

AValiação DAS FONTES DE Ruído EM TRATORES AGRÍCOLAS

JOÃO C. FERNANDES¹; MARCOS R. BORMIO²; JOÃO E. G. DOS SANTOS²; ABÍLIO G. DOS SANTOS FILHO²

¹ Engenheiro Mecânico, Professor Titular do Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia, UNESP, Bauru, SP, (14) 3103.6119, E-mail: jcandido@feb.unesp.br. ² Professores Adjuntos do Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia, UNESP, Bauru, SP.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa – PB

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo a identificação e análise espectral das fontes de ruído em tratores agrícolas. Inúmeros trabalhos científicos têm avaliado os altos níveis de ruído emitido por essas máquinas, que normalmente ultrapassam os 95 dB(A), colocando em risco a audição de seus operadores. A identificação dos mecanismos do trator que geram ruído é de grande importância, pois permite o projeto de atenuação ou eliminação do ruído. A metodologia empregada na avaliação consistiu em analisar o espectro sonoro das principais fontes de ruído do trator empregando-se um sistema de aquisição de dados (placa analógico-digital instalada em um computador) para o levantamento do espectro de frequências. Os resultados mostraram que o ruído total de um trator é formado pela composição dos ruídos da exaustão dos gases, hélice, bomba injetora, filtro de ar e da vibração mecânica do motor. A quantificação de cada parcela de ruído é apresentada em curvas espectrais. Como conclusão, foi possível perceber a importância da identificação de cada fonte de ruído de um trator, principalmente com a análise espectral. Estes dados permitem quantificar as frações que formam o ruído total, permitindo o trabalho de atenuação do ruído em cada fonte.

PALAVRAS-CHAVE: Ruído, Trator, Fontes de Ruído, Análise Espectral.

SPECTRAL ANALYSIS OF THE SOURCES OF NOISE IN AGRICULTURAL TRACTORS

ABSTRACT: This work had as objective the identification and spectral analysis of the noise sources in agricultural tractors. Innumerable scientific works have been evaluating the high noise levels emitted by those machines, that usually exceed the 95 dB(A), placing in risk the audition of your operators. The identification of the mechanisms of the tractor that generate noise is of great importance for the researchers, because it allows the attenuation project or elimination of the noise. The methodology used in the evaluation it consisted of sound spectrum analyzing of the tractor main sources of noise being used a data acquisition system (analogical-digital board installed in a computer) for the frequency spectrum drawing. The results showed that the total noise of a tractor is formed by the composition of the engine gases exhaust noise, helix noise, inject pump noise, air filter noise and engine mechanical vibration noise. The quantification of each noise portion is presented in spectral curves. As conclusion, is possible to notice the importance of the identification of each source of tractor noise, mainly with the spectral analysis. These data allow to quantify the fractions that form the total noise, facilitating plenty the attenuation work of the noise in each source.

KEY-WORDS: Noise, Tractor, Sources of Noise, Spectral Analysis.

INTRODUÇÃO - Atualmente, o ruído tem se constituído na principal forma de poluição do mundo moderno (FERNANDES 2003, 1996). Em locais de trabalho, o ruído tem atingido índices insalubres, levando os países a publicarem leis de proteção dos trabalhadores. Dados recentes dos USA mostram que dos 28 milhões de americanos com perda auditiva, 10 milhões têm como causa o ruído. (BERGLUND e LINDVALL, 1995). Inúmeros trabalhos têm comprovado que os níveis de ruído

emitido pelos tratores agrícolas oferecem risco de perda de audição a seus operadores (LIERLE e REGER, 1958; WESTON 1963; JANSEN 1966; ROWLEY 1967; FERNANDES, 1991; FERNANDES, 1996). Para a atenuação desse ruído, o primeiro estágio de estudos deve se concentrar sobre as fontes geradoras de ruído do trator. Várias tentativas de obtenção do ruído de cada parte do trator, separadamente, já foram feitas (ROWLEY, 1967; PISTONO et al., 1995).

Assim, o objetivo deste trabalho é identificar, quantificar e analisar a distribuição de frequências dessas fontes de ruído.

MATERIAL E MÉTODOS - A metodologia empregada na avaliação do ruído de cada fonte consistiu no isolamento acústico de cada mecanismo do trator e a medição e análise espectral do ruído. Na medição do ruído foram utilizadas as metodologias previstas na Norma ISO 5131 e Norma Brasileira NBR 9999. Empregou-se um sistema de aquisição de dados formado de uma placa analógico-digital LMS da marca 'Linear X', com microfone dinâmico, software LMS versão 3.1 (instalada num computador) para o levantamento da densidade espectral do ruído. Também foi utilizado um Medidor de Nível Sonoro de 1/3 de oitava da marca Instrutherm, modelo DEC 5030 e um calibrador modelo CAL 1000. O trator utilizado foi um Massey-Ferguson MF-275, com motor Diesel de 4 cilindros e 4 tempos. Todas as medições foram realizadas com o trator estacionado e o motor acionado em sua rotação de máximo torque (1800 rpm).

RESULTADOS E DISCUSSÕES - A densidade espectral do ruído de exaustão dos gases do trator é mostrada na Fig. 1. Os espectros equivalem ao ruído com e sem o silencioso original do trator.

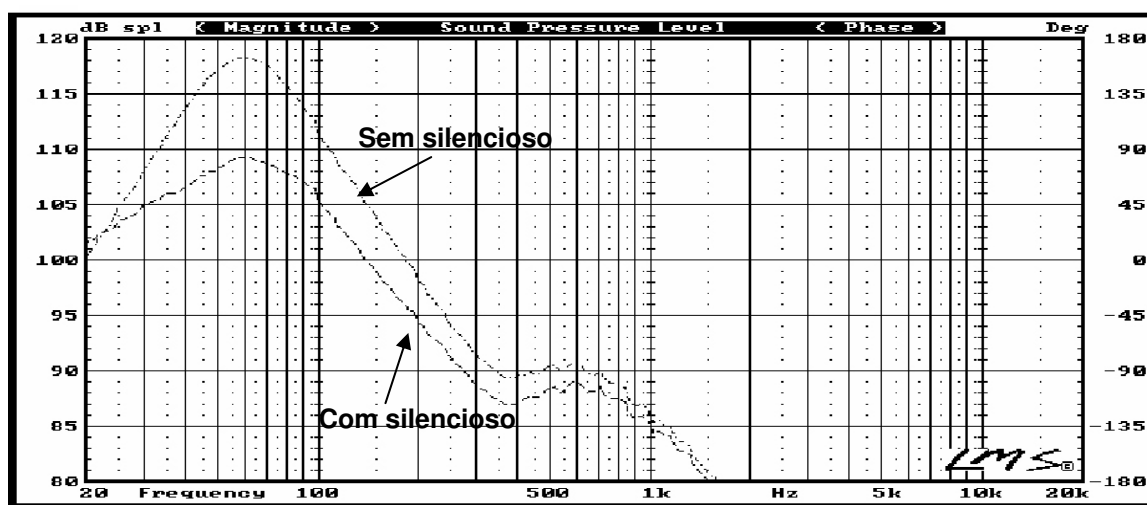


Figura 1 – Densidade espectral do ruído de exaustão dos gases do motor

Os espectros do ruído dos gases de exaustão apresentaram picos (118 e 109 dB) em 60 Hz, relacionado com a pulsação dos gases de combustão. O motor (4 tempos e 4 cilindros) girando a 1800 rpm realiza 60 explosões por segundo, fazendo com que os gases da combustão sejam expulsos a 60 Hz.

Da mesma forma que ocorre na exaustão dos gases da combustão, a admissão do ar de um motor Diesel também é realizada em pulsos. Estes pulsos acontecem durante a fase de admissão do motor, apresentando uma frequência idêntica ao ruído de exaustão. A densidade espectral do ruído do ar de admissão com e sem o elemento filtrante é apresentada na Fig. 2. Nota-se claramente que o ruído de admissão é produzido pela soma de dois fatores: o ruído da sucção do ar e o barulho do acionamento das válvulas de admissão (tuchos, balancins, válvula e acento da válvula). Ao ser instalado o filtro de ar, este atenua o ruído do comando de válvulas (funcionando como um silencioso), mas aumenta a turbulência do ar incrementando o ruído de sucção do ar.

O espectro do ruído da hélice é apresentado na Fig. 3. Nota-se que o ruído da hélice, apesar do pico em 201 Hz, apresenta uma banda bastante ampla, com nível sonoro considerável entre 60 e 500 Hz.

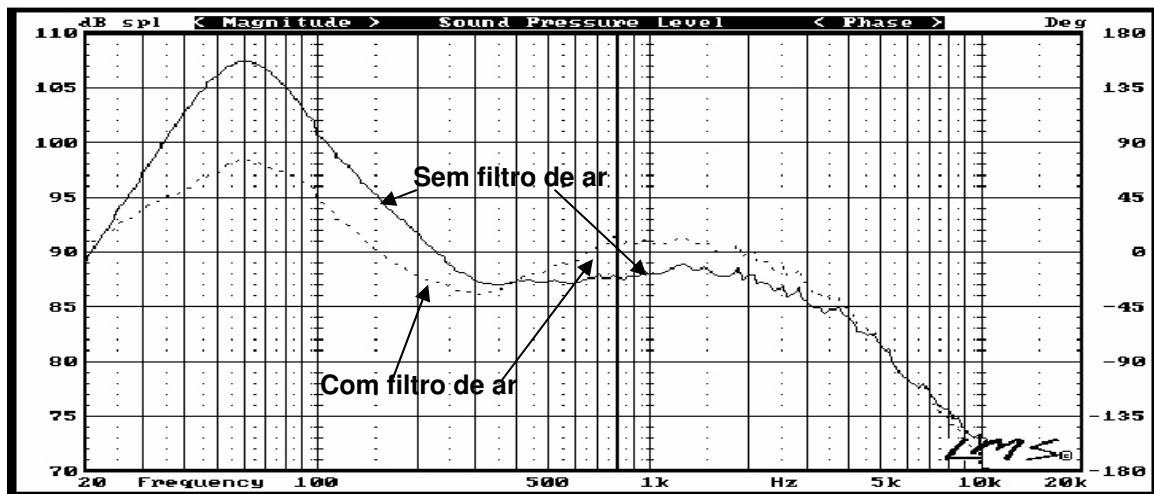


Figura 2 – Densidade espectral do ruído de admissão do ar do motor

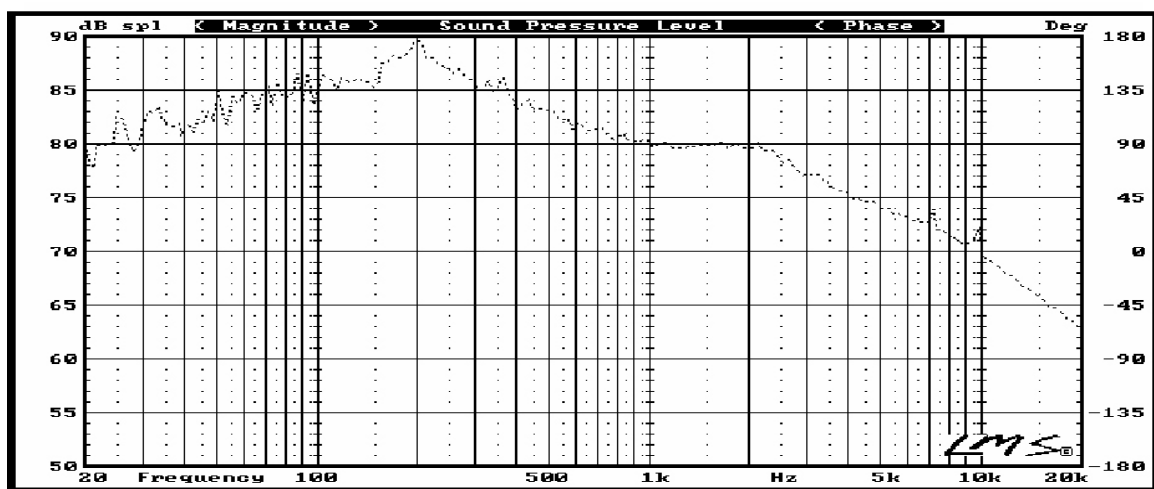


Figura 3 – Densidade espectral do ruído da hélice do motor

Nota-se que o ruído da hélice, apesar do pico em 201 Hz, apresenta uma banda bastante ampla, com nível sonoro considerável entre 60 e 500 Hz. Isto acontece em razão da turbulência do fluxo de ar gerado pela hélice, ao passar entre os elementos do motor (radiador, bloco, coletores, etc.). A Fig. 4 apresenta o espectro do ruído da bomba injetora. O ruído analisado apresentou um discreto pico em 60 Hz (em razão de a bomba estar executando 60 injeções por segundo) acompanhado de um ruído de banda larga de altos níveis sonoros até 500 Hz, causados pelo ruído das outras partes da bomba.

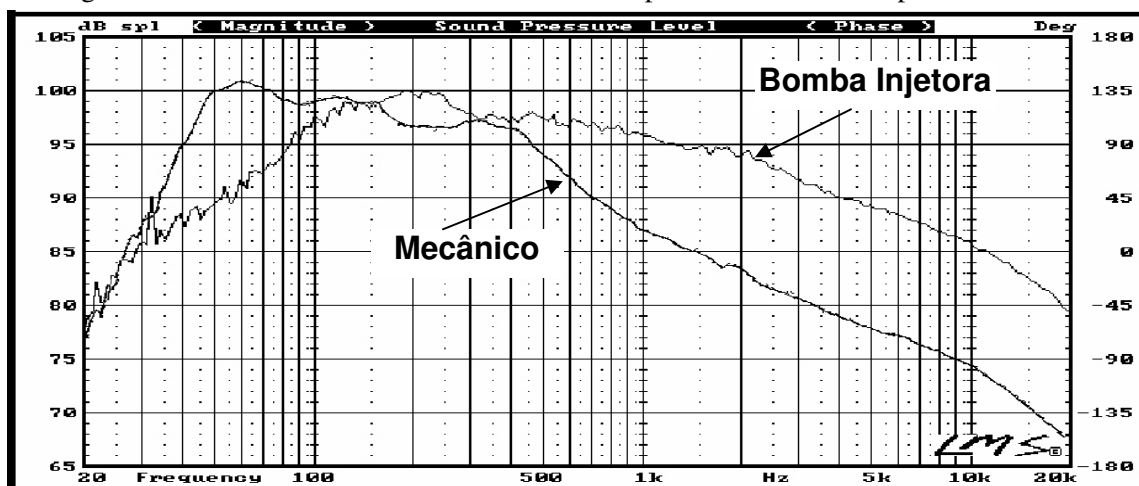


Figura 4 – Densidade espectral do ruído da bomba injetora e dos componentes mecânicos

O ruído da vibração mecânica (Fig. 4) é causado pelas inúmeras partes do motor e do trator que estão em movimento, pela excitação do motor em funcionamento: as explosões e o movimento dos elementos internos do motor (pistões, bielas, virabrequim, comando de válvulas, hélice, bomba injetora, etc.) causam desbalanceamentos (o motor Diesel de 4 cilindros que não é balanceado nos 3 eixos cartesianos) gerando a vibração em toda a máquina. Por ser a somatória da vibração de muitas massas vibrantes, trata-se de um ruído de espectro amplo e de difícil caracterização.

CONCLUSÕES – Os resultados obtidos para os níveis de ruído de cada parte de um trator mostram a exaustão dos gases como principal geradora de ruído. O ruído da admissão dos gases, também é grande intensidade, porém é gerado a uma maior distância do operador; o inverso ocorre com a bomba injetora e a vibração mecânica que, embora não gerando grandes intensidades sonoras, são órgãos mais próximos do tratorista. A hélice além de gerar pouco ruído está distante do operador.

Estes dados vislumbram inúmeras formas de atenuação do ruído em tratores: um maior aprimoramento no dimensionamento dos silenciosos, a alteração na posição do sistema de exaustão dos gases, a utilização de bombas injetoras mais silenciosas, ou seu deslocamento para uma posição mais distante do operador, um melhor amortecimento dos elementos mecânicos visando reduzir o ruído de vibração, o enclausuramento do motor tendo em vista diminuir o ruído da hélice, da bomba injetora e da vibração mecânica, etc.

BIBLIOGRAFIA

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Norma NBR 9999 – **Medição do Nível de Ruído, no Posto de Operação, de Tratores e Máquinas Agrícolas**. Rio de Janeiro, 1987.

BERGLUND, B.; LINDVALL, T. **Archives of the Center for Sensory Research**. Stockholm: Center for Sensory Research Stockholm - World Health Organization, vol 2, Issue 1, 1995.

FERNANDES, J.C. **Acústica e Ruídos**. Apostila do Curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Unesp, Campus de Bauru. 2005. 102 p.

FERNANDES, J.C. **Atenuação dos Níveis de Ruído em Tratores Agrícolas**. Bauru: UNESP, 1996. 114 p. Tese de Livre-docência – Fac. de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, 1996.

FERNANDES, J.C. **Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador**. 1991. 192 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1991.

ISO – International Organization for Standardization – ISO 5131 – **Acoustics – Tractors and Machinery for Agriculture and Forestry – Measurement of Noise at the Operator's Position**. 1982.

JANSEN, J.K. Are Tractors Noisy ? **Agricultural Engineering**, v. 47 (10), p.534-537, 1966.

LIERLE, D.M. & REGER, S.N. The Effect of Tractor Noise on the Auditory Sensitivity of Tractor Operators. **The Annals of Otology Rhinology & laryngology**, v. 62 (2), p. 372-388, 1958.

PISTONO, J.; SANTOLARIA, C.; MARTÍNEZ, J. Intensimetric Location Sound Sources - Application Diesel Engines. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica**, 1995. Anais ..., Belo Horizonte, Master Soft, 1995, 4 p. CD ROM.

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.