

AVALIAÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS E ERGONÔMICOS NO TRABALHO DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS FLORESTAIS

Denise Ransolin SORANSO (Universidade Federal do Espírito Santo) denise_soranso@hotmail.com

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

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

Frederico Eustáquio Telles VIEIRA fred5022@hotmail.com

Resumo:

As atividades desenvolvidas em oficinas mecânicas voltadas para manutenção de máquinas, estão inseridas em um contexto que expõe os trabalhadores a diferentes riscos em seu ambiente de trabalho. O ruído, a vibração e adoção de posturas incorretas, por exemplo, são riscos ambientais e ergonômicos comuns nesse tipo de atividade. Nesse contexto, ressalta-se a importância de realização de estudos nos ambientes de trabalho, com intuito de identificar, avaliar e monitorar possíveis riscos e danos que possam estar influenciando a saúde dos trabalhadores. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a exposição dos trabalhadores do setor operacional de manutenção de máquinas florestais a riscos ambientais e posturais. Foram avaliadas as atividades de ajudante geral, eletricista, lubrificador, mecânico, soldador e torneiro mecânico. Na avaliação da exposição dos trabalhadores a riscos ambientais, foram considerados os agentes ruído e vibração. E para avaliação postural foi aplicado o método de Avaliação Rápida de Corpo Inteiro (REBA). O agente ambiental ruído apresentou-se como risco elevado para as atividades de mecânico e soldador. Os níveis de vibração encontram-se em conformidade com o estabelecido pela legislação, sendo necessária somente a manutenção da condição existente. E na avaliação postural, verificou-se que há necessidade de intervenção ergonômica na maioria das atividades avaliadas.

Palavras chave: Posturas, Ruído, Vibração, Método REBA.

Evaluation of environmental and ergonomic risks in the work of maintenance of forest machines

Abstract

The activities developed in mechanical workshops aimed at maintenance of machines are inserted in a context that exposes workers to different risks in their work environment. For example, noise, vibration, and incorrect posture are common environmental and ergonomic hazards in this type of activity. In this context, it is important to carry out studies in work environments, in order to identify, evaluate and monitor possible risks and damages that may be influencing workers' health. In view of the above, this study aimed to evaluate the exposure of workers in the operational sector of forest machine maintenance to environmental and posture risks. The activities of general helper, electrician, lubricator, mechanic, welder and turner were evaluated. In the evaluation of workers' exposure to environmental risks, noise and vibration agents were considered. For the postural evaluation, the Fast Whole Body Evaluation (REBA) method was applied. The environmental noise agent presented itself as a high risk for the activities of mechanic and welder. The vibration levels are in accordance with the established by the legislation, being necessary only the maintenance of the existing condition. And in the postural evaluation, it was verified that there is a need for ergonomic intervention in most activities evaluated.

Key-words: Postures, Noise, Vibration, method REBA.

1. Introdução

As atividades desenvolvidas em oficinas mecânicas voltadas para manutenção de máquinas, estão inseridas em um contexto que expõe os trabalhadores a diferentes riscos em seu ambiente de trabalho. O ruído, a vibração e adoção de posturas incorretas, por exemplo, são riscos ambientais e ergonômicos comuns nesse tipo de atividade, pois a ocorrência está diretamente relacionada com a operação de máquinas e equipamentos.

O ruído, quando em níveis elevados no ambiente de trabalho, pode implicar em perda auditiva do trabalhador, no início, é apenas temporária, mas com o decorrer do tempo pode gerar a PAIR (perda auditiva induzida pelo ruído), tornando-se um dano permanente, causando perturbações no estado de alerta e som (KROEMER, GRANDJEAN, 2005). A vibração se caracteriza pelo movimento de um corpo em torno de um ponto, podendo ser do tipo senoidal ou irregular (IIDA, 2005). Nos postos de trabalho usualmente a vibração é classificada como vibração de corpo inteiro (VCI) e vibração de mãos e braços (VMB). A postura é uma posição ou atitude corporal ou a maneira como o indivíduo sustenta o corpo. (KISNER, 1998), normalmente a adoção de posturas incorretas no ambiente de trabalho está associada ao levantamento e transporte de cargas com peso acima do máximo estipulado, que excedem a capacidades psicofisiológicas dos indivíduos (MASCARENHAS, FERNANDES, 2014).

Uma forma de prevenir a ocorrências desses sintomas nos trabalhadores é por meio da análise ergonômica do trabalho. Segundo Abrahão, (2000) a ergonomia contribui para melhorias nas condições de trabalho, pois busca compreender as situações de trabalho, buscando a transformação. É o estudo do relacionamento entre o homem e o trabalho, englobando equipamentos, ambiente e a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento (IIDA, 2005).

No Brasil a Norma Regulamentadora NR-17 regulamenta os estabelece parâmetros ergonômicos que devem ser atendidos nos locais de trabalho, a fim de permitir a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 2017).

Os estudos ergonômicos e do ambiente de trabalho buscam harmonizar o sistema de trabalho, através da análise da tarefa imposta, da postura e dos movimentos do trabalhador, de suas exigências físicas, psicológicas e intelectuais, objetivando reduzir a fadiga e o estresse proporcionando um local de trabalho confortável, seguro e conseqüentemente aumentando a eficiência e o rendimento das atividades.

Nesse contexto, ressalta-se a importância de realização de estudos nos ambientes de trabalho, com intuito de identificar, avaliar e monitorar possíveis riscos e danos que possam estar influenciando a saúde dos trabalhadores. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a exposição dos trabalhadores do setor operacional de manutenção de máquinas florestais a riscos ambientais e posturais.

2. Metodologia

2.1 Local de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido com trabalhadores do setor operacional de manutenção de máquinas de uma empresa que tem como atividade principal a extração de madeira em florestas plantadas. A jornada diária de trabalho dos avaliados é de oito horas (06:00 as 15:00 hs), com pausa de duas hora para almoço, repetida semanalmente de segunda-feira a sexta-feira. As

funções consideradas para avaliação no setor operacional de manutenção de máquinas da empresa avaliada estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição das funções avaliadas no setor operacional de manutenção de máquinas da empresa de extração de madeira em florestas plantadas.

Função	Descrição da função
Ajudante Geral	Ajuda nas manutenções mecânicas preventivas e corretivas de máquinas e equipamentos.
Eletricista de Manutenção	Serviços de manutenção elétrica voltado para máquinas e equipamentos; irá atuar com Manutenção de veículos leves, pesado, máquinas/equipamentos nas áreas de atividade de manejo.
Lubrificador	Lubrifica máquinas e equipamentos, selecionando o material de limpeza e ferramentas necessárias.
Mecânico	Consertar máquinas e equipamentos, requisitando peças para reposição. Organizar o local de trabalho para manutenção e avaliar as condições de máquinas e equipamentos.
Soldador	Soldar peças de metal, utilizando equipamento a gás ou elétrico, para a montagem ou reforço de componentes mecânicos
Torneiro Mecânico	Preparar, regular e operar máquinas e ferramentas para usinar peças metálicas e similares.

2.2. Avaliação dos riscos ambientais

Para avaliação da exposição dos trabalhadores a riscos ambientais, foram considerados os agentes ruído e vibração para análise.

Ruído: a avaliação da exposição dos trabalhadores ao ruído foi realizada por meio da determinação do nível de exposição, parâmetro representativo da exposição diária do trabalhador denominado Nível de Exposição - NE, (Equação 1), convertido para uma jornada padrão de oito horas diária, (Equação 2), denominado Nível de Exposição Normalizado – NEN, para comparação com o limite de tolerância.

$$NE=16,61 \times \text{Log} \left(\frac{480}{T_e} \times \frac{D}{100} \right) + 85 \quad (1)$$

$$NEN=NE+16,61 \times \text{Log} \left(\frac{T_e}{480} \right) \quad (2)$$

Em que:

NE= Nível médio representativo da exposição diária do trabalhador [dB];

Te= tempo de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho e;

NEN= Nível de Exposição (NE) convertido para a jornada padrão de 8 horas diárias [dB].

Para a avaliação foram utilizados dosímetros (marca: Wed007) de uso pessoal, fixados na zona auditiva do trabalhador. As medições foram realizadas, seguindo os procedimentos metodológicos da Norma de Higiene Ocupacional, NHO-01 (FUNDACENTRO, 2001) e os valores de ruído encontrados foram equiparados aos limites de tolerância estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR-15, Anexo 01 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2018).

Vibração de mãos e braços (VMB): para as medições de VMB foram seguidos os procedimentos metodológicos da Norma de Higiene Ocupacional, NHO 10 (FUNDACENTRO, 2013a), utilizando-se um acelerômetro tri-axial (marca: Vib008) do tipo parafuso, que mensura a aceleração ponderada segundo as coordenadas ortogonais x, y e z transmitida aos membros superiores (Figura 1).

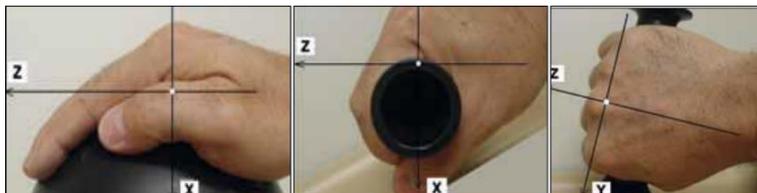


Figura 1. Localização do sistema de coordenadas para vibração de mãos e braços.

Fonte: Fundacentro (2013a), adaptado pelo autor.

O acelerômetro foi fixado em cada uma das mãos utilizada pelo trabalhador, dessa forma, foi possível identificar se existe diferença na vibração emitida entre os pontos de avaliação.

Vibração de corpo inteiro (VCI): para as medições foram seguidos os procedimentos metodológicos da Norma de Higiene Ocupacional, NHO 09 (FUNDACENTRO, 2013b), utilizando-se um acelerômetro tri-axial (marca: Vib008) do tipo assento, que mensura a aceleração ponderada segundo as coordenadas ortogonais x, y e z transmitida ao corpo inteiro (Figura 2).

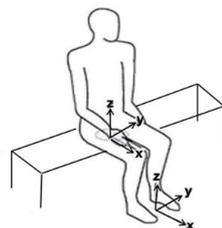


Figura 2. Eixos de direção adotados para medição da vibração de corpo inteiro, na posição sentada.

Fonte: ISO 2631 (1997) citado por FUNDACENTRO (2013b), adaptado pelo autor.

De posse dos dados de VMB e VCI, os valores obtidos foram equiparados aos limites de ação e tolerância estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR-15, Anexo 08, do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2018), conforme Quadro 1.

Quadro 1. Níveis de ação e limite de tolerância para exposição diária a vibração de mãos e braços e corpo inteiro.

Vibração	Limite de ação (m/s^2)	Limite de tolerância (m/s^2)
Mãos e braços (VMB)	2,5	5,0
Corpo inteiro (VCI)	0,5	1,1

Fonte: BRASIL (2018).

2.3. Avaliação postural: método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Para avaliação postural foi aplicado o método de Avaliação Rápida de Corpo Inteiro (REBA), que consistem em uma ferramenta semiquantitativa usada para avaliar o risco de distúrbio musculoesquelético a partir da análise postural dos trabalhadores. O objetivo da avaliação é

analisar as posturas e enquadrá-las conforme níveis de risco e categoria de ação, para resolução dos problemas diagnosticados.

A codificação das regiões corporais é estabelecida por diagramas representativos associados a tabela de escores divididos em dois grupos: A e B, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação dos grupos e segmentos corpóreos avaliados

Grupo	Segmento Corpóreo Avaliado
A	Pescoço, Tronco e Pernas
B	Braços, Antebraços e Punhos

Fonte: Hignett; Mcatamney (2000).

Os diagramas do Grupo A (Pescoço, Tronco e Pernas) são compostos por um total de 60 combinações de posturas, o que resulta em um total de 10 possíveis escores encontrados na Tabela A que foram somados ao escore de carga/força.

Tabela A – Pontuações do Grupo A somados ao escore carga/força.

Tronco	Pescoço											
	1				2				3			
Pernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9
Carga/Força												
0	1			2			3					
<5 kg	5 a 10 kg			>10 kg			Contração ou rápida execução de força.					

Fonte: Hignett; Mcatamney (2000).

Já os diagramas do Grupo B (Braços, Antebraços e Punhos) são compostos por um total de 36 combinações de posturas, que também resultam num total de 9 escores encontrados na Tabela B que são adicionados ao escore de qualidade da pega.

Tabela B – Pontuações do Grupo B somados ao escore qualidade da pega.

Braço	Antebraço					
	1			2		
Punho	1	2	3	1	2	3
1	1	2	3	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9
Interface						
0 – Bom	1 – Aceitável		2 - Pobre		3 – Inaceitável	
Boa prensão a médio alcance, boa força de agarre.	Prensão aceitável, mas não ideal ou interface aceitável via outra parte do corpo.		Prensão inaceitável apensar de possível		Desfavorável, pressão insegura, sem cabos, menetes.	

			Interface inaceitável utilizando outras partes do corpo.
--	--	--	--

Fonte: Hignett; Mcatamney (2000).

Os escores A e B são encontrados pelo cruzamento das pontuações das posturas específicas observadas nas tabelas C.

Tabela C – Cruzamentos dos Escores A e B.

		Escore B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Escore A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fonte: Hignett; Mcatamney (2000).

O escore C é somado a um escore se estiver associado às atividades:

- 1) uma ou mais regiões corporais estão em trabalho estático;
- 2) pequenas faixas de ações repetitivas, e;
- 3) ações que provocam mudanças rápidas nas posturas.

O escore final do REBA é associado à tabela de escores para as categorias de ações. A Tabela 2 mostra a classificação dos riscos e as categorias de ações.

Tabela 3 - Classificação dos riscos e categoria de ação do método REBA

Nível de ação	Escore do REBA	Risco	Ação
0	1	Negligenciável	Desnecessária
1	2-3	Baixo	Pode ser necessária
2	4-7	Médio	Necessária
3	8-10	Alto	Necessária breve
4	11-15	Muito alto	Necessária agora

Fonte: Hignett; Mcatamney (2000).

3. Resultados e Discussão

3.1 Avaliação ocupacional ao ruído e vibração

Na Tabela 4 estão os valores de nível de exposição normalizado (NEN), aceleração resultante de exposição normalizada e dose de vibração para cada função avaliada e a sua respectiva fonte de geração.

Tabela 4 – Valores de nível de exposição normalizado (NEN), aceleração resultante de exposição parcial e dose de vibração para cada função avaliada e a sua respectiva fonte de geração.

Função	Fonte de ruído	NEN dB(A)*	Fonte da vibração	AREN (m/s ²)/ Dose (m/s ^{1,75})**
Ajudante Geral		71,4	Parafusadeira	1,85
Eletricista de Manutenção	Máquinas e equipamentos presentes na oficina	71,4	Não identificado	Não há exposição
Lubrificador		71,2	Caminhão tanque	0,51/10,89
Mecânico		90,1	Parafusadeira	1,85
Soldador		90,1	Lixadeira	1,71
Torneiro Mecânico		71,4	Não identificado	Não há exposição

* NEN = nível de exposição normalizado; AREN = aceleração resultante de exposição normalizada;

**Dose = valor de dose para vibração de corpo inteiro, este valor foi verificado somente na função de lubrificador.

Na avaliação da exposição ocupacional dos trabalhadores ao ruído contínuo foi verificado que, os valores para as funções de mecânico e soldador estão acima do limite de tolerância, conforme recomendado pela norma brasileira (NR-15, anexo 01) que é de 85 dB(A) para uma jornada de trabalho de oito horas/diária.

O ruído contínuo ou intermitente, quando presente no ambiente laboral em níveis ou tempos de exposição acima dos indicados na NR - 15, ou em pessoas de extrema suscetibilidade, pode causar uma série de distúrbios que se manifestam na forma de cansaço, dores de cabeça, aumento da pressão arterial, problemas digestivos, ulcerações e taquicardia. Com o passar dos anos a exposição contínua a níveis de ruído acima do recomendado pode levar à perda gradativa da capacidade auditiva para certas frequências sonoras, de forma permanente e irreversível.

Por outro lado, os efeitos nocivos da exposição ao ruído não se restringem somente à perda auditiva, mas podem causar alterações cardiovasculares, psicológicas e respiratórias, distúrbios do sono, disfunções no sistema imunológico, irritabilidade e fadiga, além de diminuir o desempenho do trabalhador nas suas funções, aumentando a probabilidade de ocorrência de acidentes no trabalho (MASSA et al., 2012; MINETTE, 1996; SILVEIRA et al., 2007).

Com relação a avaliação da exposição ocupacional a vibração de mãos e braços e corpo inteiro, foi verificado que todos os valores obtidos encontram-se abaixo do limites de tolerância e nível de ação estabelecido pela normatização brasileira, indicando que a condição de exposição é aceitável nas atividades avaliadas. A Norma de Higiene Ocupacional NHO 09 e 10, recomendam que nessa situação é necessário pelo menos a manutenção da condição de trabalho existente, a fim de que os níveis de exposição não sejam excedidos ao longo do tempo.

3.3. Avaliação postural (REBA)

Na Tabela 5 está o resultado da avaliação postural das funções avaliadas por meio da aplicação do método Reba.

Tabela 5 – Avaliação postural com aplicação do método Reba, indicando o escore, o risco e ação necessária em cada função do setor operacional de manutenção de máquinas da empresa avaliada.

Função	Escore REBA	Risco	Ação
Ajudante Geral	5	Médio	Necessária
Eletricista de Manutenção	3	Baixo	Pode ser necessária
Lubrificador	4	Médio	Necessária
Mecânico	6	Médio	Necessária
Soldador	4	Médio	Necessária
Torneiro Mecânico	6	Médio	Necessária

Conforme resultados apresentados acima, pode-se constatar a necessidade de intervenção ergonômica em todas as funções avaliadas, com exceção da atividade de eletricitista em que o risco indicou que pode ser necessário uma ação para adequação do trabalho.

Nas atividades foi verificado desvios de punho durante a lavagem e montagem de peças, associados a repetitividade de movimentos, fato que podem contribuir para o surgimento ou agravamento de lesão por esforços repetitivos e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho - LER/DORT, que se caracterizam pela utilização excessiva, imposta ao sistema musculoesquelético, e da falta de tempo para recuperação (COMISSÃO DE REUMATOLOGIA OCUPACIONAL, 2011).

Além disso, as atividades avaliadas exigem a permanência por longos períodos na postura de pé, necessidade de levantamento de carga com o tronco inclinado ou torcido por longos períodos e postura inadequada que proporciona sobrecarga nas articulações dos joelhos, aumentando assim o risco de ruptura dos ligamentos.

Diante desse cenário, é importante adequar o local de trabalho de maneira que considere as características do trabalhador. Pois em caso contrário, pode demandar do mesmo a realização de posturas inadequadas que causam severas consequências para a sua saúde ocupacional, principalmente, pelo fato de que o trabalhador tem grande capacidade de se ajustar às condições em que está exposto. Assim ele pode manusear máquinas, ferramentas e equipamentos mal projetados e suportar posições que são incômodas, mas a produtividade e a saúde nessa situação podem ser prejudicadas (MINETTE, 1996).

4. Conclusão

O agente ambiental ruído apresentou-se como risco elevado para as atividades de mecânico e soldador, sendo necessário a adoção de medidas corretivas, visando a redução da exposição dos trabalhadores.

Os níveis de vibração obtidos em todas as atividades avaliadas encontram-se em conformidade com o estabelecido pela legislação, sendo necessária a manutenção da condição existente, com intuito de controlar as fontes de exposição dos trabalhadores.

Com relação a avaliação postural, verificou-se que a necessidade de intervenção ergonômica na maioria das atividades avaliadas, sendo necessária a adoção de medidas que visem a adequação dos postos de trabalho as características dos trabalhadores.

Referências

ABRAHÃO, J. I. *Reestruturação Produtiva e Variabilidade do Trabalho: Uma Abordagem Ergonômica.* Psicologia: Teoria e Pesquisa, Brasília, v.16, n. 1, p. 49-54, 2000.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. *Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 15. Atividade e operações insalubres* Disponível em:

<<http://www.mtps.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>>. Acesso em: 17 setembro 2018.

COMISSÃO DE REUMATOLOGIA OCUPACIONAL. *LER/DORT.* 2011. Disponível em:

<<http://www.reumatologia.com.br/PDFs/Cartilha%20Ler%20Dort.pdf>>. Acesso em: 17 abril 2016.

FUNDACENTRO. Norma de higiene ocupacional: *NHO 01: Avaliação da exposição ocupacional ao ruído.* São Paulo: Fundacentro, 2001. 40 p.

FUNDACENTRO. Norma de higiene ocupacional: *NHO 09: Avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro.* São Paulo: Fundacentro, 2013b. 63 p.

FUNDACENTRO. Norma de higiene ocupacional: *NHO 10: Avaliação da exposição ocupacional a vibração em mãos e braços*. São Paulo: Fundacentro, 2013a. 53 p.

IIDA, I. *Ergonomia: projeto e produção*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 614p.

HIGNETT S, MCATAMNEY L. *Rapid entire body assessment (REBA)*. Applied Ergonomics, v. 31, n. 2, p. 201-205, 2000.

KROEMER, K. H. E; GRANDJEAN, E. *Manual de ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem*. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005, 327 p.

MASCARENHAS, A. L. M, FERNANDES, R. C. P. *Aptidão física e trabalho físico pesado: como interagem para a ocorrência de distúrbio musculoesquelético?*. Caderno de Saúde Pública, v. 30, n. 10, p. 2187-2198, 2014.

MASSA, C. G. P. et al. *P300 in workers exposed to occupational noise*. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, São Paulo, v. 78, n. 6, p. 107-112, Nov./Dec. 2012.

MINETTE, L. J. *Análise dos fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra*. 1996. 211f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

SILVEIRA, J. C. M. da; FERNANDES, H. C.; RINALDI, P. C. N.; MODOLO, A. J. *Níveis de ruído em função do reio de afastamento emitido por diferentes equipamentos em uma oficina agrícola*. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 15, n.1, p.66-74, jan./mar. 2007.