



## AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA NO COVEAMENTO SEMI-MECANIZADO E PLANTIO FLORESTAL MANUAL COM XUXO.

Isabela Dias Reboleto<sup>1</sup>, Luciano José Minnete<sup>1</sup>, Amaury Paulo de Souza<sup>1</sup>, Stanley Schettino<sup>2</sup>, Leandro Christo Berude<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa/ Departamento de Engenharia Florestal – Laboratório de Ergonomia Florestal, Viçosa – MG, isabela.reboleto@ufv.br, minnete@ufv.br, amaury@ufv.br.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais/ Instituto de Ciências Agrárias – ICA, Montes Claros – MG, schettino@ufmg.br.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Jerônimo Monteiro – ES, leandroberude@gmail.com.

**Resumo:** As atividades de implantação florestal apresentam uma série de problemas ergonômicos, com isso, o principal objetivo do artigo foi realizar uma avaliação biomecânica de duas atividades de implantação florestal, visando à melhoria da saúde, da segurança e do bem-estar dos trabalhadores. As avaliações biomecânicas das atividades de coveamento semi-mecanizado e plantio florestal manual com xuxo foram realizadas por meio da análise bidimensional, através de fotos e filmagens de diversas posturas e os ângulos foram medidos e inseridos no programa computacional de modelo biomecânico bidimensional de predição de posturas e forças estáticas. As atividades de coveamento semi-mecanizado na fase de deslocamento e plantio florestal manual com xuxo oferecem risco de compressão do disco L5-S1. Na atividade de coveamento semi-mecanizado, a carga limite recomendada foi ultrapassada em todas as articulações corporais.

**Palavras-chaves:** Problemas ergonômicos, análise bidimensional, articulações corporais.

**Área de conhecimento:** Ciências Agrárias

### Introdução

O setor florestal brasileiro tem crescido muito na última década, sendo importante buscar novas alternativas de implantação florestal com sistemas mais adequados para alcançar a sustentabilidade econômica, ambiental e social, garantindo a saúde e a segurança no trabalho.

A implantação florestal envolve várias etapas, que geralmente são: limpeza da vegetação, abertura de carregadores, estradas, controle de erosão, controle de formigas e cupins, preparo do solo (marcação de covas, coveamento, sulcamento, adubação, correção de acidez, etc.), plantio e replantio, irrigação e tratos culturais (capinas, roçadas e aplicações de herbicidas). As operações de implantação podem ser realizadas por métodos manuais, semi-mecanizados ou mecanizados, dependendo da topografia do terreno e de fatores econômicos ambientais e sociais.

As que fizeram parte deste estudo foram: coveamento semi-mecanizado e plantio florestal manual com xuxo. A ferramenta denominada xuxo é constituída de uma haste com uma ponta metálica com objetivo de abrir um espaço perto da cova para colocar adubo.

Estas atividades apresentam uma série de problemas ergonômicos, que se não forem, corrigidos ou prevenidos poderão acarretar danos à saúde, bem como afetar a satisfação e o bem-estar dos trabalhadores.

De acordo com Fiedler et al. (2003), algumas tarefas nas atividades florestas, são realizadas agachadas, em pé, em movimento ou parada, com movimentos repetitivos e a coluna contorcida, sendo assim, os trabalhadores acabam assumindo posturas errôneas em sua jornada de trabalho, ocasionando problemas à saúde.

Dentre os principais fatores ergonômicos relacionados às atividades de implantação florestal os biomecânicos, envolvendo as posturas, as forças aplicadas, a carga de trabalho físico e os movimentos repetitivos têm influência direta sobre a saúde do trabalhador e consequentemente sobre a eficiência da operação, os quais podem ser minimizados por meio da adaptação ergonômica do trabalho e da forma de execução das atividades às características do ser humano.

O principal objetivo do presente trabalho foi realizar uma avaliação biomecânica de duas atividades de implantação florestal, visando à melhoria da saúde, do conforto, da segurança e do bem-estar dos trabalhadores.



## Metodologia

### Caracterização da área de estudo

Este estudo foi realizado em uma empresa florestal localizada a 225 km da capital do Estado de Minas Gerais, com as seguintes coordenadas geográficas: 18°48'45" latitude sul e 42° 56'15" longitude oeste.

### População e amostragem

A amostragem foi constituída de trabalhadores florestais envolvidos na atividade de coveamento semi-mecanizado e plantio florestal manual com xuxo onde a média da idade dos trabalhadores florestais é de 26,3 anos. Por se tratar de uma pesquisa envolvendo humanos, a mesma foi registrada no comitê de ética no dia 25/05/2016 sob o seguinte Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 53950015.0.0000.5153.

### Atividades analisadas

A operação de coveamento semi-mecanizado apresentou o ciclo operacional: abastecimento do motocoveador, limpeza da lâmina, perfuração da cova e encerramento da atividade.

O abastecimento do motocoveador foi realizado pelo trabalhador antes do início da atividade, onde a tampa de vedação do reservatório de combustível foi retirada e um funil colocado na abertura, adicionando o combustível. A limpeza da lâmina era realizada quando folhas, partes de raízes, excesso de graxas, estavam prejudicando o desempenho da máquina, sendo necessário o trabalhador removê-los. O trabalhador deslocou pelo terreno perfurando as covas, que eram distantes 3,0 m umas das outras, ao deslocar pela área o trabalhador subiu coveando uma linha de plantio e desceu coveando três linhas (Figura 1). Neste percurso, se o trabalhador sentiu necessidade, realizou pausas curtas e durante este tempo fez limpeza de lâminas, ingeriu água e fez pequenos ajustes no equipamento. O ciclo de trabalho foi repetido até o momento do novo abastecimento, com combustível, do motocoveador.

Figura 1 – Coveamento semi-mecanizado.



Fonte: Canaã Florestal Ltda, 2016.

Por fim, a atividade de coveamento semi-mecanizado foi encerrada quando o trabalhador finalizou a meta diária de 600 covas.

Na atividade de plantio florestal manual com xuxo o trabalhador deslocou pela área segurando nas mãos o xuxo e com a bandeja de mudas pendurada no ombro, até encontrar uma cova no espaçamento determinado pelo planejamento do plantio. Ao chegar ao local determinado o trabalhador preparou o local da cova da muda e do adubo com o xuxo, retirou a muda da bandeja, colocou na cova e acomodou com o pé (Figura 2). Em seguida deslocou novamente até a próxima cova para plantar outra muda e assim sucessivamente, até cumprir a meta de trabalho.

Figura 2 – Plantio florestal manual com xuxo.



Fonte: Canaã Florestal Ltda, 2016.

### Avaliação biomecânica

As avaliações biomecânicas das atividades de coveamento semi-mecanizado, plantio florestal manual com xuxo foram realizadas por meio da análise bidimensional, através de fotos e filmagens de diversas posturas. Após criteriosa análise das fotos e filmes foram selecionadas as posturas estáticas forçadas e os ângulos foram medidos e inseridos no programa computacional de modelo biomecânico bidimensional de predição de posturas e forças estáticas, desenvolvido pela Universidade de Michigan, dos Estados Unidos.

A análise, através do software, forneceu a carga-limite recomendada, que corresponde ao peso que mais de 99% dos homens e 75% das mulheres conseguem levantar. A carga-limite recomendada induz a uma força (medida em Newton) de compressão da ordem de 3.426,3 N sobre o disco L5-S1 da coluna vertebral, que pode ser tolerada pela maioria dos trabalhadores jovens e em boas condições de saúde.

### Resultados

As exigências físicas e os riscos posturais das atividades coveamento semi-mecanizado, e plantio florestal manual com xuxo, estão citadas abaixo.

Na atividade de coveamento semi-mecanizado, na fase de deslocamento entre covas, 99% dos trabalhadores apresentam riscos de lesão para a articulação do cotovelo e disco vertebral L<sub>5</sub> - S<sub>1</sub> e 89% dos trabalhadores para joelhos. Em todas as articulações corporais avaliadas a carga limite recomendada foi ultrapassada.

Na atividade de plantio florestal manual com xuxo a carga limite recomendada foi ultrapassada nas articulações L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> e coxofemorais, sendo que 7,0% dos trabalhadores apresentam riscos de danos para a articulação coxofemorais e 2% para o disco vertebral L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>.

A Figura 3 apresenta o resumo da análise biomecânica para as atividades de coveamento semi-mecanizado e plantio florestal manual com xuxo. Para cada uma das fases destas atividades são mostrados se as articulações apresentam ou não algum problema causado pela carga de trabalho. A sigla SRL representa “Sem Risco de Lesão nas Articulações”, ou seja, mais de 99% dos trabalhadores conseguem suportar a carga imposta pela atividade sem risco para as articulações envolvidas e a sigla CLR representa “Carga Limite Recomendada Ultrapassada”, ou seja, menos de 99% dos trabalhadores conseguem suportar a carga imposta pela atividade sem risco para as articulações envolvidas.



Figura 3 - Resumo da análise biomecânica para as atividades coveamento semi-mecanizado e plantio.

Atividade	Fase do Ciclo	Postura estática selecionada para análise	Articulações e suas respectivas condições de suportar a carga, sendo Sem Risco de Lesão (SRL) e com risco de lesão, ou seja, Carga Limite Recomendada Ultrapassada (CLR)					
			Cotovelos	Ombros	Disco L5/S1	Coxofemurais	Joelhos	Tornozelos
Coveamento semi-mecanizado	Perfurar cova		SRL	SRL	SRL	SRL	SRL	SRL
	Deslocamento entre covas		CLR	CLR	CLR	CLR	CLR	CLR
Plantio florestal manual com xuxo	Plantio		SRL	SRL	CLR	CLR	SRL	SRL

Fonte: O autor.

Os resultados da análise evidenciaram que a atividade plantio florestal manual com xuxo oferece risco de compressão do disco por uma força de 3481,0 N; a atividade coveamento semimecanizado na fase do deslocamento entre covas 4709,0 N. A Figura 4 mostra a força de compressão no disco vertebral L<sub>5</sub> – S<sub>1</sub> nas atividades avaliadas.

Figura 4 - Força de compressão no disco L5-S1 nas diferentes atividades de implantação florestal, considerando-se o limite recomendado de 3426,3 N.

ATIVIDADE	FASE DO CICLO	FORÇA DE COMPRESSÃO NO DISCO L5-S1 (N)
Coveamento semi-mecanizado	Perfurar covas	1092±30
	Deslocamento entre covas	4709±158
Plantio florestal manual com xuxo	Plantio	3481±258

Fonte: O autor.

## Discussão

Os resultados das duas atividades analisadas foram maior do que o recomendado pela University of Michigan (2005). Para o coveamento semimecanizado, o resultado foi igual ao encontro por Silva et al. (2017).

Os resultados encontrados por Vosniak et al. (2011), foram semelhantes ao presente estudo, onde as posturas adotadas pelos trabalhadores são prejudiciais à saúde, devendo ser tomadas medidas para sua correção o mais brevemente possível.



Quando as forças exercidas estão acima do valor recomendado, o disco intervertebral pode se deslocar para fora do seu compartimento natural, ocasionando em uma condição denominada hérnia de disco (RIO e PIRES, 1999).

A sobrecarga postural e o trabalho estático podem gerar fadiga muscular, transtornos músculos – esqueléticos, compressão de estruturas nervosas e até mesmo o agravamento de lesões prévias nos tecidos moles (músculos, ligamentos) dos membros inferiores (COUTO, 1995).

## Conclusão

Na atividade de coveamento semi-mecanizado, na fase de deslocamento entre covas a carga limite recomendada foi ultrapassada em todas as articulações corporais.

Os resultados da análise evidenciaram que as atividades de coveamento semi-mecanizado na fase de deslocamento e plantio florestal manual com xuxo oferecem risco de compressão do disco L5-S1. Essa situação pode provocar o desgaste dessa articulação, levando a hérnias discais, lombalgias, artroses, artrites, dentre outras patologias que provocam o afastamento e aumentam o índice de absenteísmo no trabalho.

## Referências

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995, V. 1. 353p.

FIEDLER, N. C.; MENEZES, N. S.; AZEVEDO, I. N. C.; SILVA, J. R. M. Avaliação biomecânica dos trabalhadores em marcenarias no distrito federal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 99-109, 2003.

RIO, R.P.; PIRES, L. **Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica**. Belo Horizonte: Health, 1999.

UNIVERSITY OF MICHIGAN. **3D static strength prediction program, version 2.0 – user's manual - Versão 5.0.1**. Ann Arbor: University of Michigan, Ergonomic Center, 2005. 76p.

VOSNIAK, J.; LOPES, E. S.; INOUE, M. T.; BATISTA, A. Avaliação da postura de trabalhadores nas atividades de plantio e adubação em florestas plantadas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 584-592, set/out, 2011.