

Avaliação ergonômica de um trator florestal Forwarder, utilizado na colheita florestal mecanizada

Stanley SCHETTINO (Universidade Federal de Minas Gerais) schettino@ufmg.br

Luciano José MINETTE (Universidade Federal de Viçosa) minette@ufv.br

Carolina Freitas SCHETTINO (Universidade Federal de Santa Catarina) carolinafschettino@gmail.com

Denise Ransolin SORANSO (Universidade Federal de Viçosa) denise_soranso@hotmail.com

Resumo:

Este estudo pretendeu demonstrar que a tecnificação dos processos de colheita florestal, embora tenha contribuído para reduzir a carga de trabalho e os índices de acidentes de trabalho, não foi capaz de eliminar os riscos de injúrias aos trabalhadores envolvidos nessas atividades. Foi analisado o trator florestal Forwarder (marca John Deere, modelo 1710D), operando nos Estados de Minas Gerais e Paraná, Brasil. Como parâmetros, foram utilizados os seguintes: acesso à cabine; comandos e instrumentos; assento; cabine (posto de trabalho); climatização da cabine; visibilidade; iluminação; ruído; vibração; e exaustão de gases e poeiras. Estes parâmetros foram avaliados segundo a lista de verificação (*checklist*) proposto por ALMQVIST et al. (2006). Em seguida, foram classificados, de acordo com o perfil ergonômico, em cinco classes, de A (melhor condição ergonômica) até E (pior condição ergonômica), segundo as diretrizes europeias de ergonomia e segurança em máquinas florestais (GELLERSTEDT, 2006), tendo o Forwarder recebido classificação B. Isto demonstra que, embora seja uma máquina com elevado padrão tecnológico e possua índices de segurança satisfatórios, apresenta, ainda, um projeto ergonômico que deixa lacunas, significando que os riscos ergonômicos de injúrias aos operadores são existentes em maior ou menor grau.

Palavras chave: Ergonomia, Mecanização florestal, Saúde do trabalhador.

Ergonomic evaluation at Forwarder forestry machine, used in the mechanized forestry harvesting

Abstract

This study wanted to show that technification of the forestry harvesting processes have contributed to a reduction in the labor and the number of labor accidents, not been capable of eliminating the risks of injuries to the workers involved in this activity. The forest machine analyzed was Forwarder (John Deere brand, model 1710D), been used in the states of Minas Gerais and Parana, Brazil. The parameters were the following: access to the pit, commands and instrument, seating, pit (place of work), climatization of the pit, visibility, noise, illumination, vibration, gas and dust fumes. These parameters were checked accordingly to checklist proposed by ALMQVIST et al. (2006). After that, there were classified accordingly to the ergonomic profiles in five classes, from A (the best ergonomical condition) until E (the worst ergonomical condition), de European framework of ergonomics and safety in harvesting forestry equipment (GELLERSTEDT, 2006), having Forwarder taking a B classification. This shows those therefore is a machine with a high technological standard and have satisfactory levels of safety, there is an ergonomical project with gaps, meaning that the risks of injuries exist in a smaller or bigger degree.

Key-words: Ergonomics, Forestry mechanization, Workers' health.

1. Introdução

A ergonomia tem por objetivo a adaptação do trabalho ao trabalhador. Segundo WISNER (1994), a ergonomia tem duas finalidades principais: a) a melhoria e conservação da saúde dos trabalhadores, e b) concepção e funcionamento satisfatório do sistema técnico, do ponto de vista da produção e da segurança. A pesquisa a respeito de fatores humanos e condições de trabalho nas empresas florestais tem por objetivo aperfeiçoar métodos e técnicas operacionais, de modo a assegurar condições seguras, confortáveis e saudáveis no ambiente de trabalho. O conhecimento dessas condições de vida e busca constante de sua melhoria influencia diretamente a satisfação do trabalhador, levando ao aumento da produtividade e da qualidade do trabalho (SANT'ANNA et al., 2000).

Uma grande demanda pelos produtos de origem florestal, entretanto, contribuiu para uma mecanização intensiva do setor, visando a um aumento na produtividade e redução nos custos de produção. A colheita foi a fase do processo produtivo florestal que mais sofreu alterações devido à introdução de tratores florestais para o corte e a extração de madeira. Embora o processo tenha sido extremamente tecnificado, durante a realização dessas atividades, os operadores ficam expostos a condições adversas vindas do meio ambiente (temperatura, umidade, poeira, etc.) e da máquina (ruídos, vibrações, postura, gases, temperatura, etc.), sendo as últimas decorrentes do projeto da máquina (LIMA et al., 2005).

No Brasil, a maior parte das pesquisas a respeito do trabalho florestal tem enfatizado as atividades com elevada exigência de esforço físico, tais como corte de árvores com machado ou motosserra, carregamento e descarregamento de madeira, bem como o carvoejamento. Com isso, predominam as avaliações de esforço físico, estudos de ritmo de trabalho, avaliações biomecânicas e antropométricas dos trabalhadores florestais (SANT'ANNA et al., 1997; MINETTE et al., 1998; FIEDLER et al., 1999). Recentemente, com a crescente mecanização das operações florestais, têm surgido as primeiras avaliações ergonômicas de máquinas florestais. Das máquinas florestais em uso no País, pode-se dizer que há uma grande amplitude de variação entre os diversos modelos, pois existem nacionais e importadas, de pneus e de esteiras, específicas e adaptadas e, ainda, para sistemas de colheita para toras curtas e para árvores inteiras.

A frequência de dores lombares e tendinites em pessoas que executam o trabalho florestal, tanto em posição sentada como em pé, é fator primordial no absenteísmo repetido e prolongado do trabalhador, e causa difíceis problemas para a sua reclassificação profissional. A frequência destes distúrbios leva a suspeitar de uma não correta adaptação da máquina ao homem, bem como de posturas de trabalhos incorretas dos trabalhadores. O planejamento incorreto de um sistema de trabalho, bem como das máquinas, ferramentas e meios auxiliares, impõe ao operador solicitações excessivas e desnecessárias, acarretando problemas de lombalgias, de tendinites, de conforto, de fadiga precoce, de produtividade e de incidência de erros na execução do trabalho (MINETTE et al., 2011).

Por tais razões, este estudo pretende demonstrar que a tecnificação dos processos de colheita florestal, embora tenha contribuído para reduzir a carga de trabalho e os índices de acidentes de trabalho, não foi capaz de eliminar os riscos de injúrias (acidentes do trabalho e desenvolvimento de doenças ocupacionais relacionadas ao trabalho) aos trabalhadores envolvidos nessas atividades.

2. Material e Métodos

Os dados foram coletados em um município da região do Vale do Rio Doce, Estado de Minas Gerais, com as seguintes coordenadas geográficas: 18°48'45'' latitude sul e 42°56'15'' longitude oeste, altitude de 778 metros, em uma empresa florestal que utiliza madeira de eucalipto para a produção de celulose. O clima da região é tropical chuvoso de savana (inverno seco e chuvas máximas no verão), sendo que a estação chuvosa ocorre entre os meses de outubro e março.

Adicional e complementarmente, alguns dados também foram coletados em um município da região dos Campos Gerais, Estado do Paraná com as seguintes coordenadas geográficas: 24°47'27'' latitude sul e 50°00'43'' longitude oeste, altitude de 988 metros, em uma empresa florestal que utiliza madeira de pinus para a produção de painéis de madeira reconstituída, bem como comercializa o excedente de produção. O clima é subtropical úmido com ocorrência de geadas e ocasionalmente neve, com predominância de baixas temperaturas durante o inverno e o outono e temperaturas amenas durante o verão e a primavera.

Em ambas as empresas amostradas, a colheita florestal mecanizada é realizada através do sistema de toras curtas (*cut to length*), sistema em que, de acordo com MACHADO et al. (2008), a árvore é processada no local da derrubada, sendo transportada para a margem da estrada ou para o pátio temporário (baldeio) em forma de pequenas toras, com menos de seis metros de comprimento. A máquina utilizada em ambos os casos é o Fowarder, marca John Deere, modelo 1710D. Trata-se de máquina desenvolvida exclusivamente para o setor florestal, fabricado na Suécia e importado para o Brasil.

A máquina foi avaliada em relação aos aspectos ergonômicos citados a seguir, segundo a lista de verificação (*checklist*) de ALMQVIST et al. (2006), sendo que os itens sujeitos a avaliação qualitativa foram classificados em relação à sua adequação aos padrões ergonômicos recomendados.

Com relação ao acesso à cabine, foram avaliadas a existência de escada, altura do primeiro degrau em relação ao solo, presença de quinas “vivas”, a condição dos degraus e a facilidade de acesso. Foram utilizadas listas de verificação (*checklists*) e trena de 5,0 m.

Por sua vez, a análise dos comandos e instrumentos levou em conta a descrição dos comandos e instrumentos da cabine, com base na lista de verificação (*checklist*).

Ao analisar o assento da máquina, foram avaliadas as possibilidades e facilidades de regulagem do assento em três eixos: vertical (Y), horizontal (X) e do encosto (Z).

A cabine foi avaliada de acordo com os critérios de conforto e segurança, com base em lista de verificação (*checklist*). Também, verificou-se o sistema de climatização da cabine, com base em lista de verificação (*checklist*).

Foi avaliada, por meio de entrevista, a capacidade do operador enxergar com clareza a base e o topo do feixe de toretes a ser manuseado com a máquina, verificando-se o aspecto de visibilidade.

Com relação a iluminação, foram avaliados os seguintes itens: quantidade e distribuição das luzes; qualidade das luzes; possibilidade de regulagens; e facilidade para reposição das lâmpadas. Também foram avaliados os níveis de visibilidade noturna das árvores e do terreno ao entorno da máquina.

Para análise do ruído, utilizou-se um decibelímetro digital, na cabine de operação, para medição

de ruído, tendo sido o aparelho fixado à poltrona, próximo ao ouvido do operador. Os valores obtidos foram confrontados com os limites máximos de exposição determinados pela Norma Regulamentadora N° 15 - Atividades e Operações Insalubres, do Ministério do Trabalho e Emprego, conforme Portaria N° 3.214, de 08/07/1978.

Foram avaliadas, por meio de entrevista aos operadores, as vibrações do corpo inteiro e dos membros superiores.

Finalmente, foram verificadas as possibilidades de contato do rosto do operador com a poeira e com os gases oriundos do escapamento, a vedação da cabine e o direcionamento dos gases, com base em lista de verificação (*checklist*).

A máquina florestal analisada foi classificada, de acordo com o perfil ergonômico, em cinco classes, de A (melhor condição ergonômica) até E (pior condição ergonômica), segundo as diretrizes europeias de ergonomia e segurança em máquinas florestais (GELLERSTEDT, 2006), especificadas na Tabela 1.

Classificação ergonômica	Descrição
A	Apresenta produtividades elevadas ao longo de todo o ano, em todos os tipos de terrenos e condições de florestas. Elevado nível de segurança. Manutenção fácil e realizada com segurança.
B	Apresenta produtividades elevadas, mas somente em condições melhores que na classe anterior (ex.: terrenos planos, florestas de altíssima produtividade e/ou condições climáticas favoráveis). Mesmo nível de segurança mas, por outro lado, em padrões menos elevados que na classe A.
C	Apresenta produtividades elevadas em menos tempo, em condições de solo e floresta melhores e/ou em condições climáticas melhores que na classe B. Mesmo nível de segurança mas, por outro lado, em padrões menos elevados que na classe B.
D	Difícilmente apresenta produtividades elevadas, em qualquer condição de solo e floresta e/ou em condições climáticas. Apresenta baixos padrões de segurança, com risco de injúrias ao operador.
E	A máquina não satisfaz as normativas europeias de segurança e/ou apresenta sérias falhas, capazes de expor o operador a riscos iminentes de injúrias. A máquina não deve ser utilizada até que os problemas sejam corrigidos e o mesmo possa ser classificado dentro das classes anteriores.

Fonte: GELLERSTEDT (2006)

Tabela 1 – Classificação ergonômica europeia das máquinas florestais segundo princípios de ergonomia, saúde e segurança dos operadores

3. Resultados

Os resultados encontrados na avaliação ergonômica do acesso à cabine do Forwarder foram os seguintes: degraus - possui três degraus de ferro, sem quinas “vivas”, sendo a altura do chão ao primeiro degrau igual a 40 cm; escada hidráulica móvel (retrátil); porta - o acesso a cabine é apenas pelo lado esquerdo, é necessário passar sobre os pneus para abrir a porta, cujo ângulo de abertura foi considerado pequeno e pesada para abrir e fechar; janela - possui saída de emergência do lado direito, a janela traseira pode ser removida, cabine fechada; plataforma - não possui corrimão, mas tem “pegas”, não é escorregadia, não é iluminada e não é de fácil limpeza. Por todos esses aspectos, recebeu, para este item, a classificação ergonômica D.

Por sua vez, a avaliação ergonômica dos comandos e instrumentos apresentou o seguinte resultado: controles – três; tipo de empunhadura – joystick; alcance dos comandos - todos

dentro da área de alcance ótimo, exceto alguns botões; comunicação remota – existente, via rádio; rádio (entretenimento) – existente; acionamentos acidentais – sem ocorrências registradas; pedais – três; distância dos pedais – 8,0 cm (por dentro); posicionamento do painel e controles – ajustáveis; agrupamento e codificação dos botões desenhados para evitar confusão ou operação inadequada – sim. Itens presentes no painel frontal: luzes de perigo; buzina; escada; acionamento roda traseira; engate roda traseira; rotação; lavador e limpador de para-brisa; limpador das janelas laterais; parada de emergência; farol dianteiro; indicador farol dianteiro luzes; TMC (sistema de gerenciamento eletrônico da máquina); luzes pisca-pisca; movimentação da grade; alívio da trava torcional; freio de estacionamento. Itens presentes no painel superior: luz de cabine; farol de serviço; farol de trilha; farol de trabalho dianteiro; farol de trabalho esquerdo; farol de trabalho direito; farol de trabalho direito e esquerdo; farol de trabalho traseiro; farol de trabalho canto inferior da cabine; farol de trabalho do carregador; circulação interna de ar. Luzes de advertência existentes: pisca-alerta; farol alto e farol de trabalho; carga da bateria; pressão de óleo do motor diesel; freio de estacionamento; pressão de carga do sistema de freio; pressão de alimentação do sistema hidráulico da direção. Embora os comandos estivessem em língua inglesa, conforme a metodologia proposta recebeu, para o item controles e instrumentos, a classificação ergonômica B.

Ao analisar o assento da máquina, foram verificados os seguintes itens: altura do assento – 97 cm; distância entre apoios de braços – 48 cm; regulagem dos apoios de braços – existente, seguindo as regulagens do assento; assento – giratório, possui amortecedor hidráulico, apoio das costas, almofadado, inclina em duas direções, não encapado e possui cinto de segurança. Como resultado desta avaliação, recebeu a classificação ergonômica C.

Por sua vez, a cabine do Forwarder foi assim avaliada: altura – 179 cm; largura – 128 cm, comprimento – 170 cm; distância do joelho do operador ao final da cabine – 26 cm; piso – plástico (forração); espaço para estojo de primeiros socorros, manuais das máquinas e itens pessoais – existente; facilidade de limpeza da cabine – difícil; objetos que possam vaziar óleo ou causar ferimentos ao operador – ausentes; outros itens existentes na cabine - extintor de incêndios portátil, filtro de ar exterior e mapa de riscos de acidentes. Como conjunto desta avaliação, recebeu a classificação ergonômica B.

Quanto ao aspecto da climatização da cabine, os resultados encontrados mostraram o seguinte: sistema de climatização – ar condicionado; termostato – sim; controle de velocidade do ar – 03 velocidades; filtros – sim (anti-pólen); tempo de resposta – rápido. Por essas características, recebeu a classificação ergonômica B.

Ao avaliar o aspecto da visibilidade, ficou claro que seus vidros frontais (estreitos, porém compridos) oferecem boa condição de visibilidade quando em deslocamento para frente. Quando da operação de carregamento ou descarregamento de madeira no campo, observa-se obstruções na linha de visibilidade do operador causada principalmente pelo equipamento de suporte da grua (torre), pela própria grua e pelo malhal dianteiro da caixa de carga. Pode-se afirmar que a condição ergonômica de visibilidade desta máquina não é ideal, tendo recebido classificação ergonômica C.

No que diz respeito à iluminação, possuindo 04 faróis frontais de trabalho, 03 de trabalho em cada lateral, 02 traseiros de trabalho, 02 de trabalho na grua, 02 frontais de deslocamento e 02 inferiores em cada lateral (todos de xenon), além de iluminação no compartimento do motor, o Forwarder demonstrou ser uma máquina projetada para trabalhar tanto durante o dia quanto a noite. No trabalho noturno, o operador tem plena visão das toras que serão carregadas (quando ainda no chão). Entretanto, a visão é prejudicada pelos obstáculos existentes na máquina,

destarte o excelente conjunto de iluminação presente. Assim, recebeu a classificação ergonômica C.

O Forwarder apresenta baixos níveis de ruído, sempre abaixo de 85 dB(A), limite máximo admitido pela legislação trabalhista brasileira, para uma jornada de oito horas, sem o uso de protetores auriculares. Ou seja, para operação desta máquina, não é necessário que o operador utilize protetores auriculares. Assim, no quesito ruído, recebeu a classificação ergonômica B.

Indagados a respeito da vibração, os operadores relataram que praticamente não sentem desconforto decorrente da vibração, levando a classificação ergonômica B.

Os resultados encontrados na avaliação ergonômica do sistema de exaustão de gases e poeiras da cabine do Forwarder foram os seguintes: escapamento acima do nível da cabine; os gases são emitidos em direção contrária ao operador; o projeto da máquina previne a entrada de gases na cabine; e quando a cabine está fechada, o operador está livre da exposição a gases e poeiras. Como resultado, recebeu a classificação ergonômica B.

Analisando conjuntamente os resultados de todas as variáveis estudadas, o Forwarder foi classificado como sendo de condição ergonômica B, segundo as diretrizes europeias de ergonomia e de segurança para máquinas florestais (GELLERSTEDT, 2006), significando que o trabalho utilizando esta máquina pode ser altamente produtivo e seguro mas, em situações florestas menos produtivas, topografia menos favorável e, ou, condições climáticas adversas, pode apresentar algum risco ergonômico de injúria ao operador, bem como um pequeno risco de ocorrência de acidentes.

4. Discussão

A máquina avaliada, embora largamente utilizada no setor florestal brasileiro, apresentou lacunas ergonômicas em todos os itens avaliados, principalmente no que diz respeito ao acesso a cabine, comandos e assentos. Esta constatação permite inferir que embora a mecanização das atividades florestais tenha contribuído para a ocorrência de acidentes de trabalho típicos, tal processo ainda não eliminou totalmente tais ocorrências, havendo uma migração para as doenças ocupacionais, as LER/DORT (lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho).

Segundo Fernandes et al. (2010), o posicionamento e as características das vias de acesso ao posto de operação da máquina podem, muitas vezes, ser causa de acidentes. As dimensões dos degraus, a distância entre eles, a altura do primeiro degrau ao solo e a distância vertical do último degrau à plataforma da máquina devem ser projetados de acordo com as variáveis antropométricas dos operadores das máquinas. Além disso, o acesso mal projetado também pode constituir obstáculo para operadores mais velhos (SKOGFORSK, 1999). De fato, este parece ser um problema recorrente no setor florestal, conforme os resultados encontrados por Minette et al. (2008), ao avaliarem 13 máquinas de colheita florestal, concluíram que todas estavam com as variáveis de acesso ao posto de trabalho fora dos valores indicados nas normas de referência.

A máquina avaliada neste estudo também apresentou deficiências quanto aos comandos e instrumentos, uma vez que sua localização deve ser projetada de forma que os braços os alcancem dentro de seu raio normal de ação, sem que o operador precise curvar o dorso ou deslocar o corpo, evitando-se assim, maior fadiga e maior tempo na execução das tarefas (BARRETO et al, 2013; SILVA et al., 2014). Com relação aos comandos movimentados pelas pernas, podem ser de maior exigência de força, desde que seja observada a posição ideal que permita a exata movimentação (MERINO et al., 2012). A questão da não conformidade de

comandos e instrumentos em tratores agrícolas foi claramente abordada por Rozin et al. (2010) que, ao analisarem 35 postos de operação de 101 modelos de tratores agrícolas nacionais, concluíram que apenas 23,1% destes postos de operação atendiam as normas vigentes.

O assento da máquina avaliada foi considerado ruim, quer seja pela falta de apoio para os braços, dimensões e, principalmente, ausência de regulagens de altura e, ou, de profundidade. Quando uma operação puder ser executada por uma pessoa sentada, deverá existir um assento para essa pessoa, cujo projeto, construção e dimensões sejam adequados a ela e à tarefa. Deve haver uma inclinação entre assento e encosto superior a 90 graus, para forçar o tronco contra o encosto, de modo a fazer uso total do assento (TEWARI; DEWANGAN, 2009). Ainda, de acordo com SKOGFORSK (1999), o assento deve ter ajuste de altura, distância e comprimento e os apoios para os braços devem ser ajustáveis em altura. Tais variáveis do assento e de apoio para os braços devem ser dimensionadas de acordo com os padrões antropométricos dos trabalhadores da região.

Todos esses fatores ergonomicamente inadequados são contrários ao princípio básico da Ergonomia, qual seja o de adaptar o trabalho ao ser humano (IIDA, 1995). Ainda, segundo o autor, numa situação ideal, a Ergonomia deve ser aplicada desde as etapas iniciais do projeto de uma máquina, ambiente ou local de trabalho. Estas devem sempre incluir o ser humano como o principal componente. Assim, as características desse operador devem ser consideradas conjuntamente com as características das partes mecânicas ou ambientais, para se ajustarem mutuamente uns aos outros, premissas que, em geral, não vem sendo observadas nos projetos das máquinas desenvolvidas para a colheita florestal.

Fernandes et al (2010) afirmam que O correto dimensionamento do posto de trabalho deve permitir que dentro da cabine haja espaço suficiente, de modo que qualquer operador, independentemente de sua compleição física e seu peso, possa adotar posições de trabalho confortáveis e dispor de lugar para pertences pessoais. O alcance das mãos também é importante, pode ser registrado nos três planos (x, y, z) e se eles forem conjugados entre si, fornecem o traçado de um volume de alcance.

Devido a não observância dos diversos fatores ergonômicos, diversos estudos têm demonstrado que existe grande e iminente risco de desenvolvimento de doenças ocupacionais nos operadores das máquinas florestais, inclusive do Forwarder, além do, embora reduzido mas ainda presente, risco de acidentes (FONTANA, SEIXAS, 2009; MINETTE et al., 2008; FERNANDES et al., 2010; SCHETTINO et al., 2017).

5. Conclusões

Sob a ótica da ergonomia e de acordo com as diretrizes propostas por GELLERSTEDT (2006), os resultados deste estudo demonstraram que:

- a) As máquinas utilizadas na colheita florestal, embora apresentem elevado padrão tecnológico e tenham contribuído para redução da carga física de trabalho dos trabalhadores envolvidos nos processos de colheita de madeira, além de contribuir para a redução dos índices de acidentes, ainda apresentam, em maior ou menor intensidade, riscos ergonômicos aos operadores.
- b) O Forwarder estudado possui um projeto ergonômico bastante avançado, significando que o trabalho utilizando esta máquina pode ser altamente produtivo e seguro embora, quando operando em situações florestas menos produtivas, topografia menos favorável e/ou condições climáticas adversas, pode apresentar algum risco ergonômico de injúria ao operador, bem como risco de ocorrência de acidentes.

- c) Para redução dos riscos ergonômicos levantados, devem ser realizados estudos adicionais visando adaptar os projetos ergonômicos de alguns itens da máquina analisada ao perfil antropométrico dos trabalhadores brasileiros, quais sejam, principalmente:
- acesso à cabine – desenvolvimento de degraus (ou plataformas) retráteis com menor altura do primeiro degrau em relação ao solo; desenvolvimento de degraus (ou plataformas) auto-limpantes visando eliminar riscos de acidentes quando estiverem sujos;
 - comandos e instrumentos – melhor disposição de comandos e instrumentos; tradução das informações dos comandos e dos sistemas de navegação, diagnóstico de falhas e controle de produção para a língua portuguesa; josticks com regulagens de pressão e absorção de vibração;
 - assentos – maiores possibilidades de regulagens; ajustes memorizáveis das regulagens dos assentos para os diferentes operadores.

Referências

- ALMQVIST, R.; GELLERSTEDT, S.; TOBISH, R.** *Ergonomic Checklist for Forest Machines*. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, 2006. 23 p.
- BARRETO, E.A.; TERESO, M.J.A.; ABRAHÃO, R.F.** *Projeto de cabine de unidade mecânica de auxílio à colheita da cana-de-açúcar (unimac cana) com base na ergonomia*. *Ciência Rural*, v. 43, n. 5, p. 823-830, 2013.
- FERNANDES, H.C.; BRITO, A.B.; MINETTE, L.J.; SANTOS, N.T.; RINALDI, P.C.N.** *Avaliação ergonômica da cabine de um trator florestal*. *Rev. Ceres*, v. 57, n.3, p. 307-314, 2010.
- FIEDLER, N.C.; SOUZA, A.P.; TIBIRIÇA, A.C.G.; MINETTE, L.J.; MACHADO, C.C.** *Avaliação da carga de trabalho físico exigida em operações de colheita florestal*. Viçosa, SIF. 2005. *Rev. Árvore*, v. 22, n.04, p. 535-544.
- FONTANA, G.; SEIXAS, F.** *Avaliação ergonômica do posto de trabalho de modelos de “forwarder” e “skidder”*. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.31, n.1, p.71-81, 2007.
- GELLERSTEDT, S. (Ed.)**. *European ergonomic and safety guidelines for forest machines*. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, 2006. 101 p.
- IIDA, I.** *Ergonomia: projeto e produção*. São Paulo: Edgar Blücher, 1995. 465 p.
- LIMA, J.S.S.; SOUZA, A.P.; MACHADO, C.C.; OLIVEIRA, R.B.** *Avaliação de alguns fatores ergonômicos nos tratores “Feller-Buncher” e “Skidder” utilizados na colheita de madeira*. Viçosa, SIF. 2005. *Rev. Árvore*, v. 29, n.2, p. 291-298.
- MACHADO, C.C.; SILVA, E.N.; PEREIRA, R.S.** *O setor florestal brasileiro e a colheita florestal*. In: MACHADO, C.C. (Ed.). *Colheita Florestal*. 2 ed. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2008. p. 15-42.
- MERINO, G.S.A.D.; TEIXEIRA, C.S.; SCHOENARDIE, R.P.; MERINO, E.A.D.; GONTIJO, L.A.** *Usability in product design - the importance and need for systematic assessment models in product development – Usa-Design Model (U-D)*. *Work*, v. 41, n. 1, p. 1045-1052, 2012.
- MINETTE, L.J.; SOUZA, A.P.; MACHADO, C.C.; FIEDLER, N.C.; BAÊTA, F.C.** *Avaliação dos efeitos do ruído e da vibração no corte florestal com motosserra*. Viçosa, SIF. 1998. *Rev. Árvore*, v. 22, n.3, p. 325-330.
- MINETTE, L.J.; SOUZA, A.P.; SILVA, E.P.; MEDEIROS, N.M.** *Postos de trabalho e perfil de operadores de máquinas de colheita florestal*. Viçosa, Revista Ceres, 2008, v. 55, n. 1, p. 66-73.
- MINETTE, L.J.; SOUZA, A.P.; SANT'ANNA, C.M.** *Ergonomia e Segurança no Trabalho Florestal e Agrícola IV*. 1. Ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. v.1. 378p.

ROZIN, D.; SCHLOSSER, J.F.; WERNER, V. *Conformidade dos comandos de operação de tratores agrícolas nacionais com a norma NBR ISO 4253*. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v. 14, n. 9, p. 1014–1019, 2010.

SANT'ANNA, C.M.; SOUZA, A.P.; BRAGA, G.M.; MACHADO, C.C. *Avaliação da satisfação no trabalho de operadores de motosserra*. Viçosa, SIF. 1997. Rev. Árvore, v. 21, p. 131-140.

SANT'ANNA, C.M.; MALINOVSKI, J.R.; PIOVESAN, A. *Influência de fatores ergonômicos e antropométricos na produtividade de operadores de motosserra no corte de eucalipto em região montanhosa*. Viçosa, SIF. 2000. Rev. Árvore, v. 24, n.1, p. 73-82.

SCHETTINO, S.; CAMPOS, J.C.C.; MINETTE, L.J.; SOUZA, A.P. *Work precariousness: ergonomic risks to operators of machines adapted for forest harvesting*. Rev. Árvore [online]. 2017, vol. 41, n. 1, e410109.

SILVA, E.P.; MINETTE, L.J.; SANCHES, A.L.P.; SOUZA, A.P.; SILVA, F.L.; MAFRA, S.C.T. *Prevalência de sintomas osteomusculares em operadores de máquina de colheita florestal*. Revista Árvore, v. 38, n. 4, p. 739-745, 2014.

SKOGFORSK – THE FOREST RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN. *Ergonomic guidelines for forest machines*. Uppsala, Sweden: Swedish National Institute for Working Life, 1999. 86 p.

WISNER, A. *A inteligência no trabalho: textos selecionados de ergonomia*. São Paulo: EDUSP, 1994. 190 p.

TEWARI, V.K.; DEWANGAN, K.N. *Effect of vibration isolators in reduction of work stress during field operation of hand tractor*. Biosystems Engineering, v. 103, n. 2, p. 146-158, 2009.