

METODOLOGIA PARA REDUÇÃO DO RUÍDO EM TRATORES AGRÍCOLAS, SEM O USO DE CABINES⁽¹⁾

João Candido FERNANDES⁽²⁾; Marcos Roberto BORMIO⁽³⁾
e João Eduardo Guarnetti dos SANTOS⁽⁴⁾

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi sistematizar uma metodologia para atenuação dos níveis de ruído em tratores agrícolas, sem o uso de cabines. O método encerra a atuação nas duas fontes básicas de ruído do trator: o sistema de exaustão de gases do motor e a hélice de arrefecimento do radiador. O grau da redução do ruído deve abaixar o barulho a níveis considerados salubres, ou seja, que permitam o operador executar sua tarefa sem o risco de perda auditiva, mesmo não utilizando protetor auricular. Os ensaios mostraram que a maior parcela do ruído de um trator original (mais de 80 %) procede do escapamento de gases. O redimensionamento deste equipamento (sua posição, os tubos, a câmara de expansão), mostrou-se como item primordial neste método, podendo, como única medida, atingir os objetivos da pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: Ruído, trator, perda de audição, segurança

ABSTRACT: The target this work was systematize a methodology for agricultural tractors noise level attenuation, without the cabin use. The method performs on two tractor noise source: the engine exhaust system and the radiator airscrew cooling. The extent of reduction of noise should lower the noise to salubrious levels. The tests presents what a larger portion of a tractor original noise (more of 80 %) is of gas leakage. The project this equipment (his posição, os tubos, a câmara de expansão), presents how primordial item in this method.

KEYWORDS: Noise, tractor, hearing loss, safety

INTRODUÇÃO: Pesquisas realizadas nos países mais desenvolvidos do mundo têm atestado as altas porcentagens de hipoacusia em operadores de tratores agrícolas, atribuindo-se esses dados aos altos níveis de ruído emitidos por essas máquinas. Este autor, e em inúmeros trabalhos publicados, demonstrou, de forma clara, a grave situação existente em nosso país : o nível médio de ruído está acima de 95 dB(A) enquanto que perto de 60 % dos tratoristas tem perda de audição induzida por ruído (Fernandes, 1991). Por outro lado,

¹ Parte da tese de Livre-docência do primeiro autor, apresentada à Faculdade de Engenharia e Tecnologia da UNESP, Câmpus de Bauru. Projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa da UNESP (FUNDUNESP).

² Professor Doutor Livre-Docente do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia e Tecnologia da UNESP, Câmpus de Bauru. - Av. Luiz E. Coube s/nº, CEP 17.033-360, Bauru, SP, E-mail: jcandido@azul.bauru.unesp.br

³ Professor Doutor do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia e Tecnologia da UNESP, Câmpus de Bauru. - Av. Luiz E. Coube s/nº, CEP 17.033-360, Bauru, SP.

⁴ Professor Doutor do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia e Tecnologia da UNESP, Câmpus de Bauru. - Av. Luiz E. Coube s/nº, CEP 17.033-360, Bauru, SP.

embora a cabine seja considerada a melhor solução (pois além do ruído ela protege o operador contra o tombamento do trator, poeira, insetos, gases do motor, calor do motor e solar, deriva de defensivos agrícolas, etc.), ela recebe sérias restrições dos fabricantes de tratores em razão de seu custo, estimado em 20 a 25 % do preço total do trator (Folha de São Paulo, 1993). Desta forma, pretendeu-se, sem utilizar a cabine, aplicar os seguintes procedimentos (Fernandes, 1996) a um trator para torná-lo uma máquina acusticamente salubre: ☆ construir um sistema de escape dos gases, por baixo do trator (como num automóvel), de modo que os gases sejam expelidos para a atmosfera longe dos ouvidos do operador do trator; ☉ redimensionar a câmara de exaustão de gases (usando a teoria dos filtro de frequências proposta por Gerges, 1992; Harris, 1957; Davies, 1964; Crocker, 1994) de modo que esta tenha máximo corte na frequência de pulsação da exaustão dos gases (por exemplo, 60 Hz para um motor de 6 cilindros, 4 tempos, a 1800 rpm); ☼ redimensionar a hélice do radiador, balanceando-a, reprojetoando as pás com pontas sem turbulência, e com passos idênticos.

MATERIAL E MÉTODOS: Para comprovação da eficiência das medidas, utilizou-se um trator Massey-Ferguson 290, no qual foram introduzidas as modificações. Inicialmente mediu-se os níveis de ruído próximo ao ouvido do tratorista para o trator original, e em seguida com as alterações propostas. A metodologia empregada nas medições e análise dos níveis de ruído foi a das Normas ISO 5131 e ABNT 9999, utilizando-se o trator parado, com seu motor na rotação de trabalho (1800 rpm). A medição e análise do ruído do trator foi realizada por dois sistemas aquisitores de dados e vários softwares: uma placa LMS que analisou o som em bandas de 1/6 de oitava, com o seu software, que faz a análise dos dados, e uma placa de Sound Blaster que grava digitalmente a onda sonora, sendo processada e analisada através do software Spectrogram, que aplicou a Transformada Rápida de Fourier no sinal gravado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO : A Figura 1 apresenta os espectros de frequências do ruído do trator original e modificado, medidos próximos ao ouvido do tratorista. A curva de maiores níveis, atingindo 98 dB a 60 Hz, se refere ao trator original com o motor a 1800 rpm. Nota-se também um aumento nos níveis de ruído na banda entre 500 e 1kHz, referente ao ruído da hélice. Essa curva é muito próxima a encontrada por outros autores, principalmente Rowley (1967) e Jones e Oser (1968). A curva inferior mostra o espectro de ruído do trator modificado: notar a grande atenuação em 60 Hz (17 dB) em função da nova câmara de exaustão sintonizada em 60 Hz, e que os níveis não ultrapassam os 80 dB (limite de salubridade). Em comparação com outros autores, o resultado pode ser considerado muito bom: Kantarelis e Walker (1988) conseguiram 13 dB; Rowley (1967) entre 10 e 15 dB; e Weston (1963) atenuou 15 dB.

CONCLUSÕES : Com a implementação das três etapas propostas neste trabalho é possível obter-se um trator com níveis de ruído abaixo de 80 dB, portanto dentro dos limites de segurança para a perda de audição induzida por ruído.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS :

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Medição do Nível de Ruído, no Posto de Operação, de Tratores e Máquinas Agrícolas*: - Norma NBR 9999. São Paulo, 1987.

- CROKER, M.J. - **The acoustical design and testing of mufflers for the exhaust system for vehicles.** In: I CONGRESSO BRASIL/ARGENTINA DE ACÚSTICA E 15º ENCONTRO DA SOBRAC, vol. 1, 1994, Florianópolis. *Anais ...* Florianópolis, 1994. p. 47 - 96.
- DAVIES, P.O.A.L. **The Design of Silencers for Internal Combustion Engines.** *Journal of Sound and Vibration*, v. 01 (2), p. 185-201, 1964.
- FERNANDES, J.C. **Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador.** Botucatu : UNESP, 1991. 192 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas - Universidade Estadual Paulista, 1991.
- FERNANDES, J.C. **Atenuação dos níveis de ruído em tratores agrícolas.** Bauru: UNESP, 1996. 118 p. Tese (Livre-Docência no conjunto de disciplinas “Vibrações” e “Acústica e Ruídos”) - Faculdade de Engenharia e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista, 1996.
- FOLHA DE SÃO PAULO. **Barulho de trator provoca até surdez.** Publicação de 16/11/93, ano 73, nº 23.603, pág. 1 (primeiro caderno) e pág. 1 (Caderno Agrofolha), 1993.
- GERGES, S.N.Y. **Ruído: fundamentos e controle.** Florianópolis: S.N.Y. Gerges, 1992. 600 p.
- HARRIS, C.M. **Handbook of noise control.** New York: MacGraw Hill. 1957.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION - ISO. **Acoustics - Tractors and Machinery for Agriculture and Forestry - Measurement of Noise at the Operator's Position:** Norma ISO 5131 - 1982.
- JONES, H.H. e OSER, J.L. **Farm equipment noise exposure.** *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol 29 (march/april), p.146 - 151, 1968.
- KANTARELIS, C. e WALKER, J.G. - **The Identification and Subjective Effect of Amplitude Modulation in Diesel Engine Exhaust Noise.** *Journal of sound and Vibration*, v. 120 (2), p. 297-302, 1988.
- ROWLEY, D.W. **Control of Farm Tractor Intake and Exhaust Noise.** *Sound and Vibration*, v. 1, (3), 1967.
- WESTON, H.R. **A Survey of Tractor Noise and the Effects on Hearing.** *The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*, v. 29 (1, march), p. 15-22, 1963.

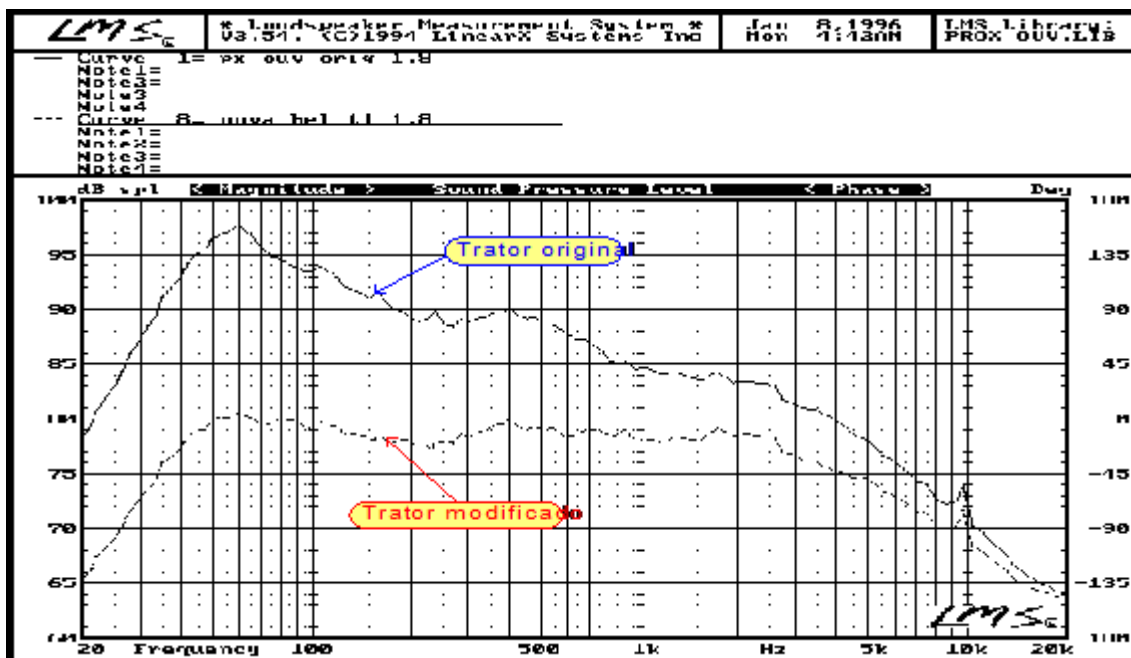


Fig. 1 - Comparação entre o espectro do ruído do trator original e com as modificações propostas.