

## Avaliação biomecânica das atividades de implantação florestal na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais

Pedro Neves FIALHO (Universidade Federal de Viçosa), pedrofialhoufv@gmail.com  
Stanley SCHETTINO (Universidade Federal de Viçosa), stanley.s.schettino@ufv.br  
Luciano José MINETTE (Universidade Federal de Viçosa), minette@ufv.br  
Iandra Mendes FERRAZ (Universidade Federal de Viçosa), iandra.ferraz@ufv.br  
Anna Carolina Minetti CAMARINHA (PUC - Rio de Janeiro), carolminette04@gmail.com

### Resumo:

Este estudo teve como objetivo a avaliação ergonômica de atividades de implantação florestal, através da aplicação de ferramentas da biomecânica, com foco na melhoria das condições de saúde, conforto, segurança e bem-estar do trabalhador. Os dados foram coletados em propriedades rurais da Zona da Mata mineira, tendo sido avaliados trabalhadores envolvidos nas atividades de plantio florestal manual com enxada e aplicação de calcário. Através da análise de fotos e filmagens, as principais posturas estáticas, seus ângulos e as forças aplicadas foram verificados utilizando o modelo biomecânico bidimensional de predição de posturas e forças estáticas (2DSSPP<sup>TM</sup>), desenvolvido pela Universidade de Michigan (EUA). Os resultados mostraram que a carga limite foi ultrapassada nas articulações do disco vertebral L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>, coxofemorais e tornozelos para a atividade de plantio manual com enxada; já para a aplicação do calcário, a fase do enchimento da bolsa de armazenamento somente não teve a carga limite ultrapassada para as articulações do cotovelo e ombro, sendo que o levantamento da mesma apresenta alto valor de força de compressão do disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> que pode causar lombalgias, hérnia de disco e micro traumas. Ambas as operações envolvem posturas forçadas e grande esforço físico do trabalhador florestal, as quais são capazes de proporcionar o surgimento de lesões musculoesqueléticas e outras doenças ocupacionais, além do risco de acidentes de trabalho.

**Palavras-chave:** Ergonomia, Saúde do trabalhador, Silvicultura.

## Biomechanical evaluation of the implementation of forestry activities in the Zona da Mata region of the Minas Gerais State

### Abstract

This research had the objective to ergonomic evaluation of the implementation of forestry activities through the application of biomechanics tools, focusing on improving health conditions, comfort, safety and worker welfare. Data were collected on rural properties from the Zona da Mata region of the Minas Gerais state having been evaluated workers involved in manual forest planting using a big hoe and limestone application. The workers were photographed and filmed and the main static postures, their angles and the applied forces had been checked using the two-dimensional biomechanical model for predicting postures and static forces (2DSSPP<sup>TM</sup>), developed by the University of Michigan (USA). The results showed that limit load was exceeded in the joints of the L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> vertebral disc, coxofemoral and ankles for manual planting using a big hoe; already for limestone application, the filling phase of the storage pouch only had not limit load exceeded to the joints of elbow and shoulder, but the lifting it has a high value of L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> disc compressive force that can cause back pain, herniated disc and micro traumas. Both operations involve forced postures and great physical struggle of forest worker, which they can be capable to provide the appearance of musculoskeletal injuries and other occupational diseases besides the risk of work accidents.

**Key-words:** Ergonomics, Worker health, Silviculture.

## 1. Introdução

A ergonomia é definida pela International Ergonomics Association (IEA, 2015) como a disciplina científica relacionada com a compreensão das interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema, além de aplicar teorias, princípios, dados, métodos a projetos que visam otimizar o bem-estar humano e do desempenho do sistema global. A ergonomia tem contribuído com o aumento da produtividade e da qualidade do produto, bem como da qualidade de vida dos trabalhadores florestais. Esta ciência pode ser aplicada em qualquer setor trabalhista com atividades pesadas ou leves e tem fundamental importância na melhoria da eficiência e qualidade das tarefas, conciliados, prioritariamente, com a saúde do trabalhador.

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. Além disso, diversos autores relatam que nas atividades de implantação florestal, os trabalhadores podem exercer atividades de elevado esforço físico, adotar posturas potencialmente lesivas e manusear cargas com peso acima dos limites toleráveis (FIEDLER et al., 2007; SILVA et al., 2007; TOUPIN et al., 2007).

As operações de implantação que fizeram parte deste estudo foram: plantio florestal manual com enxadão e aplicação de calcário. 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. Os principais problemas são: elevada carga de trabalho físico, elevado ruído, alta vibração, alta exigência de forças, posturas forçadas, falta de pausas e repetitividade dos movimentos.

É importante ressaltar que essas atividades de implantação são executadas por meio de métodos manuais ou semimecanizados, envolvendo ferramentas e equipamentos diversos, 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 Iida (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 através da análise da carga manuseada e das posturas adotadas pelos trabalhadores (LOPES et al., 2013).

Para Souza et al. (2011), nas atividades florestais ainda é grande o percentual de trabalhos executados com posturas forçadas, principalmente com movimentação manual de cargas, o que aumenta muito o risco de lesões e desgastes em músculos e articulações. Já para Lopes et al. (2013), 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. Além disso, 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 isso, Kisner e Colby (2009) dizem 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.

Para Maeno (2001), o aparecimento das LER/DORT deve-se a movimentos repetitivos, posturas inadequadas e excesso de pressão. Segundo Negri et al. (2014), essas doenças frequentemente causam incapacidade laboral temporária ou permanente, como consequência da superutilização das estruturas anatômicas do sistema musculoesquelético e da falta de tempo para recuperação. A ergonomia pode auxiliar na modificação de máquinas e condições de trabalho, minimizando os riscos relacionados à atividade ocupacional.

No setor florestal a movimentação manual de cargas é um problema ergonômico frequente, representando um dos principais fatores de risco de lesões da classe trabalhadora, que necessitará de tratamento e reabilitação (APUD, 1999).

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.

Face a essas características, este estudo teve como objetivo realizar uma avaliação ergonômica das atividades de implantação florestal, através da utilização de ferramentas biomecânicas, visando à melhoria da saúde, do conforto, da segurança e do bem-estar dos trabalhadores.

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Caracterização da amostragem**

Este estudo foi realizado em propriedades rurais localizadas nos municípios de Divinésia, Porto Firme e Paula Cândido, região da Zona da Mata do estado de Minas Gerais, com as coordenadas geográficas situadas no paralelo 20°45'14'' de latitude sul e no meridiano de 42°52'54'' de longitude oeste, além da altitude média de 650 metros (CARVALHO, 2014).

Segundo Lopes et al. (2002), de acordo com a classificação de Köppen, o clima característico da região é o tropical de altitude, com verões chuvosos, invernos frios e secos, temperatura média anual de 19°C, umidade relativa do ar de 80% e precipitação pluvial média de 1.340 mm/ano. Os solos apresentam predominância de latossolos e argissolos; são de baixa fertilidade, bem drenados, de elevada profundidade e muito intemperizados. A topografia local, caracterizada por regiões serranas, é montanhosa, acidentada, com vales estreitos e úmidos.

A amostra foi constituída por 32 (trinta e dois) trabalhadores, totalizando 100,0% da população que exercia as atividades amostradas, os quais apresentaram idade média de 32 anos, peso médio de 75,6 Kg e estatura média de 1,68 m. Todos os trabalhadores foram informados sobre os objetivos e a metodologia do trabalho, tendo assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido estando, portanto, em conformidade com a Resolução nº 196/1996 da Comissão de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde.

### **2.2. Atividades analisadas**

As atividades estudadas de plantio florestal manual com enxadão (Figura 1) e de aplicação de calcário (Figura 2) estão descritas e representadas de acordo com suas etapas.



Figura 1 – Plantio florestal manual com enxadão  
(Foto: Stanley Schettino)



Figura 2 – Aplicação de calcário, com as respectivas fases do processo, sendo: abastecimento da bolsa (A), levantamento da bolsa (B) e distribuição do calcário (C)  
(Fotos: Stanley Schettino)

### 2.2.1. Plantio florestal manual com enxadão

Nesta atividade o trabalhador se deslocava pela área seguindo a marcação das covas, segurando nas mãos o enxadão, o reservatório de mudas e a bolsa de adubo. Neste percurso ele perfurava a cova, preparava o local para aplicação de adubo, plantava a muda, aplicava o adubo e fechava a cova; em seguida se dirigia até a próxima cova previamente marcada e assim sucessivamente, até cumprir a meta de produção de 300 covas preparadas por dia.

### 2.2.2. Aplicação de calcário

#### a) Depósito de calcário

O calcário ficava depositado na superfície da estrada próxima a área de distribuição.

#### b) Abastecimento da bolsa de calcário

A bolsa utilizada para distribuição de calcário era confeccionada de um material plástico com alça e comportava 34 Kg. O trabalhador colocava a bolsa no chão próximo ao depósito e com auxílio de uma enxada abastecia a bolsa com calcário, até sua capacidade máxima; em seguida pendurava a bolsa no tronco e seguia em direção à área determinada para distribuir o produto.

## c) Distribuição do calcário

Nessa etapa o trabalhador estabilizava a bolsa de calcário com uma das mãos e com a outra utilizava o dosador com capacidade de 750 g para distribuir o produto. O trabalhador distribuía 1,5 Kg de calcário entre as plantas na parte central da linha de plantio. Ao terminar de distribuir o calcário de uma bolsa, o trabalhador retornava ao depósito para novamente iniciar o ciclo.

## d) Encerramento da atividade

A jornada de trabalho era encerrada quando o trabalhador terminava de cumprir sua meta diária de 550 plantas, distribuindo 1,5 Kg por planta num total de 825 Kg por jornada. Isso resulta em uma área de 4.950 m<sup>2</sup> e uma dosagem de 166,67 Kg/m<sup>2</sup>.

**2.3. Avaliação biomecânica**

As avaliações biomecânicas das atividades de plantio florestal manual com enxadão e aplicação de calcário foram realizadas por meio da análise bidimensional, através de fotos e filmagens de diversas posturas. Após criteriosa análise das fotos e dos 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 (UNIVERSITY OF MICHIGAN, 1990).

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 presente entre as vértebras Lombar 5 e Sacral 1 (L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>) da coluna vertebral, que pode ser tolerada pela maioria dos trabalhadores jovens e em boas condições de saúde.

**3. Resultados e discussão****3.1. Plantio florestal manual com enxadão**

Na atividade de plantio florestal manual com enxadão, a carga limite recomendada foi ultrapassada nas articulações do disco vertebral L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>, coxofemorais e tornozelos. Sendo que 7,0% dos trabalhadores apresentam riscos de lesão para as articulações coxofemorais e 3,0% para os tornozelos.

Na atividade de plantio florestal manual com enxadão o trabalhador é obrigado a trabalhar com a coluna curvada e torcida. De acordo com MACIEL (2000), há mais tensão sobre os discos intervertebrais quando se levanta, abaixa ou manipula objetos com a coluna curvada ou torcida do que quando as costas ficam eretas.

**3.2. Aplicação de calcário**

A análise biomecânica da aplicação de calcário foi realizada em duas tarefas: a de enchimento da bolsa e de levantamento da mesma para ser colocada no ombro. Estas duas tarefas apresentam problemas quanto ao risco de lesões. Na fase de enchimento da bolsa a carga limite recomendada não foi ultrapassada para a articulação do cotovelo e ombro, no entanto 15,0% dos trabalhadores apresentam risco de lesões para a articulação do tornozelo. Já na fase de levantamento da bolsa, 16,0% das pessoas não são capazes de exercer essa função sem risco de lesões para as articulações coxofemorais e 10,0% para o disco da coluna L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>.

### 3.3. Análise biomecânica

A Tabela 1 apresenta o resumo da análise biomecânica para as atividades de plantio florestal manual com enxadão e aplicação de calcário. 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.

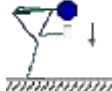
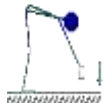
| Atividade                            | Fase do Ciclo         | Postura estática selecionada para análise                                           | Articulações e suas respectivas condições de suportar a carga, sendo Sem Risco de Lesão (SRL) e com risco de lesão, ou seja, Carga Limite Recomendada Ultrapassada (CLR) |        |                                      |              |         |            |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------------|---------|------------|
|                                      |                       |                                                                                     | Coto-velos                                                                                                                                                               | Ombros | Disco L <sub>5</sub> /S <sub>1</sub> | Coxofemorais | Joelhos | Tornozelos |
| Plantio florestal manual com enxadão | Plantio               |    | SRL                                                                                                                                                                      | SRL    | CLR                                  | CLR          | SRL     | CLR        |
|                                      | Enchimento da bolsa   |  | SRL                                                                                                                                                                      | SRL    | CLR                                  | CLR          | CLR     | CLR        |
| Aplicação de Calcário                | Levantamento da bolsa |  | SRL                                                                                                                                                                      | SRL    | CLR                                  | CLR          | CLR     | CLR        |

Tabela 1 - Resultado da análise biomecânica das atividades de plantio florestal manual com enxadão e aplicação de calcário

Os resultados da análise evidenciaram que a atividade de plantio florestal manual com enxadão apresenta valor de força de compressão do disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> igual a 3.117,0 N. Embora este valor não tenha ultrapassado o limite recomendado, o mesmo está relacionado com o fato dos trabalhadores adotarem posturas inadequadas durante a realização da atividade. A atividade de calcário na etapa de levantamento da bolsa do solo apresenta uma força de compressão de 3.688,0 N. Este valor está acima do recomendado por MICHIGAN (1990) que é de 3.426,3 N e deve ser evitado, pois oferece riscos a saúde do trabalhador. Estes valores decorrem das características intrínsecas das atividades, exigindo posturas com o tronco inclinado e os braços esticados, gerando forças de compressão excessivas sobre o disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> (CHAFFIN et al. 2001). Na fase de abastecimento da bolsa de calcário, a força de compressão do disco é igual a 2.238,0 N, sendo que a postura típica adotada nessa atividade não resulta em comprometimento com riscos de compressão exagerada no disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> da coluna vertebral dos trabalhadores. A Tabela 2 mostra a força de compressão no disco vertebral L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> nas atividades avaliadas.

| Atividade                            | Fase do ciclo                 | Força de compressão no disco L <sub>5</sub> -S <sub>1</sub> (N) |
|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Plantio florestal manual com enxadão | Plantio                       | 3.117 ± 199                                                     |
| Calcário                             | Enchimento da bolsa           | 2.238 ± 92                                                      |
|                                      | Levantamento da bolsa do solo | 3.688 ± 246                                                     |

Tabela 2 - Força de compressão no disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> nas diferentes atividades de implantação florestal, considerando-se o limite recomendado de 3.426,3 N

De acordo com Lopes et al. (2013), a atividade de poda ou desrama em árvores com espécies do gênero *Pinus*, com o objetivo de retirada dos galhos de árvores e melhoramento da qualidade na produção de madeira, é realizada por meio de métodos manuais ou semimecanizados que envolvem trabalhadores que executam tal tarefa, geralmente, em condições ergonômicas inapropriadas e com danos à saúde. Neste estudo, primeiramente foram analisadas as posturas típicas, através do programa computacional WinWoas (Sistema de Análise de Posturas no Trabalho), na execução de três atividades de poda em alturas distintas: para ambos os métodos, todas as posturas foram consideradas normais, com maiores exigências dos braços e pernas; porém o método semicanizado foi considerado mais adequado perante uma melhor postura na execução da poda, devido aos braços dos trabalhadores pernamecerem sempre abaixo do nível dos ombros, reduzindo o esforço nessa musculatura, bem como as costas permanecerem sempre eretas. Já para a avaliação biomecânica realizada, utilizando-se do software 3DSSPP<sup>TM</sup> (Programa de Predição de Postura e de Força Estática 3D), ambos os métodos e todos os três tipos de poda estudados não impuseram risco de compressão no disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> da coluna vertebral dos trabalhadores e todas as forças de compressão estiveram abaixo do limite máximo recomendado de 3.426,3 N. Houve um maior comprometimento das articulações do corpo na execução das podas mais altas por meio do método manual, sendo viável a mecanização (motopodas) neste caso. Enquanto isso, as podas mais baixas foram mais prejudicadas pelo método semicanizado e recomenda-se o uso da ferramenta (serrote com lâmina curva) para essa atividade.

Para Minette et al. (2007), a fabricação de carvão do tipo “rabo-quente” leva o trabalhador a realizar uma atividade considerada pesada nas operações de carregamento do forno com madeira e descarregamento do carvão que é depositado no pátio, devido, além da exposição a altas temperaturas, a adoção de posturas incorretas durante o levantamento e movimentação de cargas. Utilizando-se também do programa computacional 3DSSPP<sup>TM</sup>, desenvolvido pela Universidade de Michigan (EUA), o trabalhador aplicava forças para transportar a madeira e o carvão, sendo as operações de carga e descarga responsáveis por provocar danos nas articulações dos trabalhadores. Apenas na operação de carga, as fases de levantamento da rede e remoção da tora ofereceram riscos de compressão do disco vertebral L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> por forças de 3.871 N e 3.635 N, respectivamente, ultrapassando o limite recomendado de carga no valor de 3.426,3 N.

Nos estudos realizados por Souza et al. (2011), a utilização de três marcas de motopodas para o desgalhamento e destopamento de eucalipto, de acordo também com o modelo computacional 3DSSPP<sup>TM</sup>, não impôs nenhum risco de compressão do disco da coluna vertebral L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>, expondo o trabalhador apenas ao risco de lesão para as articulações do cotovelo, dorso e coxofemoral.

#### 4. Conclusão

Nas condições em que este estudo foi realizado, os resultados permitiram concluir que:

- Todas as atividades avaliadas apresentam risco de lesão em pelo menos uma fase do ciclo e em pelo menos uma articulação do corpo, por terem ultrapassado a carga limite recomendada. Isso torna o trabalhador susceptível ao aparecimento das doenças ocupacionais relacionadas ao trabalho.
- Durante a realização da operação de plantio florestal manual existe o risco eminente de lesão para as articulações do disco vertebral L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>, coxofemorais e tornozelos, sendo, portanto, necessário diminuir as forças exercidas pelo trabalhador. Já na atividade de aplicação de calcário 15% dos trabalhadores apresentam riscos de lesão para as articulações coxofemorais.
- Somente a atividade de aplicação de calcário na etapa de levantamento da bolsa do solo apresenta valor elevado de força de compreensão do disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> igual 3.688,0 N. Devido ao mau uso da coluna vertebral, este valor de compressão acaba por resultar na degeneração do disco articular, o que contribui para o aparecimento das lombalgias, hérnia de disco e microtraumas.
- O posicionamento da bolsa de calcário em somente um dos ombros do trabalhador provoca alterações posturais no sistema ósseo, sendo então comum o aparecimento das dorsalgias e escoliose. A médio ou, até mesmo, a curto prazo, esta atividade pode tornar o trabalhador incapaz para a função, o que acaba provocando afastamentos e até mesmo aposentadorias.

#### 5. Referências

- APUD, E.; GUTIÉRREZ, M.; LAGOS, S.; MAUREIRA, F.; MEYER, F.; ESPINOSA, J.** *Manual de Ergonomia Forestal*. Laboratório de ergonomia de la Universidad de Concepción, Chile, 1999.
- CARVALHO, F. F. D.** *O potencial interpretativo das trilhas da estação de pesquisa, treinamento e educação ambiental da Mata do Paraíso*. 2014.
- CHAFFIN, D. B.; ANDERSSON, G. B. J.; MARTIN, B. J.** *Biomecânica ocupacional*. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2001. 579 p.
- FIEDLER, N. C.; FERREIRA, A. H. S.; VENTUROLI, F.; MINETTI, L. J.** *Avaliação da carga de trabalho físico exigida em operações de produção de mudas ornamentais no Distrito Federal: um estudo de caso*. Revista Árvore, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 703-708, 2007.
- IEA – International Ergonomics Association.** *Definição internacional de ergonomia*. USA 2015. Disponível: <<http://www.iea.cc/whats/index.html>>. Acesso em: 18 de agosto de 2015.
- 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.
- LOPES, E. S.; OLIVEIRA, F. M.; MALINOVSKI, J. R.; SILVA, R. H.** *Avaliação biomecânica de trabalhadores de poda manual e semicanizada de Pinus taeda*. Floresta, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, p. 9–18, jan./mar. 2013.
- LOPES, W. D. P.; PAULA, A. D.; SEVILHA, A. C.; SILVA, A. F.** *Composição da flora arbórea de um trecho da floresta estacional no jardim botânico da Universidade Federal de Viçosa (face sudoeste)*, Viçosa, Minas Gerais. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 26, n. 3, p. 339-347. 2002.
- MAENO, M.** *Lesões por esforços repetitivos – LER*. Cadernos de Saúde do Trabalhador, 2001, 26p.
- MINETTE, L. J.** *Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra*. Viçosa, MG: UFV, 1996. 211p. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

**MINETTE, L. J.; PIMENTA, A. S.; FARIA, M. M.; SOUZA, A. P.; SILVA, E. P.; FIEDLER, N. C.** Avaliação da carga de trabalho físico e análise biomecânica de trabalhadores da carbonização em fornos tipo “rabo-quente”. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 853-858, 2007.

**NEGRI, J. R.; CERVENY, G. C. O.; MONTEBELO, M. I. L.; TEODORI, R. M.** Perfil sociodemográfico e ocupacional de trabalhadores com LER/DORT: estudo epidemiológico. Revista Baiana de Saúde Pública, v.38, n. 3, p. 555–570, jul./set. 2014.

**SILVA, E. P.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P.** Análise ergonômica do trabalho de coveamento semimecanizado para o plantio de eucalipto. Scientia Forestalis, Piracicaba, n. 76, p. 77- 83, dez. 2007.

**SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J.; SILVA, E. P.; SANCHES, A. L. P.** Avaliação de vibração, ruído, carga física de trabalho e biomecânica no desganhamento de eucalipto com motopodas, em terrenos montanhosos. IN: Ergonomia e segurança no trabalho florestal e agrícola III – Parte II. Visconde do Rio Branco: Suprema. p. 245 - 254. 2011.

**TOUPIN, D.; LEBEL, L.; DUBEAU, D.; IMBEAU, D.; BOUTHILLIER, L.** Measuring the productivity and physical workload of brushcutters within the context of a production-based pay system. Forest Policy and Economics, London, v. 9, p. 1046-1055, 2007.

**UNIVERSITY OF MICHIGAN.** 2D Static strength prediction program<sup>TM</sup>: user’s manual. Michigan: UNIVERSITY OF MICHIGAN. 1990.