

# AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO EMITIDO POR UM DESINTEGRADOR/PICADOR/MOEDOR (DPM-1) NO PROCESSAMENTO DO MILHO

Luiz Henrique de Souza<sup>1</sup>, Gutemberg Pereira Dias<sup>2</sup>, Luiz César Souza<sup>3</sup>, Ingrid Gomes Dias<sup>4</sup>

## RESUMO

Os níveis de ruído emitidos por um desintegrador/picador/moedor (DPM-1), sob o regime de 4 rotações (4000, 3757, 2931 e 2335 rpm); 4 números de martelos (4, 5, 6 e 7) e 3 tipos de peneiras (3, 5 e 10 mm de diâmetro de furos) foram avaliados sob esquema fatorial 4x4x3, delineamento inteiramente ao acaso com duas repetições. Os dados foram interpretados pela análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Os níveis de ruído ultrapassaram o limite de 85 dB(A) para 8 horas de exposição diária estabelecido pela NR-15. O número de martelos e a rotação tiveram influência sobre o nível de ruído gerado pela máquina.

**Palavras-chave:** ergonomia, máquinas agrícolas

## ABSTRACT

### Evaluation of Noise Level Emitted by a Hammermill in Maize Processing

The noise levels emitted by a hammermill at four rotations (4000, 3757, 2931, and 2335 rpm), four hammer numbers (4, 5, 6 e 7) and the three types of strainers (3, 5, and 10 mm of hole diameter) were evaluated. A completely randomized experimental, design was used on a factorial scheme 4x4x3, with two replicates. The data were interpreted by variability analysis, and the average was compared by Tukey Test at 5 % probability. The measured noise level surpassed the limit of 85 dB(A) for eight hours under daily exposure established by the NR-15. The number of hammers and the rotation affected the noise level generated by the machine.

**Keywords:** ergonomics, agricultural machines

## INTRODUÇÃO

A maioria dos alimentos que compõem a ração dos animais, em uma propriedade agrícola, deve ser desintegrada, picada ou moída, utilizando-se equipamentos próprios, entre eles os denominados DPM (desintegrador/picador/moedor) (Rodrigues, 2000). Estas máquinas geram altos níveis de ruído, que podem causar conseqüências graves à saúde do operador.

Ainda hoje, são poucos os trabalhos de pesquisa relacionados a ruídos proporcionados por máquinas, principalmente no que diz

respeito aos equipamentos eletrorrurais, por serem utilizados, na maioria das vezes, por pequenos agricultores. Neste sentido, cabe ao setor público, principalmente, o esforço no sentido de induzir a melhoria desses equipamentos, visando oferecer ao operador uma melhor qualidade de trabalho e maior conforto durante as operações.

Dentre os fatores ambientais que prejudicam o trabalhador, o ruído é considerado como dos principais, pois, pode causar danos auditivos, além de outras conseqüências. Infelizmente, o setor agrícola observou este problema tardiamente, tanto

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, M.S., DEA/UFV, Viçosa, MG, Fone: (31) 3899-1860. e-mail: [lhsouza@vicosa.ufv.br](mailto:lhsouza@vicosa.ufv.br).

<sup>2</sup> Prof. Doutor, DEA/UFV, Viçosa, MG.

<sup>3</sup> Estudante de Agronomia, UFV, Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Estudante de Economia Doméstica, UFV, Viçosa, MG.

que, na área rural, pouco, ou quase nada, existe a respeito do ruído em máquinas agrícolas e, conseqüentemente, não se pode tirar nenhuma conclusão sobre os problemas ocupacionais dos trabalhadores agrícolas (Vitória, 2000).

Delgado (1991) cita que no intervalo de 65 a 85 dB(A), além dos efeitos psíquicos, são produzidos efeitos físicos, por intermédio do sistema nervoso (aumento de pressão sanguínea e de batimentos cardíacos).

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas possui a Norma NBR – 9999 (Associação ... – NBR, 1987) – “Medição do Nível de Ruído, no Posto de Operação, de Tratores e Máquinas Agrícolas”. A legislação referente a atividades e operações insalubres, a NR-15 da Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho (MTb) e emprego, estabelece em 85 dB (A) o nível máximo de ruído permitido para 8 horas de exposição diária (Segurança..., 1998). Segundo a norma, acima deste nível, começam a aparecer os riscos para os trabalhadores.

Fernandes (1991), citado por Kahil e Gamero (1997), avaliou os níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador, concluindo que, em geral, os tratores apresentavam níveis de ruído acima dos limites de 85 dB(A) para 8 horas de exposição diária, estabelecidos pela NR-15. Nos ensaios comparativos, o autor ressaltou que o nível de ruído é maior para marchas mais longas, em comparação com marchas mais reduzidas e que este é, relativamente, proporcional à rotação do motor.

Venturoli et al. (2003), avaliando o nível de ruído em marcenarias no Distrito Federal, concluiu que todas as máquinas, exceto a lixadeira de cinta e a furadeira horizontal, apresentaram níveis de ruído acima do permitido pela NR-15. Concluiu, ainda, que a máxima exposição diária permitida para a serra circular de carrinho foi de 1 hora, durante toda a jornada de trabalho (8 horas diárias).

Rodrigues (2000) avaliou o nível de ruído emitido por 5 (cinco) DPMs de marcas distintas, no processamento do milho, sob cinco diferentes rotações e concluiu que houve uma tendência a aumento do nível de ruído, com o incremento na rotação. Concluiu, também, que todas as máquinas apresentaram nível de ruído

acima do permitido pela NR-15, em todas as rotações. O autor relata que a redução de tamanho dos grãos é atribuída à explosão, devido ao alto impacto destes com os martelos.

Considerando a importância do assunto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da rotação, bem como do número de martelos e peneiras utilizadas em um DPM-1, sobre os níveis de ruído emitidos, durante o processamento do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

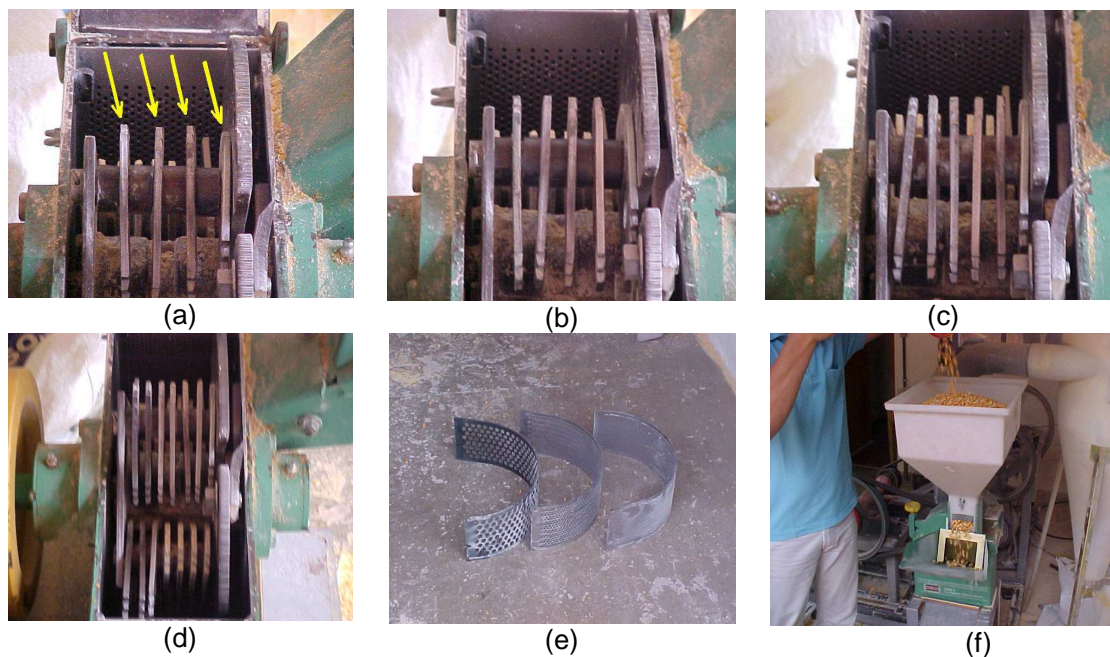
Os níveis de ruído emitidos por um desintegrador/picador/moedor (DPM-1), em regime de quatro rotações (4000, 3757, 2931 e 2335 rpm); quatro números de martelos (4, 5, 6 e 7) e três tipos de peneiras (3, 5 e 10 mm de diâmetro de furos) foram avaliados, em esquema fatorial 4x4x3 e delineamento inteiramente ao acaso com duas repetições. Os dados foram interpretados por meio de análise de variância, sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para cada repetição, foram feitas cinco leituras instantâneas, em períodos de cinco segundos. Caso a dispersão das leituras excedesse 3 dB(A), outra medição era realizada até que as leituras se limitassem a uma dispersão na faixa de 3 dB(A). As médias dessas leituras foram consideradas como resultado.

Os ensaios foram conduzidos na Bancada de Avaliação de Equipamentos Eletrotrurais, localizada no Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), Universidade Federal de Viçosa (UFV). Esta era composta por um motor trifásico de 14,72 kW (20 cv), comandado por um conversor/variador de frequência **Vectrue Inverter**, modelo CFW 09/WEG para permitir a escolha de qualquer velocidade angular e um medidor de potência sonora da marca **Tandy Corporation**, modelo **Realistic**.

Para alteração no número de martelos, o DPM foi desmontado e peças foram torneadas, possibilitando a fixação dos mesmos (Figuras 1a, b, c, d).

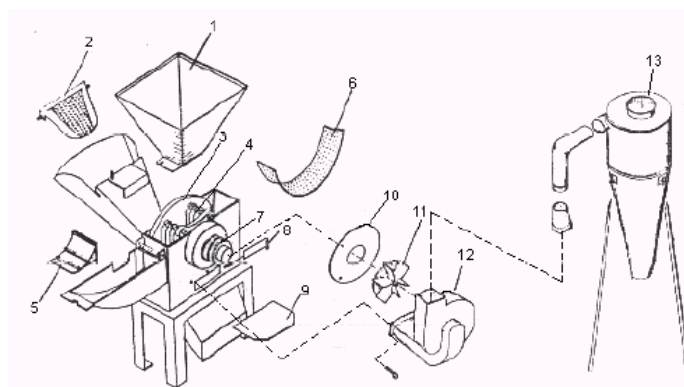
As características técnicas do DPM constam no Quadro 1, sendo o aspecto construtivo apresentado na Figura 2.



**Figura 1.** Número de martelos por pino: (a) = 4, (b) = 5 (condição nominal), (c) = 6, (d) = 7; (e) peneiras ensaiadas (10, 5 e 3 mm).; (f) moega mantida cheia para garantir taxa de alimentação constante.

**Quadro 1.** Características técnicas do DPM - 1

Parâmetros	Unidades
Potência nominal	3,68 a 5,52 k W (5,0 a 7,5 cv)
Rotação recomendada	4100 rpm
Nº de martelos por pino	5
Nº total de martelos	20



**Figura 2.** Aspecto construtivo do DPM: 1. moega, 2. protetor, 3. rotor, 4. martelos, 5. tampa, 6. peneira, 7. polia, 8. registro, 9. registro, 10. tampa, 11. ventilador, 12. caixa do ventilador e 13. ciclone.

A determinação dos níveis de ruído foi baseada na NBR-9999 (ABNT, 1987), que é uma norma específica para medida de ruído em tratores e seus efeitos no tratorista. De acordo com esta norma, o medidor de potência sonora foi posicionado à altura do ouvido do operador da máquina.

A partir dos valores de ruído medidos, foram analisados os tempos de exposição máxima que o operador poderia ficar exposto àquele nível, sem proteção auricular. Os valores foram confrontados com aqueles anexos à Portaria nº 3.214/78 da NR-15-CLT. Para os valores encontrados de nível de ruído intermediário foi considerada a máxima exposição diária permissível relativa ao nível imediatamente mais elevado.

A sala onde realizaram-se os testes tem 4,7 m de comprimento, 4,1 m de largura e altura de 3,0 m, um portão único de 3,8 m de comprimento e 2,7 m de altura para garantir a ventilação do ambiente. Este permaneceu aberto durante todos os testes similar às condições encontradas na maioria dos locais, onde os DPMs são usados nas propriedades.

Após o DPM entrar em funcionamento, a moega era abastecida e mantida sempre cheia para garantir que não houvesse interferência na vazão de alimentação, por variação na carga de milho na moega, o que poderia comprometer os valores de ruído gerados devido a uma possível queda na potência exigida pela máquina.

O milho moído apresentava umidade típica de armazenagem média de 13 % em base úmida e era uma mistura de híbridos comerciais, adquiridos pela UFV, para uso em ração.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 2 estão apresentados os valores de nível de ruído, em função da rotação e peneiras.

Por meio da análise de variância, verificou-se que as interações entre as rotações e peneiras foram significativas a 5 % de probabilidade.

O Teste de Tukey mostrou que as médias tenderam a não sofrer variação significativa entre as peneiras, nas rotações de 4000 e 3757 rpm. Para qualquer peneira em estudo, houve aumento no nível de ruído com o incremento da rotação, corroborando os estudos feitos por Rodrigues (2000) e Fernandes (1991), citado por Kahil e Gamero (1997), na avaliação do nível de ruído em tratores agrícolas. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que, quanto maior a rotação, maior será o movimento dos órgãos acionados pela máquina, como é o caso dos martelos e ventilador.

Todos os níveis de ruído encontram-se acima do permitido pela NR-15, para 8 horas de exposição diária, necessitando, portanto, da adoção de medidas para redução do ruído na fonte, ou o uso obrigatório de protetores auriculares.

**Quadro 2.** Médias dos níveis de ruído (dB(A)) em função do diâmetro da peneira e rotação de trabalho

Rotação (rpm)	Peneiras		
	5 mm	10 mm	
4000	99,6 Aa	99,4 Aa	99,1 Aa
3757	98,0 Ab	98,6 Aa	98,7 Aa
2931	96,0 Ac	96,2 Ab	97,1 Bb
2335	94,1 Ad	95,1 Bc	96,3 Cc

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No Quadro 3 estão apresentados os respectivos valores de máxima exposição diária, sem o uso de protetores auriculares.

Conforme esperado, as maiores rotações permitem, ao trabalhador, menor tempo de exposição diária ao ruído. A situação mais crítica foi a rotação de 4000 rpm, por 1 hora. Resultado semelhante foi encontrado por Venturoli et al. (2003), ao encontrar a máxima exposição permitida para uma serra circular de carrinho de 1 hora, durante toda a jornada de trabalho de 8 horas diárias.

Observa-se ainda, que apesar de não haver diferença significativa para o nível de ruído na rotação de 2931, rpm para as peneiras de 3 e 5 mm (Quadro 2), o tempo de exposição diária, neste caso, sofre uma redução de 30 minutos.

No Quadro 4 estão apresentados os níveis de ruído, medidos em função da rotação e do número de martelos por pino.

Por meio da análise de variância, verificou-se que as interações entre as rotações e número de martelos por pino foram significativas a 5 % de probabilidade.

O Teste de Tukey mostrou que, nas rotações de 4000 e 3757 rpm, os pinos com quatro, cinco e seis martelos não sofreram diferença significativa. Nas menores rotações, o número de martelos contribuiu com maior influência sobre o nível de ruído.

A máquina operada com sete martelos por pino gerou maior ruído, em todas as rotações analisadas. Para qualquer número de martelos por pinos, houve aumento no nível de ruído com o aumento da rotação. Todos os valores estiveram acima do limite, estipulado pela NR-15 para oito horas de exposição diária.

No Quadro 5, considerando a situação anterior, observam-se os valores de máxima exposição diária, de acordo com a NR-15.

No caso da rotação de 4000 rpm, utilizando sete martelos por grupo, pode-se chegar à situação crítica de 35 minutos de exposição diária. Nesta rotação, ao acrescentar apenas um martelo, ou seja, passar de seis para sete martelos, há o acréscimo de 3 dB(A), ocasionando uma diferença de 25 minutos na exposição diária do trabalhador.

**Quadro 3.** Limites de tolerância ao ruído contínuo ou intermitente, de acordo com a Portaria nº 3.214/78 da NR-15-CLT

Rotação (rpm)	Peneira (mm)		
	3	5	10
4000	1 h	1 h	1 h
3757	1 h e 15 min	1 h	1 h
2931	1 h e 45 min	1 h e 15 min	1 h e 15 min
2335	2 h	1 h e 45 min	1 h e 15 min

**Quadro 4.** Médias dos níveis de ruído (dB(A)) em função do número de martelos e rotação de trabalho

Rotação (rpm)	Número de martelos por pino			
	4	5	6	7
4000	98,2 Aa	98,1 Aa	98,9 Aa	102,2 Ba
3757	97,7 Aa	97,8 Aa	97,7 Ab	100,3 Bb
2931	95,5 Ab	94,7 Ab	97,0 Bb	98,7 Cc
2335	94,6 Ab	92,3 Bc	96,0 Cc	97,8 Dc

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Quadro 5.** Limite de tolerância ao ruído contínuo ou intermitente, de acordo com a Portaria nº 3.214/78 da NR-15-CLT

Rotação (rpm)	Número de martelos por pino			
	4	5	6	7
4000	1 h	1 h	1 h	35 min
3757	1 h e 15 min	1 h e 15 min	1 h e 15 min	45 min
2931	1 h e 45 min	2 h	1 h e 15 min	1 h
2335	2 h	2 h e 40 min	1 h e 45 min	1 h e 15 min

## CONCLUSÕES

- Os níveis de ruído ultrapassaram o limite de 85 dB(A), para oito horas de exposição diária, estabelecido pela NR-15.
- A situação mais problemática foi encontrada à rotação de 4000 rpm, utilizando-se sete martelos, com máxima exposição de 35 minutos, durante a jornada de trabalho de 8 horas diárias.
- O número de martelos e a rotação influenciaram o nível de ruído gerado pela máquina.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 9999 – **Medição do Nível de Ruído, no Posto de Operação de tratores e Máquinas Agrícolas.** 1987.

DELGADO, L. M. **El tractor agrícola y utilización.** Madri: La laboreo Solotractor, 1991. 235p.

KAHIL, M. A. & GAMERO, C. A. Níveis de ruído: Avaliação ergonômica de alguns tratores e equipamentos agrícolas. **Energia na Agricultura**, v. 12, n.3, p. 46-53, 1997.

RODRIGUES, D. E. **Avaliação do desempenho de cinco marcas de Desintegrador/Picador/moedor (DPM) na moagem de milho.** 2000. 51 f. Dissertação (Mestrado em Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.

SEGURANÇA e Medicina do Trabalho. In: MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS, 39ed., 1998, São Paulo. **Atlas...** São Paulo: SMT, 1998. p.585.

VENTUROLI, F.; FIEDLER, N. C.; MINETTI, L. J.; MARTINS, I. S. Avaliação do nível de ruído em marcenarias no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p. 547-551, 2003.

VITÓRIA, E. L. **Avaliação do nível de ruído emitido por tratores em diferentes operações agrícolas.** 2000. 76 f. Dissertação (Mestrado em Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.