
NOTA TÉCNICA:

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO EMITIDOS POR DIFERENTES MODELOS DE FELLER-BUNCHERS

Haroldo Carlos Fernandes¹, Andréia Bordini de Brito², Paula Cristina Natalino Rinaldi³, Wagner Santos Gonçalves⁴, Marconi Ribeiro Furtado Júnior⁵

RESUMO

No presente trabalho teve-se por objetivo avaliar os níveis de ruídos emitidos, interno e externo, de três modelos de “Feller-Bunchers”. As análises foram realizadas em máquinas operando em áreas de colheita florestal, localizada no município de Santa Bárbara, Minas Gerais. Os níveis de ruído dentro das cabines foram inferiores ao limite de 85 dB (A), para oito horas de exposição diária, estabelecido pela NR-15, para todas as operações de colheita. Já na parte externa, os níveis de ruído em função do raio de afastamento foram superiores ao limite estabelecido.

Palavras-chave: máquinas florestais, ruído, ergonomia.

EVALUATION OF NOISE LEVELS OF EMITTED BY THREE DIFFERENT MODELS OF “FELLER-BUNCHERS”

ABSTRACT

The study reports internal and external noise levels emitted by three models of “Feller-Bunchers”. The machines operating in forest crop areas belonging to a forest company, located in the district of Santa Bárbara, Minas Gerais – Brazil were analyzed. The noise levels inside the cabin were lower than the limit of 85 dB (A) for eight hours daily exposure, established for NR-15, for all crop operations. However, the noise level outside of the cabin (as to the distancing radius) was above the set limit.

Keywords: forest machines, noise, ergonomic.

Recebido para publicação em 04/06/2008. Aprovado em 17/05/2010.

- 1- Engenheiro Agrícola, Professor Associado do Departamento de Engenharia Agrícola – UFV, Viçosa, MG, haroldo@ufv.br
2- Design Industrial, Professora Adjunto do Instituto de Artes e Design – UFPEL, Pelotas, RS, bordinibrito@yahoo.com.br
3- Engenheira Agrícola e Doutoranda em Mecanização Agrícola – DEA/ UFV, paula.rinaldi@ufv.br
4- Engenheiro Agrônomo e Doutorando em Mecanização Agrícola – DEA/ UFV, wwagnerr@gmail.com
5- Engenheiro Agrônomo e Mestrando em Mecanização Agrícola – DEA/ UFV, marconi_furtado@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Nas atividades de colheita florestal, a mecanização tem aumentado desde a década de 80, intensificando-se na década de 90 em detrimento da motosserra e do machado com a necessidade de reduzir custos e elevar o nível de produtividade.

Segundo Marques (1994), a colheita florestal é um conjunto de operações realizadas no maciço florestal com o intuito de preparar e transportar a madeira até o local de processamento, dispondo de técnicas e padrões estabelecidos com o objetivo de transformá-la em produto final. Já o sistema de colheita de madeira é o conjunto destas atividades de forma a permitir o fluxo constante da madeira.

Com uma grande variedade de máquinas disponíveis no mercado, cada empresa adquire a mais adequada às suas necessidades. Entre as máquinas utilizadas na colheita florestal, uma que apresenta grande destaque é o “*Feller-Buncher*” cuja função é fazer o corte e o enleiramento da madeira.

O sistema de toras longas, predominante nos países da América do Norte, utiliza um conjunto mecanizado composto por “*Feller-Buncher*” e “*Skidder*”. O “*Feller-Buncher*” é um trator florestal de esteira ou pneus, com cabeçote que faz o corte e o agrupamento das árvores em feixes tombados no solo. O corte é executado por um sistema de discos, duas garras de fixação e braço acumulador. Já o “*Skidder*” é a máquina responsável pelo arraste das toras até a margem da estrada ou pátio provisório.

Existem inúmeras definições para o termo ergonomia. Para Grandjean (1998), a ergonomia é uma ciência interdisciplinar que compreende a fisiologia e a psicologia, bem como a antropometria e a sociedade no trabalho. Define, também, que seu objetivo prático é a adaptação do trabalho, dos instrumentos, das máquinas, dos horários, do meio ambiente às exigências do homem. A realização de tal objetivo propicia um rendimento do esforço.

Para Lida (2003), a ergonomia é definida como a adaptação do trabalho ao homem. O trabalho abrange as máquinas, equipamentos e também toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e seu trabalho.

As pesquisas realizadas nos últimos anos sobre

o efeito do ruído no corpo humano evidenciaram a aceleração da pulsação, o aumento da pressão sanguínea, a redução na sensibilidade auditiva e o estreitamento dos vasos sanguíneos. Estas alterações aparecem em forma de mudanças de comportamento, como nervosismo, fadiga mental, frustração e prejuízo no desempenho do trabalho, provocando, também, altas taxas de ausências no trabalho (LIMA, 1998).

A legislação brasileira de atividades e operações insalubres, a NR-15, estabelece que o nível máximo de ruído permitido é de 85 dB (A) em uma jornada de trabalho de oito horas. A NBR-9999 (1987) trata da medição do nível de ruído, no posto de trabalho, de tratores e máquinas agrícolas.

Para as operações agrícolas, a Legislação Trabalhista na Espanha estabelece que quando um trator emitir um nível de ruído superior a 80 dB (A), deverá ser especificado o uso de protetores auriculares aos usuários (MÁRQUEZ, 1991). O ruído em máquinas agrícolas e florestais é gerado principalmente pelo motor, sistemas de exaustão, ventiladores de resfriamento, transmissão, funções hidráulicas e os processos de trabalho.

De acordo com as diretrizes da União Europeia, em máquinas, o nível de ruído deve ser informado no manual do operador quando o nível exceder 70 dB (A). Em certos casos, o pico do valor da pressão do som em dB (C) e o nível da força do som também devem ser mencionados (SKOGFORSK, 1999).

Fernandes (1991) analisou as fontes de ruídos em tratores agrícolas e concluiu ser o motor, e principalmente o sistema de exaustão dos gases, sua principal fonte. Entretanto, em operações agrícolas os implementos podem contribuir para o aumento do ruído de duas formas: diretamente quando ele é uma fonte de ruído, ou indiretamente, quando o implemento faz o trator gerar ruído em função dos esforços de tração.

A definitiva solução para o problema do nível de ruído emitido por tratores não consiste somente no isolamento acústico, mas numa mudança na postura por parte dos fabricantes, passando a investir e pesquisar as fontes geradoras de ruído, visando a minimizá-las (MIALHE, 1996).

Lima (1998) avaliou quantitativamente

fatores ergonômicos que poderiam influenciar a saúde, o conforto, o bem-estar, a segurança e o rendimento dos operadores dos tratores florestais. O trabalho avaliou o nível de ruído emitido pelas máquinas de colheita de madeira, “*Feller-Buncher*” e “*Skidder*”, e concluiu que o “*Feller-Buncher*” emite ruído acima do permitido pela norma NR-15. Portanto, o objetivo nesse trabalho foi avaliar os níveis de ruído emitido por três modelos de “*Feller-Bunchers*” e suas adequações às normas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido com o maquinário da empresa florestal Cenibra, Celulose Nipo-Brasileira, localizada no município de Santa Bárbara, Minas Gerais, situada a 19°58'05”S de latitude sul e 43°24'57”W de longitude, 732 m de altitude.

As jornadas de trabalho nesta empresa são de 24 horas, com os “*Feller-Bunchers*”, operando em três turnos de oito horas, de segunda-feira a sábado.

Foi utilizada uma amostra de três modelos de “*Feller-Bunchers*” com rodado de esteiras: da marca Timberjack, modelo 608L, da marca Valmet, modelo 425EXL e um da marca John Deere, modelo 759C.

O ciclo de trabalho do “*Feller-Buncher*” inicia-se quando ele se desloca em direção à árvore; em seguida, sua parte frontal é encaixada na árvore, executando-se o corte com o fechamento da garra (A). Após esta fase, a máquina se movimenta em direção a outra árvore, executa o corte novamente e acumula em seu braço, e assim sucessivamente até

a formação completa do feixe, (C) seguindo-se o tombamento do feixe ao solo (D), em posição que facilita o trabalho da próxima máquina na etapa subsequente (Figura 1).

As Figuras 2a, 2b e 2c mostram as três marcas e modelos de “*Feller-Bunchers*” analisados e estudados.

O Quadro 1 relaciona as principais características de cada uma das máquinas analisadas.

Nesta avaliação, utilizou-se a escala de medida do nível de ruído dos tratores em decibel dB (A). Os ruídos foram determinados em um medidor de pressão sonora (decibelímetro) da marca MINIPA, no circuito de resposta lenta (“slow”) e de equalização “A”.

Para as medições externas, o estudo foi realizado nos tratores “*Feller-Buncher*” posicionados em frente ao talhão onde estavam realizando suas operações. Os tratores estavam estacionados com as portas e janelas fechadas e ar condicionado ligado na regulagem de trabalho. Os tratores foram acionados e colocados na condição máxima de aceleração do motor e disco de corte na máxima rotação.

As leituras dos níveis de ruído externo foram realizadas em raios de afastamento a partir de um metro de distância dos tratores em cada um dos quatro lados até dez metros de distância, sendo as leituras tomadas em cada lado em período de cinco segundos. A análise estatística dos dados foi feita pela média aritmética de três leituras consideradas como resultado, segundo a NBR 9999 (1987).

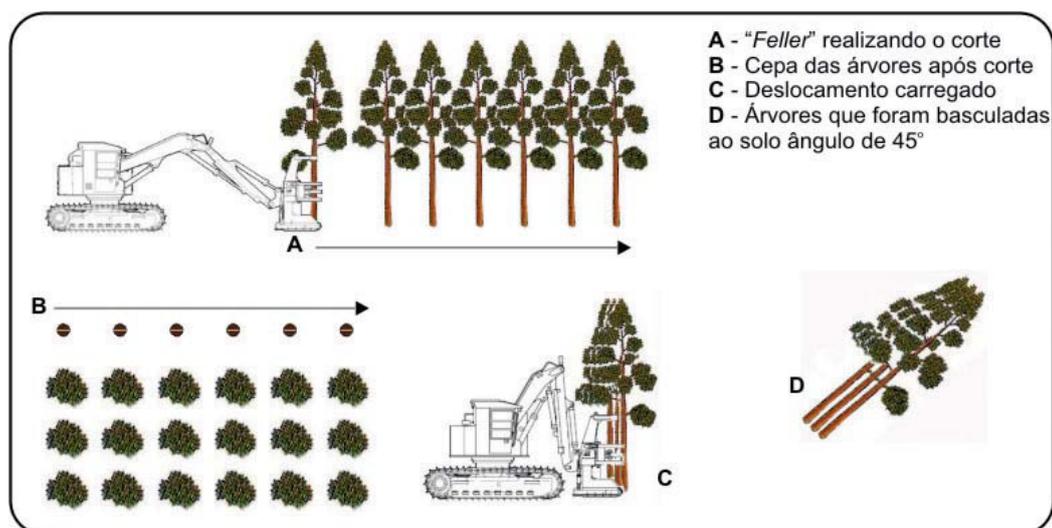


Figura 1. Modo de trabalho do “*Feller-Buncher*”



(a)



(b)



(c)

Figura 2. Modelos de “Feller-Bunchers” analisados: (a) Timberjack 608L. (b) Valmet 425EXL. (c) John Deere 759C.

Quadro 1. Principais especificações técnicas dos “Feller-Bunchers” analisados

| Especificações | Timberjack 608L | Valmet 425 EXL | John Deere 759G |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Potência no motor (HP) | 230 | 260 | 241 |
| Marca do motor | Cummins | Komatsu QSC | SISU |
| Número de cilindros | 6 | 6 | 6 |
| Massa total (kg) | 26.886 | 24.495 | 28.086 |
| Comprimento sem lança (m) | 4,41 | 4,44 | 5,63 |
| Largura (m) | 3,05 | 2,95 | 3,05 |
| Altura (m) | 3,83 | 3,76 | 3,78 |
| País de fabricação | EUA | EUA | EUA |
| Ano de compra | 2000 | 2003 | 2006 |
| Consumo combustível (L/h) | 30 | 30 | 30 |
| Velocidade máxima (km/h) | 4,05 | 5,6 | 4,0 |
| Declividade máxima de trabalho | 27° | 23° | 27° |
| Raio máximo de corte (m) | 7,08 | --- | 7,24 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação dos “*Feller-Bunchers*”, parados, com a cabine fechada, ar-condicionado ligado e com o motor na máxima rotação, obteve-se um nível de ruído interno de 75, 76 e 76 dB (A), respectivamente, para os três tratores analisados. Em ciclo operacional de corte, deslocando-se carregado, basculando as árvores e se deslocando sem carga, para o Timberjack 608L, o ruído foi de 77 dB (A), 77 dB (A), 79 dB (A) e 75 dB (A) respectivamente. Para o Valmet 425EXL, o ruído foi de 77 dB (A), 76 dB (A), 76 dB (A), 76 dB (A), e para o John Deere 759C, foi de 79 dB (A), 78 dB (A), 78 dB (A), 77dB (A), todos dentro do valor permitido pela NR – 15 para oito horas de trabalho (Quadro 2).

Os operadores dos “*Feller-Bunchers*”, de qualquer forma, recebem da empresa florestal protetores auriculares para utilização durante as operações, visando a minimizar os efeitos causados pelos níveis de ruído.

Com as máquinas paradas, o motor e o disco de corte na máxima rotação, os níveis de ruídos

externos emitidos de 1 a 10 m de distância, nos quatro lados dos tratores, estão descritos nos Quadros 3, 4 e 5.

No Timberjack 608L e John Deere 759C, os lados que emitem maior nível de ruído são os da parte frontal e direita, em virtude do posicionamento do motor e do escapamento nestes modelos de máquinas. Já no Valmet 425EXL, os lados que emitem maior nível de ruído são o frontal e o esquerdo, também em função do posicionamento do motor e do escapamento. Para o Timberjack 608L e John Deere 759C, observa-se um aumento dos valores de ruído em 4 metros de distância, isto se dá em função da aproximação ao disco de corte que estava em máxima rotação.

Pode-se notar que as medições nas três máquinas monitoradas mostraram que o nível de ruído se encontra acima dos 85 dB (A) permitidos.

Em trabalho conduzido por Lima (1998), quando foi analisado o nível de ruído externo emitido por um “*Feller-Buncher*” sem cabine, o autor também encontrou valores acima do limite permitido pela legislação brasileira.

Quadro 2. Níveis de ruído interno (dB (A)) com máquina parada e em ciclo operacional de corte

| dB (A) | Timberjack 608L | Valmet 425EXL | John Deere 759C |
|---------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Máquina parada em funcionamento | 75 | 76 | 76 |
| Em ciclo operacional de corte | 77 | 77 | 79 |
| Deslocando carregado | 77 | 76 | 78 |
| Basculando as árvores | 79 | 76 | 78 |
| Deslocamento sem carga | 75 | 76 | 77 |

Quadro 3. Variação dos níveis de ruído dB (A) em função do lado e do raio de afastamento do Timberjack 608L

| Timberjack 608L | Raio de afastamento (m) | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Posição máquina | | | | | | | | | | |
| Frontal | 95,3 | 96,3 | 99,2 | 100,2 | 97,4 | 96,8 | 97,1 | 96,3 | 96,7 | 95,6 |
| Direito | 97,0 | 95,1 | 94,3 | 93,8 | 93,2 | 92,2 | 91,2 | 90,7 | 90,1 | 89,3 |
| Esquerdo | 89,4 | 86,7 | 85,5 | 84,8 | 84,7 | 84,1 | 82,4 | 82 | 80,9 | 79,9 |
| Traseiro | 89,0 | 89,6 | 89,9 | 89,2 | 87,3 | 86,2 | 85,1 | 84,7 | 84,6 | 83,5 |

Quadro 4. Variação dos níveis de ruído dB (A) em função do lado e do raio de afastamento do Valmet 425EXL

| Valmet 425EXL | Raio de afastamento (m) | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Posição máquina | | | | | | | | | | |
| Frontal | 97,0 | 96,6 | 96,1 | 94,3 | 94,1 | 91,5 | 89,6 | 89,0 | 88,3 | 87,3 |
| Direito | 90,6 | 90,9 | 89,9 | 88,9 | 87,5 | 85,5 | 83,8 | 83,2 | 83,2 | 83,2 |
| Esquerdo | 98,2 | 96,2 | 94,7 | 94,0 | 93,1 | 92,3 | 91,5 | 90,5 | 89,1 | 88,1 |
| Traseiro | 89,3 | 87,6 | 87,3 | 86,7 | 86,0 | 87,0 | 84,1 | 81,3 | 80,1 | 79,3 |

Quadro 5. Variação dos níveis de ruído dB (A) em função do lado e do raio de afastamento do John Deere 759C.

| John Deere 759C | Raio de afastamento (m) | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Posição máquina | | | | | | | | | | |
| Frontal | 100,0 | 102,3 | 103 | 105,8 | 105,4 | 104,1 | 101,9 | 100,1 | 99,4 | 99,1 |
| Direito | 98,5 | 97,5 | 95,4 | 93,5 | 92,5 | 91,9 | 90,7 | 88,7 | 88,6 | 88,3 |
| Esquerdo | 92,6 | 92,3 | 91,6 | 90,2 | 88,0 | 87,0 | 86,4 | 85,1 | 84,3 | 83,7 |
| Traseiro | 88,4 | 88,0 | 87,3 | 86,6 | 86,3 | 85,8 | 84,5 | 83,6 | 83,3 | 82,4 |

CONCLUSÕES

- Os níveis de ruído dentro das cabines emitidos nos casos analisados foram inferiores ao limite de 85 dB (A) para oito horas de exposição diária, estabelecido pela NR-15, para todas as etapas do ciclo operacional de colheita;
- Para os modelos analisados, foram encontrados níveis de ruído elevados, acima do permitido, no lado externo à cabine;
- Os maiores níveis de ruído são devidos ao motor e ao escapamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Medição do nível de ruído, no posto de operação, de tratores e máquinas agrícolas** NBR 9999. Rio de Janeiro, 1987.

MÁRQUEZ, L. **El tractor agrícola características y utilización**. Madrid: Laboreo Solotractor, 1991. 235p.

FERNANDES, J.C. **Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador**. 1991. 192f. Tese (Doutorado em Energia

na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, GRANDJEAN, E.O Assento de Trabalho. In: **Manual de ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem**, 4 ed. Porto Alegre: Bookman, p. 60-72, 1998.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 9. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 465p.

LIMA, J.S.S. **Avaliação da força de arraste, parâmetros ergonômicos e compactação do solo, em um sistema de colheita de madeira, utilizando os tratores florestais Feller-Buncher e Skidder**. Viçosa, MG, UFV, 1998. (Tese de doutorado)

MARQUES, R.T. **Otimização de um sistema de transporte florestal rodoviário pelo método PERT/COM**. 1994. 95p. Dissertação (Mestrado Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios e certificação**. São Paulo: FEALQ, 1996.

SKOGFORSK – The forestry research institute of Sweden. **Ergonomic guidelines for forest machines**. Uppsala, Sweden: Swedish National Institute for Working Life, 1999. 86p.