/1/3/1, sendo costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, em pé, exercendo força em uma única perna e carga menor que 10 kg. A posição foi repetida 54 vezes, em um total de 237, equivalendo a 22,78% de todas as posturas adotadas no trabalho. Considerando uma carga de 480 min diários, essa posição- padrão seria responsável por 109 min. Pôde-se observar também a presença das posturas 2/1/4/1 e 1/1/7/1, com elevado percentual.

No tombamento manual, as posturas-padrão foram a 1/1/7/1 (costas eretas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, andando ou se movendo, e carga menor que 10 kg) e a 2/1/4/2, ou seja, costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, de pé ou agachado, com ambos os joelhos flexionados e carga entre 10 kg e 20 kg. Juntas, repetiram-se durante 38,87% de todas as posturas exercidas. Segundo o sistema OWAS, a postura 1/1/7/1, de classe 1, não necessita de correções, entretanto a postura 2/1/4/2, de classe 3, requer correções tão logo quanto possível. A união das costas inclinadas



**Figura 1** – Posturas avaliadas e suas repetições na colheita florestal semimecanizada.

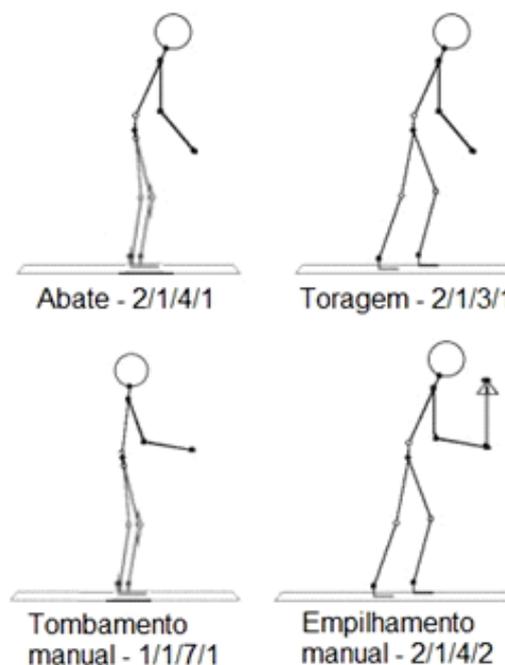
**Figure 1** – Postures evaluated and their repetitions in the semi-mechanized forest harvesting.

sob efeito de carga entre 10 kg e 20 kg acoplada à desgastante postura das pernas pode causar graves problemas à coluna, sendo verificada a necessidade de novas formas de operação ou novas máquinas, assim como futuras correções na postura 2/1/4/2.

Observando os resultados da Tabela 2, observa-se que na operação de empilhamento manual o posicionamento com maior número de repetições foi o 2/1/4/2, semelhante ao tombamento manual, ou seja, costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, em pé, exercendo força em uma única perna e carga menor que 10 kg. Essa posição-padrão corresponde a 15,13% do tempo total de trabalho e 73 min, considerando-se uma jornada de trabalho diária de 480 min. No tombamento manual, verificou-se a presença de muitas posturas distintas, sendo uma atividade de posicionamento heterogêneo. No entanto, as posturas 4/1/4/2, 2/1/3/2 e 1/1/7/1, juntamente com a postura-padrão 2/1/4/2, representam grande parcela das posturas adotadas em todo o trabalho. São necessárias correções em futuro próximo, adaptando-se novas ferramentas ergonômicas, diminuindo a carga física de trabalho ou criando novas formas de operação, com o intuito de evitar futuros problemas físicos ocasionados pelas posturas desconfortáveis.

Verifica-se, na Tabela 2, que a posição mais utilizada durante todas as etapas de colheita foi a 2/1/3/1, costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, em pé, exercendo força em uma única perna e carga menor que 10 kg, posicionamento que exige correções de acordo com a classe 2 do modelo OWAS. As posturas predominantes das atividades avaliadas são exemplificadas na Figura 2.

Pode-se observar, na Tabela 3, que nas atividades de derrubada e empilhamento manual a classe de ação de acordo com o modelo OWAS foi a classe 3, ou seja, são necessárias correções tão logo quanto possível. Na toragem, a classe de ação foi a classe 2, sendo necessário efetuar correções em um futuro próximo. Para o tombamento manual, não foram necessárias medidas corretivas, enquadrando-se na



**Figura 2** – Posturas-padrão das atividades pesquisadas.  
**Figure 2** – Standard postures of researched activities.

**Tabela 3** – Posições-padrão de cada atividade e respectiva categoria de ação, de acordo com o modelo OWAS.  
**Table 3** – Standard postures of each activity and respective action category according to the OWAS method.

Atividade	Posição padrão	Categoria de ação de acordo com o modelo OWAS	%
Derrubada	2/1/4/1	Classe 3 - São necessárias correções tão logo quanto possível	29,79
Toragem	2/1/3/1	Classe 2 - São necessárias correções em um futuro próximo	39,9
Tombamento manual	1/1/7/1	Classe 1 - Não são necessárias medidas corretivas	23,33
Empilhamento manual	2/1/4/2	Classe 3 - São necessárias correções tão logo quanto possível	6,98

classe 1 de mecanismos de ação. Observa-se também, nessa tabela, que, de todas as atividades avaliadas, foram registradas 286 posturas na classe 1, 383 na classe 2, 224 na classe 3 e 67 na classe 4. A classe que obteve maior número de repetições foi a 2 (39,90%), ou seja, são necessárias correções em futuro próximo. Deve-se atentar, com urgência, para as modificações necessárias no trabalho das atividades de derrubada e empilhamento manual. Essas modificações podem ser inseridas em treinamentos com os trabalhadores, destacando-se a necessidade de uso das articulações e não a curvatura da coluna. Além disso, devem-se pesquisar modelos de atividade com menor exigência física, como a mecanização auxiliar, o manuseio correto das máquinas e ferramentas ou a redução do peso das toras a serem manuseadas.

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados, conclui-se que:

- As atividades de derrubada e empilhamento manual necessitam de correções e merecem atenção em curto prazo, pois podem gerar distúrbios na coluna, entre outros problemas que afetam o bem-estar físico.
- Na operação de tombamento manual não há a necessidade de medidas corretivas com relação às posturas, sendo estas consideradas satisfatórias.
- A operação de toragem requer medidas corretivas e deve ser mantida em constante verificação, fazendo-se revisões rotineiras dos métodos de trabalho e evitando, assim, futuros danos à saúde dos trabalhadores.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALVES, J. U. et al. Avaliação biomecânica de atividades de produção de mudas de *Eucalyptus* ssp. **Revista Árvore**, v.30, n.3, p.331-335, 2006.
- DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. 147p.
- FIEDLER, N. C. et al. Análise de posturas na colheita florestal. **Revista Árvore**, v.23, n.4, p.435-441, 1999.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 614p.
- INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – INCAPER. **Programa de assistência técnica e extensão rural – PROATER – 2011- 2013**, 2011.
- MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 468 p.
- PROENÇA, R. P. C.; MATOS, C. H. Condições de trabalho e saúde na produção de refeições em creches municipais de Florianópolis. **Revista Ciências da Saúde**, v.15, n.1-2, p.73-84, 1996.
- SILVA, E. N. et al. Avaliação técnica e econômica do corte mecanizado de *Pinus* sp. com Harvester. **Revista Árvore**, v.34, n.4,p. 745-753, 2010.