



Exposição de trabalhadores a ruído e vibração em atividades de colheita florestal semimecanizada

William Masioli¹, Nilton César Fiedler², Eduardo da Silva Lopes¹, Felipe Martins de Oliveira¹

¹Universidade Estadual do Centro-Oeste, Rua Professora Maria Roza Zanon de Almeida, CEP 84505-677, Irati, PR, Brasil

²Universidade Federal do Espírito Santo, Avenida Governador Lindemberg, 316, CEP 29550-000, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil

*Autor correspondente:

william.masioli@gmail.com

Termos para indexação:

Ergonomia
Fatores ambientais
Máquinas florestais

Index terms:

Ergonomics
Environmental factors
Forestry machinery

Histórico do artigo:

Recebido em 04/06/2019
Aprovado em 03/04/2020
Publicado em 30/12/2020

Resumo - Objetivou-se analisar o nível de exposição de trabalhadores a ruídos e vibração de mãos e braços por máquinas utilizadas na colheita semimecanizada de madeira. A pesquisa foi realizada em áreas operacionais de uma empresa florestal na região Sul do Espírito Santo, em povoamentos de *Pinus elliottii* com 40 anos de idade. Analisou-se ruído e vibração nas atividades parciais do ciclo de trabalho do corte com motosserra e extração de madeira com trator agrícola equipado com grua e carreta. O nível de exposição a ruídos foi mensurado com dosímetro e a vibração com acelerômetro, seguindo as normas NHO-01 e ISO 5349-1. As atividades de corte e extração superaram o limite de exposição a ruídos, apresentando 100,8 dB (A) e 91,3dB (A), respectivamente. Para o corte, a análise de vibração demonstrou níveis de fadiga em ambos os eixos estudados, destacando o desganhamento com maior exposição (0,265 m s⁻²). Observaram-se níveis de fadiga nos eixos xy dos membros superiores dos trabalhadores durante a extração, com destaque para o deslocamento carregado e vazio (0,174 m s⁻²). Observa-se a necessidade de adoção de medidas que diminuam a exposição dos operários às condições inadequadas, sendo consideradas indispensáveis para o desempenho das atividades.

Exposure of workers to noise and vibration in motor-manual timber harvesting activities

Abstract - The aim of this work was to analyze the level of workers exposure to noise and vibration of semi-mechanized logging operations. The research was carried out in harvesting operations in the southern region of Espírito Santo State, Brazil. Data were collected in a *Pinus elliottii* stand with 40 years old. Noise and vibration were analyzed in different logging activities and timber extraction. The noise exposure levels were measured using a dosimeter and the vibration with an accelerometer, according to NHO-01 and ISO 5349-1 standards. Logging and timber extraction exceeded the level of noise exposure limit, presenting 100.8 dB (A) and 91.3 dB (A), respectively. The vibration analysis showed fatigue levels in both axes, highlighting the delimitation with greater exposure (0.265 m s⁻²). Fatigue levels were observed in the axes XY of the upper limbs of the workers during logs transportation, with emphasis to load and unload activities (0.174 m s⁻²). We observed the necessity to adopt measures to reduce worker's exposition to unhealthy conditions, as they are essential to the performance of those activities.



Trabalho apresentado no V Seminário de Atualização Florestal, 24 e 28 de setembro de 2018, Irati, PR.

Introdução

A colheita de madeira é definida como o conjunto de operações efetuadas no povoamento florestal que objetivam sua preparação para o posterior transporte, por meio de técnicas pré-estabelecidas para se tornar o produto final. No setor de florestas plantadas, ela configura a última etapa do processo produtivo, representando, em termos econômicos, mais da metade dos custos da madeira posta em fábrica ao incluir o transporte (Machado, 2014).

A colheita semimecanizada é aquela efetuada com uso de motosserras, um método ainda empregado em médias e pequenas empresas, utilizando grande contingente de trabalhadores para sua realização. Quando manuais ou semimecanizadas, as atividades florestais permanecem categorizadas como de maior risco à segurança e saúde dos trabalhadores, com elevada tendência de acidentes e enfermidades, o que resulta em aposentadoria precoce (HSE, 2013). As atividades de colheita da madeira sofrem frequentes pressões do Ministério do Trabalho e Emprego e de certificadoras em relação à forma de execução e à necessidade de mecanização das operações florestais.

É importante ressaltar que o uso de máquinas e equipamentos contribui para a redução dos riscos de lesões por movimentos repetitivos e posturas inadequadas, que são característicos de trabalhos manuais. Por outro lado, causam problemas em função de ruídos e vibração, gerados durante o trabalho com máquinas. Portanto, mais estudos que considerem os fatores ambientais nos postos de trabalhos são necessários, visando sempre à sua melhoria.

O ruído é um estímulo auditivo que não contém informações úteis na execução do trabalho, podendo ser um som ou complexo de sons que causam a sensação de desconforto (PMAC, 1994). A ausência de proteção ou a exposição dos trabalhadores ao excesso de ruído pode causar fadiga, distração, perda de produtividade, dores pronunciadas no ouvido, zumbido e perda temporária ou permanente da audição (Iida & Guimarães, 2016). No Brasil, os limites de ruído contínuo ou intermitente são definidos pela norma regulamentadora NR-15, do Ministério do Trabalho (Brasil, 1978). Esta norma define as operações, atividades, agentes insalubres, bem como os limites de tolerância, que quando vivenciados no trabalho caracterizam insalubridade.

A vibração é um movimento oscilatório de um corpo executado ao redor de um ponto estável (Fiedler et al., 2013). O movimento pode ser regular (senoidal) ou irregular (sem qualquer tendência). Para Iida & Guimarães (2016), a vibração é um conjunto complexo de diversas ondas, com várias frequências e direções distintas. É um fator intrínseco ao desenvolvimento e emprego de máquinas, devido à fricção das peças móveis do equipamento, podendo ser intensificada pela falta de manutenção.

A transferência da vibração resulta em lesões na integridade física do trabalhador, principalmente na perda dos movimentos (Fiedler et al., 2013), podendo ser avaliada pela norma ISO 2631/78. Quando transmitidas ao sistema mão-braço, acarretam riscos para segurança e saúde do trabalhador, sendo relatadas perturbações vasculares, musculares, neurológicas, lesões ósseas e articulares (HSE, 2012; Yovi & Yamada, 2015).

Dentro deste contexto, surge a ergonomia, que vem sendo empregada no setor florestal com o intuito de se aplicarem princípios, teorias, dados e métodos para modificação das condições inadequadas e prevenção de patologias ocupacionais. Conforme Fontana & Seixas (2007), é muito importante a realização de análises dos postos de trabalho com máquinas, principalmente nas operações de colheita da madeira, pois elas fornecem meios de assegurar o máximo conforto, segurança e desempenho dos trabalhadores.

Objetivou-se nesse trabalho analisar os níveis de ruído e vibração de mãos e braços, a que estão expostos os trabalhadores de máquinas e equipamentos nas operações semimecanizadas de corte e extração de madeira, de forma a gerar informações para a melhoria das condições de conforto, segurança e saúde.

Material e métodos

O estudo foi realizado em uma empresa florestal localizada na região serrana do estado do Espírito Santo, entre as coordenadas UTM 281.796 E, 7.748.385 N, Fuso 24 S. A região apresenta clima Mesotérmico Cwa (*Köppen-Geiger*), inverno seco e temperatura média de 20 °C (Alvares et al., 2007). A precipitação média anual pode variar de 1.400 a 1.500 mm (Ares, 2006), enquanto o índice médio de conforto térmico observado durante o experimento foi de 26,0.

O relevo é classificado como acidentado, com altitude variando de 640 a 1.502 m (Alvares et al., 2013).

Analisou-se o processo de colheita da madeira no regime de corte raso, em um plantio de *Pinus elliottii* com 40 anos de idade, em uma área total de 7,7 ha e arranjo de 2,0 m x 2,5 m.

Para a colheita de madeira foi utilizado o sistema semimecanizado de toras curtas (*Cut-to-Lenght*). Foi avaliada a operação de corte, contemplando as atividades parciais de derrubada, desgalhamento e traçamento das árvores, com uso de motosserras com potência de 3,9 kW, cilindrada de 72,2 cm³ e peso de 6,6 kg sem combustível e conjunto de corte. Avaliou-se, ainda, a atividade de extração da madeira, contemplando as atividades parciais de deslocamento produtivo e deslocamento da grua, com uso de um trator autocarregável de tração 4 x 4, com potência de 105 CV e cabine aberta, equipado com carreta com capacidade de 12 t, comprimento útil de 6 m e peso de 3.950 kg. O trator possuía uma grua com momento da carga de 54 kN m⁻¹, comprimento do braço de 5,30 m, ângulo de giro de 380°, garra de 0,30 m² e peso de 1.200 kg.

A análise dos níveis de ruído e vibração foi realizada com seis trabalhadores envolvidos nas operações de corte, durante extração e ao longo de todas as condições operacionais e ambientais, conforme as recomendações descritas nas normas NHO 01 (Fundacentro, 2001) e ISO 5349-1 (ISO, 2001), respectivamente. A abordagem para a avaliação de ruído considerou a totalidade dos expostos no grupo de trabalhadores da empresa, para uma jornada de 8 h diárias durante 10 dias, não havendo rotação de atividades.

Para a determinação dos níveis de exposição ao ruído, foram utilizados dosímetros da marca *InstruTerm*, modelo DOS-500. Os medidores integradores de uso pessoal foram ajustados para trabalhar no circuito de compensação “A” e resposta lenta (*slow*), limite de tolerância de 85 dB (A) para 8 h diárias e fator de duplicação de dose igual a 3, em conformidade com as normas regulamentadoras NHO 01 (Fundacentro, 2001) e NR 15 (Brasil, 1978).

O nível de exposição (NE), que é a média representativa da exposição diária, foi obtido a partir da Equação 1.

$$NE = 10 \log \left[\frac{480}{TE} \times \frac{480}{TE} \right] + 85 [dB] \quad (1)$$

Em que: NE = nível de exposição; D = dose diária de ruído percentual; TE = tempo de duração da jornada de trabalho (min).

Para comparar os valores obtidos com o limite de exposição da normativa, foi necessário normalizar o nível de exposição para uma jornada de trabalho de 8 h diárias. Para obter o nível de exposição normalizado (NEN), foi utilizada a Equação 2.

$$NEN = NE + 10 \log \frac{TE}{480} [dB] \quad (2)$$

Em que: NEM = nível de exposição normalizado; NE = nível de exposição; TE = tempo de duração da jornada diária de trabalho (min).

As medições foram realizadas com o microfone do aparelho fixado na zona auditiva do trabalhador (próximo ao ombro), garantindo assim dados representativos da exposição. Neste estudo, considerou-se que os níveis de exposição aos dois ouvidos do trabalhador são equivalentes.

A vibração foi obtida com uso de acelerômetros da marca *Tecnikao*, modelo NK300. A coleta de dados ocorreu nos três pontos de medição da mão direita dos trabalhadores, conforme a normativa ISO 5349-1 (ISO, 2001), onde o eixo “x” representa a palma da mão, o eixo “y” os nós dos dedos e o eixo “z” está associado ao paralelo dos ossos do antebraço.

A avaliação da exposição diária foi estimada em 8 h (A (8)), conforme previsto na Norma ISO 2631/78 (ISO, 1978), atribuindo-se os critérios de severidade para adequação dos valores observados de vibração mão-braço.

Para se estimar a vibração nos eixos xy, fez-se o uso da Equação 3, definida pela norma ISO 5349-1 (ISO, 2001) e Directive 2002/44/EC da União Européia (2002). Os valores observados para avaliação dos riscos estão indicados na Tabela 1.

$$A(8) = \sqrt{a_{mwx}^2 + a_{mwy}^2} \quad (3)$$

Em que: a_{mwx}^2 e a_{mwy}^2 são os valores coletados da aceleração regular em frequência, para a palma da mão e nós dos dedos; A(8) é a avaliação da exposição diária (8 h).

Tabela 1. Guia para avaliação da exposição humana à vibração.

Table 1. Guide for evaluation of human exposure to vibration.

Critério de severidade	Aceleração (x, y) horizontal (m s ⁻²)	Aceleração (z) vertical (m s ⁻²)
Exposição	x, y < 0,224	z < 0,315
Fadiga	0,071 < x, y ≤ 0,224	0,100 < z ≤ 0,315
Conforto	0 < x, y ≤ 0,071	0 < z ≤ 0,100

Fonte: ISO (2001).

Para a obtenção da aceleração média ($m s^{-2}$) em cada repetição, os valores obtidos em cada eixo ortogonal foram unidos, segundo as determinações da *EU Good Practice Guide* e a ISO 5349-1, utilizando a Equação 4.

$$A(8) = \sqrt{a_{hwz}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \quad (4)$$

Em que: a_{hwz}^2 , a_{hwy}^2 e a_{hwz}^2 são as acelerações obtidas em cada eixo ortogonal, conforme a norma ISO 5349-1 (eixo “x” – palma da mão; eixo “y” – nós dos dedos; eixo “z” – paralelo aos ossos do antebraço).

Para caracterização do efeito da vibração durante o desempenho das operações florestais, foi estimado um número representativo de observações através de amostragem sistemática. Em seguida, foi calculado o número necessário de observações da aceleração média ($m s^{-2}$) para os elementos parciais da operação de corte e extração, de forma a proporcionar um erro de amostragem máximo de 5%, conforme a Equação 5, proposta por Murphy (2005).

$$n \geq \frac{t^2 + CV^2}{LE^2} \quad (5)$$

Em que n = número necessário de observações; t = valor t de Student, para o nível de probabilidade desejado em (n-1) graus de liberdade; CV = coeficiente de variação (%); e LE = limite de erro admissível (%).

Para verificar o efeito da vibração média ($m s^{-2}$) nos diferentes elementos parciais das operações florestais, foram conduzidos delineamentos inteiramente casualizados (DIC). Para o corte semimecanizado, consideraram-se os tratamentos derrubada, desgalhamento e traçamento, em 35 repetições, com a aceleração média

($m s^{-2}$) como variável resposta. Para a extração de madeira, consideraram-se os tratamentos deslocamento produtivo e deslocamento da grua, com o mesmo número de repetições e mesma variável resposta. Os dados foram testados quanto à normalidade, pelo método de *Kolmorov-Smirnov* ($\alpha = 5\%$), sendo posteriormente analisados pelo teste de homogeneidade de variâncias pelo teste de *Bartlett* ($\alpha = 5\%$). Na sequência, procedeu-se a ANOVA, sendo as médias comparadas pelo teste *Tukey* ($p < 0,05$). Para dados não paramétricos, foi aplicado teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney* ($p < 0,05$). As análises foram realizadas com auxílio do *software* Microsoft® Excel® 2016 acrescido do suplemento *Action Stat* versão 2.8, para tabulação e posterior análise dos dados.

Resultados

A atividade de corte apresentou um nível de ruído médio de 100,8 dB(A), enquanto na atividade de extração o valor médio encontrado foi de 91,3 dB(A). O número de observações necessárias para caracterização da vibração das máquinas durante as etapas de corte e extração de madeira está apresentado na Tabela 3. Foram coletadas 35 repetições para cada elemento parcial, durante a amostragem piloto.

As acelerações nos eixos xy e z para os elementos parciais das etapas de corte e extração, são apresentadas na Tabela 2. Nota-se que a maioria das atividades avaliadas foi classificada como fadigante, exceto as atividades deslocamento carregado e carregamento na coordenada “z”, que foram classificadas como confortáveis.

Tabela 2. Classificação da exposição dos operadores à vibração, nas atividades parciais de corte e extração de madeira.

Table 2. Classification of human exposure to vibration, in logging and transportation activities.

Atividades	Número de observações necessárias	Coordenada	Média ($m s^{-2}$)	Desvio padrão	Classificação*
Corte					
Derrubada	27	xy	0,187	0,042	Fadiga
		z	0,113	0,044	Fadiga
Desgalhamento	20	xy	0,184	0,047	Fadiga
		z	0,132	0,046	Fadiga
Traçamento	18	xy	0,209	0,039	Fadiga
		z	0,129	0,043	Fadiga
Extração					
Deslocamento produtivo	26	xy	0,133	0,039	Fadiga
		z	0,097	0,031	Conforto
Deslocamento da grua	30	xy	0,130	0,034	Fadiga
		z	0,078	0,031	Conforto

*De acordo com a ISO 5349-1 (ISO, 2001)

Os níveis médios de vibração, para diferentes elementos parciais do corte semimecanizado, são apresentados na Tabela 3. Os níveis de vibração foram mais evidentes no elemento parcial desgalhamento, seguido pelo traçamento e derrubada, respectivamente.

Tabela 3. Níveis médios de vibração para diferentes elementos parciais do corte semimecanizado.

Table 3. Average levels of vibration for different elements of logging.

Elemento parcial da operação	Vibração média (m s ⁻²)
Desgalhamento	0,265 a
Traçamento	0,237 b
Derrubada	0,230 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (Tukey, $p < 0,05$).

Os níveis médios de vibração, para diferentes elementos parciais da extração de madeira, apontaram que o elemento produtivo é mais afetado pela vibração média (0,174 m⁻²), se comparado com o elemento deslocamento da grua (0,165 m s⁻²), que diferiram estatisticamente.

Discussão

A exposição ao ruído no corte semimecanizado da madeira extrapolou o limite de tolerância da normativa NHO-01 (Fundacentro, 2001), onde o nível máximo permitido para uma jornada de 8 h é 85 dB(A). Os resultados observados são semelhantes aos relatados por Fonseca et al. (2017) e Colantoni et al. (2016), o que pode ser decorrente da configuração dos equipamentos utilizados na empresa. As motosserras, por serem dotadas de motores de combustão interna dois tempos, apresentam risco de exposição aos trabalhadores ao funcionarem em elevada rotação e próximas destes. Neste contexto, Riccioni et al. (2015) ressaltam a importância do desenvolvimento de novas tecnologias que minimizem a insalubridade, como a substituição de motosserras de combustão interna. Colantoni et al. (2016) testaram diferentes motosserras dotadas de motores de combustão interna e elétricos e observaram substancial redução nos níveis de ruído e vibração em motosserras elétricas. Apesar das limitações desta tecnologia para trabalhos mais leves, pode ser uma alternativa futura para a atenuação da insalubridade nas áreas operacionais de colheita semimecanizada.

O nível de exposição normalizada para a atividade de extração foi inferior ao registrado para o corte de madeira, mas se manteve acima do limite de tolerância da NR 15 (Fundacentro, 2001). A atividade envolvendo o autocarregável demonstrou-se agressiva ao operador, sendo estes resultados semelhantes ao descrito na literatura (Minette et al., 2007; Santos et al., 2014; Fonseca et al., 2017). A ausência de isolamento acústico no posto de trabalho (cabine do trator) aumentou a sensibilidade do operador florestal ao ruído. Tratores com cabines abertas acentuam a exposição às principais fontes de ruído dos tratores, como a rotação do motor e o escapamento do veículo, que somados correspondem a mais da metade do ruído total da máquina (Cunha et al., 2009). A aquisição de máquinas com cabine fechada pode configurar uma solução para este problema. Rottensteiner et al. (2013) defendem que a aquisição de máquinas deve levar em consideração os níveis de ruído e vibração emitidos, buscando minimizar os efeitos destes na saúde dos trabalhadores.

Quando excedido o critério de referência de exposição ao ruído, recomenda-se adoção imediata de medidas de controle, de maneira a atenuar a exposição diária dos trabalhadores (Fundacentro, 2001). A manutenção constante de máquinas e equipamentos, substituição de peças e máquinas defasadas, pausas frequentes na rotina de trabalho, rotação de tarefas e utilização de protetor auricular podem ser alternativas para a amenização dos problemas decorrentes de exposição a ruídos. Na ausência dessas medidas, recomenda-se uma exposição diária máxima de 12 min e 120 min para as etapas de corte e extração, respectivamente.

Quanto à vibração de mãos e braços, as atividades parciais demonstraram níveis de fadiga aos operadores. O desgalhamento foi a atividade parcial com maior intensidade de exposição, seguida pelo traçamento e derrubada. Trabalhos que comparam os níveis de vibração de mãos e braços entre as atividades parciais do corte de madeira são escassos. Entretanto, Colantoni et al. (2016) observaram níveis fatigantes de vibração nesta operação. Os maiores níveis de vibração no desgalhamento podem estar associados ao tipo de corte desenvolvido em cada atividade estudada. Segundo Arnold & Parmigiani (2015), o funcionamento padrão de uma motosserra em campo assume dois tipos de corte: aquele desenvolvido com a extremidade superior do sabre, necessário principalmente na atividade de desgalhamento; e o corte realizado com a parte inferior

do sabre, que envolve a derrubada e o traçamento. No desganhamento com a extremidade superior do sabre há maiores riscos de rebote do equipamento. Além disso, a vibração gerada pelo atrito entre a corrente e a madeira cortada é intensificada, enquanto nas demais atividades parciais esse efeito é minimizado, o que traduz em menor oscilação do equipamento durante o trabalho.

Na extração de madeira, o deslocamento produtivo superou os níveis de exposição à vibração. Este resultado foi influenciado pela maior demanda de força do veículo no deslocamento, em comparação ao acionamento da grua, sendo acentuado pelas condições irregulares da superfície do talhão. Neste contexto, Cunha et al. (2012) observaram maiores níveis de vibração em tratores que realizavam atividades com maior exigência do motor, principalmente nas atividades parciais de deslocamento das máquinas. Assim sendo, a escolha de máquinas mais modernas e potentes pode atenuar o efeito da vibração em maiores rotações do motor do veículo.

Uma vez que são identificados níveis de vibração fatigantes ao trabalhador, é necessário levar em consideração medidas preventivas e corretivas que venham a minimizar os impactos da insalubridade ao desempenho das atividades. O monitoramento continuado das atividades e dos níveis de exposição à vibração de mãos e braços, o acesso à informação sobre a insalubridade por parte dos trabalhadores, modificações que envolvam a substituição de máquinas e equipamentos depreciados, sua manutenção periódica, a adoção de pausas curtas e frequentes, a alternância de atividades visando reduzir o tempo de exposição à insalubridade e a utilização de luvas anti-vibratórias configuram alternativas para reduzir o risco de doenças ocupacionais decorrentes da exposição dos trabalhadores florestais à vibração.

A escolha das máquinas e equipamentos observados neste estudo se justifica pelo baixo investimento inicial e possibilidade de utilização em áreas declivosas. Entretanto, a colheita semimecanizada sujeita os operadores a situações adversas, o que reduz a segurança e a ergonomia, refletindo em consequências econômicas para a empresa (Lie et al., 2016). Além dos efeitos diretos fundamentados principalmente na perda auditiva, a exposição ao ruído tem sido associada a patologias de ordem cardiovascular, pulmonar e psicológica, o que tem culminado em aposentadoria precoce dos trabalhadores florestais (Cecchini et al., 2010). Para a vibração de mãos e braços são observados danos no

sistema mão-braço de ordem vascular, neurológica e musculoesquelética, podendo acarretar, com menos de dois anos de exposição, a síndrome das mãos brancas (interrupção do fluxo sanguíneo), resultando em possível amputação dos dedos (Rottensteiner et al., 2013; Deboli, et al., 2014; Proto & Zimbalatti, 2015).

Uma vez constatada a exposição dos trabalhadores aos fatores ambientais envolvidos nas atividades de corte e extração de madeira, é necessário que se avalie a melhor alternativa de readequação do trabalho, uma vez que a mão-de-obra humana é indispensável para realização de tais operações.

Conclusões

As atividades semimecanizadas de corte e extração de madeira apresentaram níveis de ruído superiores ao permitido pela legislação brasileira, estando os trabalhadores expostos a condições de insalubridade.

As atividades avaliadas apresentaram níveis de vibração de mãos e braços que expõe o trabalhador à fadiga, sendo necessária a adoção de medidas ergonômicas de caráter preventivo e corretivo para minimização da exposição dos trabalhadores à insalubridade.

Algumas medidas podem ser adotadas para melhoria das condições de trabalho e redução de atividades de risco à saúde do trabalhador. O processo de mecanização da colheita de madeira deve ser considerado, bem como aquisição de máquinas e equipamentos modernos. Recomenda-se treinamento dos profissionais envolvidos, acesso à informação e orientação sobre os riscos recorrentes nas atividades, pausas e intervalos durante a jornada de trabalho, utilização em tempo integral dos equipamentos de proteção individual, e o monitoramento constante dos fatores ambientais, gerando informações que possibilitem a introdução ou modificação das medidas de controle para as diferentes insalubridades que essas atividades podem acarretar.

Referências

- Alvares, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Arnold, D. & Parmigiani, J. P. A study of chainsaw kickback. *Forest Products Journal*, v. 65, n. 5, 2015. <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-14-00096>.

- Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTB n° 3.214, de 08 de junho de 1978. Norma Regulamentadora n° 15. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 jul. 1978.
- Cecchini, M. et al. The risk of musculoskeletal disorders for workers due to repetitive movements during tomato harvesting. **Journal of Agricultural Safety and Health**, v. 16, n. 2, 2010. <https://doi.org/10.13031/2013.29593>.
- Colantoni, A. et al. Comparisons between battery chainsaws and internal combustion engine chainsaws: performance and safety. **Contemporary Engineering Sciences**, v. 9, n. 27. 2016. <https://doi.org/10.12988/ces.2016.68133>.
- Cunha, A. R. et al. Avaliação dos níveis de vibração e ruído emitidos por um trator agrícola em preparo de solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 4, 2009.
- Cunha, J. P. A. R. et al. Vibração e ruído emitidos por dois tratores agrícolas. **Idesia**, v. 30, n. 1, p. 25-34, 2012. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292012000100004>.
- Deboli, A. et al. Hand arm vibration generated by a rotary pick-up for table olives harvesting. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v. 16, n. 1, p. 228-235, 2014.
- Directive 2002/44/CE. Prescrições mínimas de segurança e de saúde relativas à exposição dos trabalhadores aos riscos por agentes físicos (vibrações) do Parlamento Europeu. **Jornal Oficial das Comunidades Europeias**, 177, 6 jul. 2002.
- Fiedler, N. C. et al. Análise da vibração no processamento secundário de madeiras com diferentes massas específicas aparentes. **Floresta**, v. 43, n. 1, 2013. <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v43i1.21661>.
- Fonseca, A. F. C. et al. Análise da exposição ocupacional ao ruído em trabalhadores de uma empresa florestal. **Análise**, v. 38, n. 26, 2017.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000100009>.
- Fundacentro. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Norma de higiene ocupacional: procedimento técnico: avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. [São Paulo], 2001. 40 p. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2012/9/nho-01-procedimento-tecnico-avaliacao-da-exposicao-ocupacional-ao-ruido>>. Acesso em: 14 maio 2016.
- HSE. Health and Safety Executive. **Chainsaws at work: safety topics**. United Kingdom, 2013. Available from: <<http://www.hse.gov.uk/treework/safety-topics/chainsaw-operator.htm>>. Access on: 25 May 2019.
- HSE. Health and Safety Executive. **Hand-arm vibration at work: a brief guide**. United Kingdom, 2012. Available from: <<http://www.hse.gov.uk/pubns/indg175.htm>>. Access on: 25 May 2019.
- Iida, I. & Guimarães, L. B. **Ergonomia: projeto e produção**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2016. 850 p.
- ISO. International Organization for Standardization. **ISO 5349-1: mechanical vibration: measurement and evaluation to human exposure in hand-transmitted vibration. Part 1: general requirements**. 2001.
- ISO. International Standardization Organization. **ISO 2631/78: guide of evaluation of human exposure to whole-body vibration**. 2nd. ed. [S.l.: s.n.], 1978. 18 p. v. 1. Available from: <<http://www.feb.unesp.br/jcandido/vib/iso2631.doc>>. Access on: 16 May 2016.
- Lie, A. et al. Occupational noise exposure and hearing: a systematic review. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 89, n. 3, p. 351-372, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00420-015-1083-5>.
- Machado, C. C. **Colheita florestal**. 3. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV. 2014.
- Minette, L. J. et al. Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 6, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000600017>.
- Murphy, G. Determining sample size for harvesting estimation. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 35, n. 1/2, p. 166-169, 2005.
- PMAC. Exposição ao ruído: norma para a proteção de trabalhadores que trabalham em atividades com barulho. **Proteção**, v. 6, n. 29, p. 136-138, 1994.
- Proto, A. R. & Zimbalatti, G. Risk assessment of repetitive movements in olive growing: analysis of annual exposure level assessment models with the OCRA checklist. **Journal of Agricultural Safety and Health**, v. 21, n. 4, p. 241-253, 2015. <https://doi.org/10.13031/jash.21.10884>.
- Riccioni, S. et al. Overview of the noise measurements process in recent years. **Contemporary Engineering Sciences**, v. 8, n. 25-28, p. 1179-1191, 2015. <https://doi.org/10.12988/ces.2015.56176>.
- Rottensteiner, C. et al. Vibration and noise assessment of tractor-trailer and truck-mounted chippers. **Silva Fennica**, v. 47, n. 5, p. 14, 2013. <https://doi.org/10.14214/sf.984>.
- Santos, L. N. et al. Avaliação dos níveis de ruído e vibração de um conjunto trator-pulverizador em função da velocidade de trabalho. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 22, n. 2, p. 112, 2014. <https://doi.org/10.13083/1414-3984.v22n02a02>.
- Yovi, E. Y. & Yamada, Y. Strategy to disseminate occupational safety and health information to forestry workers: the felling safety game. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 27, n. 2, p. 213-221, 2015. <https://doi.org/10.1080/10803548.2012.11076927>.