

Avaliação biomecânica do arraste de madeira com a utilização de máquinas adaptadas

Stanley Schettino¹, Waldilene Rodrigues Ferreira Santana², Nathália Vasconcelos Guimarães³, Luciano José Minette⁴

Resumo: O objetivo deste estudo foi realizar uma avaliação biomecânica do arraste de madeira com a utilização de máquinas adaptadas, a fim de identificar os riscos ergonômicos aos quais os trabalhadores estão expostos. Os dados foram coletados em uma empresa florestal no Município de Santa Maria das Barreiras, Pará, a qual utilizava um trator agrícola acoplado com um mini skidder para o arraste de madeira. As condições biomecânicas do trabalho foram avaliadas através da aplicação de um *check-list* para avaliação simplificada das condições biomecânicas do posto de trabalho. Para a avaliação biomecânica foi utilizado o Modelo Biomecânico Tridimensional de Predição de Posturas e Forças Estáticas (3DSSPP™), da Universidade de Michigan. Os resultados evidenciaram que a máquina avaliada apresentou péssimo padrão ergonômico, entretanto não evidenciaram risco de lesão a coluna vertebral dos trabalhadores, embora existe grande probabilidade de lesões nos membros inferiores (joelhos e tornozelos) e superior (ombros), sendo esta maior na fase da atividade que consiste no engate das árvores e sua extração, devido a posturas forçadas, inadequadas e por longos períodos de tempo. Desta forma, conclui-se que a utilização de máquinas adaptadas para o arraste de madeira apresenta elevado risco biomecânico de desenvolvimento de LER/DORT nos trabalhadores e que tal risco está associado, principalmente, a movimentos repetitivos de flexão associada à rotação de tronco e posturas de trabalho estáticas e assimétricas.

Palavras chave: Ergonomia, Operações florestais, Saúde do trabalhador.

Biomechanical evaluation of wood skidding using adapted machines

Abstract: The aim of this study was to perform a biomechanical assessment of wood skidding using adapted machines in order to identify the ergonomic hazards to which workers are exposed. Data were collected from a forestry company in Santa Maria das Barreiras, Pará, which used an agricultural tractor coupled with a mini skidder to skidding wood. Biomechanical conditions of work were assessed by applying a checklist for simplified assessment of biomechanical conditions of the workplace. For biomechanical evaluation, the Three-Dimensional Static Strength Prediction Program™ (3DSSPP™) from the University of Michigan was used. The results showed no risk of injury to the workers' spine. The results showed that the machine evaluated presented a bad ergonomic pattern, but did not show risk of injury to the workers' spine, although there is a high probability of injury to the lower limbs (knees and ankles) and upper (shoulders), this is greater in the phase of activity that consists in the coupling of trees and their extraction, due to forced, inadequate postures and for long periods of time. Thus, it is concluded that the use of machines adapted for wood dragging presents a high biomechanical risk of RSI/WRMD development in workers and that this risk is mainly associated with repetitive flexion movements associated with trunk rotation and static and asymmetrical working postures.

Key-words: Ergonomics, Forest operations, Workers' health

¹ Instituto de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Minas Gerais (schettino@ufmg.br),

² Instituto de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Minas Gerais (waldileneengeflor@hotmail.com),

³ Instituto de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Minas Gerais (nattyguimaraes2@hotmail.com).

⁴ Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica - Universidade Federal de Viçosa (minette@ufv.br).

1. Introdução

O setor florestal brasileiro possui grande importância em termos econômicos, sociais e ambientais, contando com quase 8 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo responsável por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais, 6,2% do PIB Industrial no País e, também, é um dos segmentos com maior potencial de contribuição para a construção de uma economia verde (IBÁ, 2017). Senso assim, sentiu a necessidade de adaptação das operações florestais ao trabalhador e de buscar sistemas de colheita para proporcionar maior rendimento, menor custo e melhor aproveitamento dos produtos florestais tornou-se imperiosa para a sustentabilidade do negócio florestal.

A colheita de madeira é uma das etapas mais importantes da cadeia produtiva, a qual, segundo Silva et al. (2014), pode representar até 60% do custo do produto final. O alto custo da mecanização para colheita florestal no Brasil dificultou a aquisição desses maquinários para muitas empresas e pequenos produtores, o que levou a adaptação de modelos de máquinas com diferentes princípios, como os tratores agrícolas, que tem sido a alternativa encontrada por empresas florestais de pequeno e médio porte, bem como produtores independentes de madeira ou produtores ligados a empresas por meio de contratos de fomento florestal para a mecanização de suas atividades florestais. Decorre que tais máquinas, com suas adaptações, expõem seus operadores ao risco de desenvolvimento de doenças ocupacionais ao não levar em consideração a adequação do trabalho as características psicofisiológicas dos trabalhadores.

Nesse contexto surge a ergonomia, que estuda a adaptação do trabalho ao trabalhador, analisando suas condições de saúde e segurança buscando medidas de aperfeiçoamento. Para Lima (2015) além de estudar a adaptação do trabalho às características antropométricas, essa ciência considera a parte psicológica dos trabalhadores e seu rendimento no trabalho. A ergonomia no setor florestal fez evoluir de forma significativa a qualidade de vida dos operadores florestais em comparação com os que realizam suas atividades com métodos semimecanizados.

As lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT) são um conjunto de afecções que acometem músculos, tendões, bainhas, nervos e articulações, principalmente dos membros superiores (braço, antebraço, punho e mão) e coluna vertebral (cervical, torácica, lombar) decorrentes de sobrecarga no sistema musculoesquelético (BRASIL, 2001).

Essas lesões causam distúrbios nos trabalhadores que, na maioria das vezes, são seguidas por dores crônicas. Seguindo essa condição, os trabalhadores são obrigados a se afastarem do trabalho e conseqüentemente as empresas ficam sujeitas a problemas como a redução da produtividade, aumento da rotatividade, custos relacionados a tratamento médico, fisioterapêutico, psicológico e reintegração do trabalhador, entre outros.

O ser humano possui a capacidade de se adaptar a diversas condições impostas pelo trabalho, como a utilização de ferramentas e equipamentos ergonomicamente mal projetados. Nesse ínterim, a biomecânica estuda as interações entre o trabalho e o ser humano, sob o ponto de vista dos movimentos musculoesqueléticos envolvidos e suas conseqüências, analisando basicamente a questão das posturas corporais no trabalho e a aplicação de forças envolvidas (IIDA; BUARQUE, 2016). Vale ressaltar que essa análise ergonômica tem uma base mecânica, segundo a qual o corpo humano pode ser dividido em seis grandes alavancas, ou seja,

antebraços, braços, tronco, coxas, pernas e pés. O ponto de giro dessas alavancas são as principais articulações do corpo, a saber: punhos, cotovelos, ombros, coxofemorais, joelhos e tornozelos (REBELATTO et al., 1989).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi realizar uma avaliação biomecânica da atividade de arraste de árvores com a utilização de máquinas adaptadas, a fim de identificar os riscos ergonômicos aos quais os trabalhadores estão expostos.

2. Material e métodos

Este estudo foi realizado em uma empresa florestal localizada no Município de Santa Maria das Barreiras, na mesorregião do Sudeste Paraense e integrante da Microrregião de Conceição do Araguaia, Pará, Brasil, latitude 08° 52' 12" Sul e longitude 49° 42' 57" Oeste e altitude de 165 metros. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é equatorial superúmido, tipo Am, no limite de transição para o Aw com temperatura média anual em torno de 26,5 °C e índice pluviométrico anual de 1.968 milímetros (CLIMATE-DATA, 2019).

Para a avaliação biomecânica da atividade de arraste de árvores de eucalipto oriundo de reflorestamento foi analisado um trabalhador com massa de 86,4 kg e estatura de 1,76 m, operando um trator agrícola da marca Valtra, modelo BM 110, versão 4x4 sem cabine, com capota, fabricado no Brasil, sendo adaptado para a extração de árvores com a utilização de um mini skidder de marca TMO, modelo MSKD TP60 (Figura 1). O trabalhador foi informado 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.



Figura 1 – Máquina utilizada para o arraste de árvores
(Fonte: <http://www.tmo.com.br>)

Para o entendimento do dia típico de trabalho foram realizadas observações sistemáticas *in loco*, tendo sido utilizadas filmagens e fotografias, permitindo assim, aumentar a precisão dos

dados, prolongando a duração das observações. Procurou-se dialogar informalmente com os trabalhadores objetivando obter informações a respeito das atividades por eles executadas. Os trabalhadores responderam um questionário devidamente estruturado para caracterização da organização do trabalho. A partir das observações foi possível ainda avaliar as posturas e os movimentos adotados pelos trabalhadores durante a realização da atividade. Após essas observações e o entendimento da atividade de arraste das árvores, esta foi dividida em 02 (duas) fases, apresentadas na Tabela 1.

Fases	Descrição das atividades
Fase 1	Consiste em posicionar a máquina de ré junto as toras de madeira, engatá-las na pinça skidder e, em seguida, transportá-las até o local indicado do empilhamento da madeira e realizar seu desengate.
Fase 2	Após deixar a madeira no local indicado, o operador retorna, com o conjunto vazio, para o local de extração afim de realizar novo ciclo

Tabela 1 - Fases da atividade de arraste de madeira

Para a avaliação das condições biomecânicas do trabalho com as máquinas, foi utilizado o *check-list* para avaliação simplificada das condições biomecânicas do posto de trabalho proposto por Couto (2002), para avaliação do fator biomecânico no risco para distúrbios musculoesqueléticos de membros superiores relacionados às condições de trabalho. Este questionário estruturado avalia a sobrecarga física, a carga de força com as mãos, a postura de trabalho, a repetitividade e organização do trabalho e as ferramentas ou instrumentais de trabalho do operador. O instrumento é composto por 12 perguntas relacionadas às características do trabalho. Para cada pergunta há uma combinação de respostas SIM ou NÃO, onde é obtido um escore, interpretado conforme a Tabela 2.

Pontuação	Condição Biomecânica
11 a 13	Excelente
8 a 10	Boa
6 a 7	Razoável
5 a 6	Ruim
< 5	Péssima

Tabela 2 - Score para classificação das condições biomecânicas do trabalho

A avaliação biomecânica foi feita através de análise tridimensional das várias fotos, em vários ângulos, retiradas no momento da execução das atividades com a câmera fotográfica. Através das imagens foi possível analisar os ângulos formados pelas articulações em todo o corpo e a força de compressão no disco entre as vértebras Lombar 5 e Sacral 1 (L₅-S₁) da coluna vertebral

Uma vez escolhidas as etapas que caracterizam a atividade de arraste das árvores, definidos os ângulos e as características antropométricas de altura e peso do trabalhador em estudo, foi inserido no programa computacional de Modelo Biomecânico Tridimensional de Predição de Posturas e Forças Estáticas (3DSSPP™) versão 6.0.6, desenvolvido pela Universidade de Michigan, dos Estados Unidos (UNIVERSITY OF MICHIGAN, 2011).

Para realização da análise, foram fornecidos os ângulos de cada uma dessas articulações durante a execução da operação, vistos por diferentes posições. Além disso, foram fornecidos os dados de magnitude e direção das forças utilizadas, e os dados antropométricos de altura e peso do trabalhador.

O programa computacional forneceu a carga limite recomendada, que corresponde ao peso que mais de 99% dos homens e 75% das mulheres em boas condições de saúde conseguem suportar. Essa carga limite induz a uma força de compressão (em Newtons - N) 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. Ainda, para cada articulação avaliada foi fornecido pelo programa o percentual de trabalhadores capazes de exercer a atividade sem o desenvolvimento de lesões osteomusculares, representando o potencial lesivo ao trabalhador em cada fase da atividade.

3. Resultados e discussão

A máquina avaliada foi desqualificada já na etapa inicial da avaliação das condições biomecânicas do posto de trabalho, indicando possuir condição biomecânica péssima. Os pontos de desqualificação foram o trabalho com desvio postural extremo, a posição sentada em assento mal dimensionado associada ao trabalho com desvios do tronco muito forçados, além de níveis elevados de ruído e vibração.

Essa péssima condição biomecânica é decorrente de posição e trabalho com o tronco muito flexionado e posto de trabalho inadequado, levando a desvios posturais forçados e exposição a agentes ambientais (ruído e vibração). De acordo com os resultados deste e de outros estudos (FONTANA; SEIXAS, 2007; MINETTE et al., 2008), os postos de trabalho das máquinas florestais, quer seja aquelas conceitualmente florestais quer seja as adaptadas, necessitam de intervenções ergonômicas para adequação ao biótipo do trabalhador brasileiro.

Durante o desenvolvimento de suas atividades, os operadores são obrigados a adotar posturas prejudiciais à saúde, que podem causar distúrbios, dores e desconfortos. Observou-se a necessidade de fazer inclinações e rotações com o tronco e pescoço, os quais levam a um aumento de pressão nos discos intervertebrais. De acordo com Couto (2002), os distúrbios dos discos intervertebrais são mais graves e podem ocasionar dor muito forte e extremamente incapacitante, gerando afastamentos prolongados e comumente incapacidade permanente.

As posturas típicas para cada uma das fases da atividade analisada encontram-se na Figura 2.

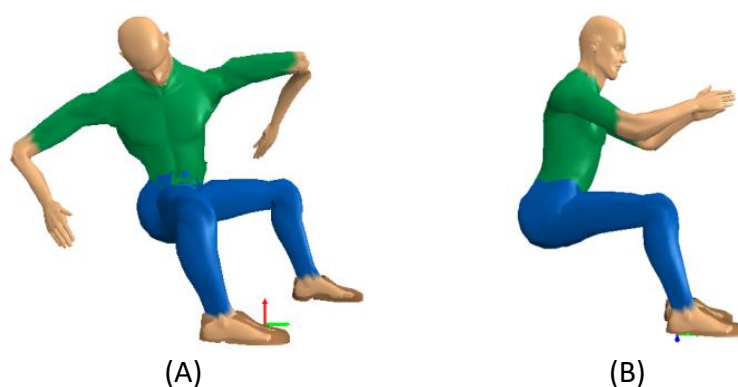


Figura 2 – Posturas típicas para a atividade de arraste de madeira, sendo: (A) Fase 1; (B) Fase 2

Após analisar as forças aplicadas nas diferentes articulações e no disco L₅-S₁ da coluna vertebral do trabalhador avaliado, os valores de compressão neste disco e os percentuais de indivíduos adultos capazes para cada uma das articulações analisadas (aptos a desenvolverem as atividades sem risco de adoecimento) são apresentados na Tabela 3, sugerindo não existir risco de lesões para a coluna do operador em nenhuma das fases da atividade.

Fases da Atividade	Tempo na Postura (%)	Força de compressão L ₅ -S ₁ (Newtons)	Articulação	Percentual de capazes nas articulações %
Fase 1	50	2.558	Punho	96
			Cotovelo	100
			Ombro	0
			Tronco	100
			Quadril	99
			Joelho	3
			Tornozelo	17
Fase 2	50	2.452	Punho	95
			Cotovelo	100
			Ombro	97
			Tronco	99
			Quadril	96
			Joelho	85
			Tornozelo	23

Tabela 3 – Resultado da avaliação biomecânica para a atividade de arraste de madeira

Ao se analisar os riscos de lesões nas articulações para as diferentes atividades avaliadas, verificou-se que, de modo geral, todas as fases da atividade se destacaram por apresentar elevado risco de lesões para as articulações dos membros inferiores, principalmente nos joelhos e tornozelos. Negativamente, merece destaque a fase 1, onde nenhum dos trabalhadores é capaz de exercer essa função sem risco de lesões para as articulações do ombro. Por fim, todas as fases da atividade apresentaram algum risco de lesão as articulações dos punhos, tronco e quadril dos trabalhadores.

Apenas as articulações dos cotovelos não apresentam riscos de lesão articular, condição essa verificada em todas as fases da atividade avaliada. Isso significa que 100% dos indivíduos adultos capazes (não portadores de doenças prévias) são capazes de desenvolver a atividade sem o risco do desenvolvimento de lesões nessas articulações.

Destarte esse elevado risco de desenvolvimento de lesões, o ser humano possui grande capacidade para adequar às condições de exposição que lhe são impostas, adaptando-se rapidamente às novas situações. Assim, estes têm capacidade para manusear máquinas, ferramentas e equipamentos ergonomicamente mal projetados, suportando posições incômodas e inadequadas durante o trabalho por um tempo relativamente longo. No entanto, para Chaffin et al. (2001), quando o trabalhador realiza um trabalho em condições insalubres, há perdas na produtividade e sua saúde pode ser severamente prejudicada.

A sobrecarga postural e o trabalho estático podem gerar fadiga muscular, transtornos musculoesqueléticos, compressão de estruturas nervosas e até mesmo o agravamento de lesões prévias nos tecidos moles (músculos e ligamentos) dos membros inferiores (COUTO, 2002). Ainda, de acordo com o autor, as funções que exigem movimentos repetitivos de flexão associada à rotação de tronco e posturas de trabalho estáticas e assimétricas também são importantes fatores de risco para a ocorrência de lesões nas articulações. A adoção de posturas incorretas no trabalho florestal, tanto esporádica quanto continuada, em todas as fases da atividade avaliada neste estudo, podem provocar dores, deformar as articulações e causar artrites, além da possibilidade de incapacitar o trabalhador.

Estudos realizados por Fagundes et al. (1998) indicaram que as principais áreas do corpo

afetadas dos operadores de máquinas florestais são punhos, mãos, ombro e pescoço. A persistência da dor nessas regiões está relacionada com a utilização dos membros superiores na atividade laboral do operador de máquina da colheita florestal.

Para TORRES et al., (2014), a sobrecarga postural nos trabalhadores se caracteriza quando este se encontra fora da posição corporal neutra por um determinado período de tempo, favorecendo o surgimento de fadiga muscular, dores, inflamações e até lesões nos músculos e ligamentos dos membros inferiores chegando até mesmo a ocasionar a invalidez permanente para o trabalho. Ainda segundo RIVAS (1998), a fadiga pode acarretar também o aparecimento de tremores, que contribuem para a ocorrência de erros na execução das atividades e, conseqüentemente, a predisposição a acidentes de trabalho.

Um dos causadores de tais distúrbios pode estar associado ao caráter repetitivo das tarefas, porém não é o único elemento a que se atribui essas disfunções musculoesqueléticas. Essas disfunções podem ter relações com a postura e com a força exigidas pelas tarefas e fatores ambientais, como a temperatura ambiente e os terrenos irregulares. Além disso, os aspectos mentais e psicológicos e relacionados à organização do trabalho podem também se associar a tais lesões (BOSCHMAN et al., 2012).

Montmollin (1990) define condições de trabalho como tudo o que caracteriza uma situação de trabalho que permite ou impede a atividade dos trabalhadores. As condições de trabalho na atividade de arraste de árvores com máquinas adaptadas exigem grande esforço físico do trabalhador, podendo causar desconforto durante a execução das operações. Estes trabalhos muitas vezes são realizados de forma incorreta e com intensidade elevada, podendo gerar futuramente um déficit na saúde concorrendo para a ocorrência de LER/DORT (FIEDLER et al., 1999).

Para a realização da atividade estudada, a boa postura é fundamental para evitar sobrecargas biomecânicas. Porém, face as características intrínsecas da atividade analisada, não tem sido possível a obtenção de um bom posicionamento durante a realização da mesma, o que leva importantes alterações biomecânicas que são prejudiciais para o organismo dos trabalhadores. Para realizar um movimento, as articulações devem ser conservadas, tanto quanto possível, na sua posição neutra, sendo necessária uma reeducação postural. Nessa posição, os músculos e ligamentos que se estendem entre as articulações são tensionados o mínimo. Além disso, os músculos são capazes de liberar a força máxima, quando as articulações estão na posição neutra (DUL e WEERDMEESTER, 2004).

4. Conclusões

Nas condições em que este estudo foi realizado, é possível concluir que:

- A máquina avaliada apresentou padrão ergonômico extremamente deficiente.
- A atividade avaliada apresenta elevado risco biomecânico de desenvolvimento de LER/DORT nos trabalhadores que a desempenham.
- Tal risco está associado, principalmente, a movimentos repetitivos de flexão associada à rotação de tronco e posturas de trabalho estáticas e assimétricas.
- Atenção deve ser dada aos membros inferiores (joelhos e tornozelos) e superior (ombro), devido a posturas forçadas, inadequadas e por longos períodos de tempo, os quais apresentaram elevado risco de desenvolvimento de lesões em suas articulações.

5. Referências

BOSCHMAN, J. S.; MOLEN, H. F. V. M.; SLUITER, J. K.; DRESEN M. H. W. F. Musculoskeletal disorders among construction workers: a one-year follow-up study. **BioMed Central Musculoskeletal Disorders**, v. 13, p. 196, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Instrução Normativa INSS/DC Nº 98, de 05 de dezembro de 2003**. Norma Técnica sobre Lesão por esforços repetitivos – LER ou Distúrbios Osteomusculares relacionados ao Trabalho – DORT. Dezembro de 2003. Disponível em: <http://www.prt21.mpt.gov.br/fepmat/inst_normativa.htm>. Acesso em: 19 de Set. 2019.

CHAFFIN, B.D.; ANDERSON, B.J.G.; MARTIN, J.B. **Biomecânica Ocupacional**. 3. ed. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2001.

CLIMATE-DATA, 2019. **Clima Santa Maria das Barreiras**. Disponível em: <<https://bit.ly/2lJaU25>>. Acesso em 16 set., 2019.

COUTO, H.A. **Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 lições**. Belo Horizonte: ERGO, 2002. 202 p.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: 2 ed. Edgar Blucher, 2004.

FAGUNDES, S. B. R.; GOMES, L. V. N.; MEDEREIROS, L. M. S. Joystick: uma tendência nas máquinas florestais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 1998, Niterói. **Anais...** Disponível em: < <https://bit.ly/2lJlcY> >. Acesso em: 19 Set. 2019.

FIEDLER, N.C.; SOUZA, A.P.; MINETTI, L.J.; MACHADO, C.C.; TIBIRIÇÁ, A.C.G. Análise de posturas na colheita florestal. **Revista Árvore**, v. 23, n. 4. p. 435-441, 1999.

FONTANA, G.; SEIXAS, F. Avaliação ergonômica do posto de trabalho de modelos de “Forwarder” e “Skidder”. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 71-81, 2007.

Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ. 2017. **Anuário IBÁ 2017**: ano base 2016. Pöyry Consultoria em Gestão e Negócios Ltda, Brasília, DF, Brasil.

IIDA, I.; BUARQUE, L. **Ergonomia: projeto e produção**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2016. 850 p.

LIMA, C. F. **Estudos Ergonômicos e Levantamento de Riscos Na Colheita Florestal Mecanizada com “Harvester”**. 2015. 39f. Faculdade Internacional Siguinorelli. Pós-Graduação Lato Sensu, Monografia (Especialização). Barbacena, Minas Gerais. 2015.

MINETTE, L.J.; SOUZA, A.P.; SILVA, E.P.; MEDEIROS, N.M. Postos de trabalho e perfil de operadores de máquinas de colheita florestal. **Revista Ceres**, v. 55, n. 1, p. 66-73, 2008

MONTMOLLIN, M. **A ergonomia**. Lisboa: Gráfica Manuel Barbosa & Filhos, 1990.

REBELATTO, J. R., COTEGIL, H. J., ADAMS, N. L. Avaliação comparativa do modelo OWAS (Ovako Work Postures Analyses System) e modelo biomecânico em situações ocupacionais envolvendo movimentos de tronco e manuseio de cargas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 4., 1989, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABERGO/FGV, 1989. p. 375-386.

RIVAS, R.R. Algunos critérios ergonômicos sobre la fadiga e el descanso. **Salud Ocupacional**, p. 16- 22, 1998.

SILVA, M.L.; MIRANDA, G.M.; CORDEIRO, S.A.; LEITE, E.S. Custos. In: MACHADO, C.C. (Org.) **Colheita Florestal**. Viçosa: Ed. UFV, 2014. P. 253-287.

TORRES, B. P. L.; MUÑOZ, E. L. G.; RODRIGUEZ, C. C.; LÓPEZ, E. O. Evaluación de sobrecarga postural en trabajadores: revisión de la literatura. **Ciencia & Trabajo**, v. 16, n. 50, p. 111-115, 2014.

UNIVERSITY OF MICHIGAN. **3D Static strenght prediction program**: version 6.0.6 – user’s manual. Michigan, Universidade de Michigan, Centro de Ergonomia, 2011. 120 p.