

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS NÍVEIS DE RUÍDOS EMITIDOS POR UM TRATOR DA LINHA MÉDIA PARA DUAS ROTAÇÕES OPERACIONAIS

**AMANDA PEREIRA ASSIS GOMES¹, GABRIEL ARAÚJO E SILVA FERRAZ²,
ALYSSON VINÍCIO MARTINS VILELA³, FRANKLIN DANIEL INÁCIO⁴, DANIEL
ANDRADE MACIEL⁵**

¹Graduanda em Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras – MG, (31) 982165387, amandapag@hotmail.com

²Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras – MG, (35) 38294566, gabriel.ferraz@deg.ufla.br

³Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras – MG, (35) 988066478, alyssonvilela92@hotmail.com

⁴Engenheiro Ambiental, graduando em Agronomia, UFLA, Lavras – MG, (35) 998677023, Franklin.d-inacio@hotmail.com

⁵Engenheiro Ambiental, Mestrando em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, (35) 999748227, damaciel_maciel@hotmail.com

Apresentado no

XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: A exposição em níveis elevados de ruídos, pode provocar danos não só ao sistema auditivo como também ao sistema fisiológico do corpo humano. Perante isto se torna necessário estudos que caracterizem e identifiquem zonas de desconforto para o operador de máquinas agrícolas. Assim, esse trabalho teve como objetivo comparar e avaliar a magnitude dos níveis de ruídos emitidos por um trator da linha média em regime de operação para duas rotações de trabalho, visando o mapeamento da distribuição espacial dos níveis de ruídos emitidos pelo trator. O estudo foi desenvolvido na Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, onde mediu-se os níveis de ruídos emitidos por um trator agrícola de 81kW na rotação de trabalho que garanta 540 rpm e de 1000 rpm na TDP, com o auxílio de um decibelímetro, em pontos distribuídos numa malha amostral regular de 2m x 2m. Com o ajuste de semivariograma e interpolação por krigagem, foi possível analisar a dependência espacial caracterizando a magnitude e estrutura dos níveis de ruídos emitidos pelo trator, para duas rotações de trabalho e identificar as zonas de salubridade para o operador.

PALAVRAS-CHAVE: Geoestatística, Mecanização Agrícola, Conforto Acústico

SPATIAL DISTRIBUTION OF THE NOISE EMITTED BY A MEDIUM LINE TRACTOR FOR TWO OPERATIONAL ROTATIONS

ABSTRACT: Exposure to high noise levels can cause losses not only to the auditory system but also to the physiological system of the human body. Therefore, studies are necessary to characterize and identify areas of discomfort for the agricultural machinery operator. The aim of this work was to compare and evaluate a magnitude of the noise levels emitted by a tractor of the medium line in operational regime for two operational rotations, aiming the mapping of the spatial distribution of noise levels emitted by the tractor. The study was developed at the Federal University of Lavras, Lavras, MG, where the noise levels emitted by a 81kW agricultural tractor working in two rotations that's guarantis 540 rpm and 1000 rpm on the power take-of was measured. It was measured using a digital decibelmeter in points distributed in a regular sampling grid of 2m x 2m. With the adjustment of semivariogram and interpolation by kriging were possible to analyze the spatial dependence characterizing the magnitude and structure of the noise levels emitted by the tractor, for two rotations of work and to identify the safety areas for the operator.

KEYWORDS: Geostatistics, Agricultural Machinery, Acoustic Comfort

INTRODUÇÃO: A cada dia que passa as operações manuais no campo se tornam mais reduzidas e restritas, pois, com o crescente aumento da população a tendência é a ampliação do consumo de alimentos e com isso a operacionalização das atividades de campo, afim de alcançar uma maior produtividade (VIAN, 2013). Esse é um dos principais motivos para o desenvolvimento na área da mecanização agrícola, buscando uma melhor e mais rápida operação no campo.

O que acontece em desenvolvimentos tecnológicos na área de máquinas agrícolas, é que nem sempre a comodidade do operador entra em questão e isso pode acarretar em um baixo desempenho do trabalhador, já que, agentes físicos como temperatura, ruídos, vibrações, e agentes químicos como gases, interferem significativamente na saúde humana, podendo causar alterações no organismo (FERNANDES & MORATA, 2002).

Um dos agentes físicos mais nocivos ao homem é o ruído que pode causar sérios danos ao organismo quando exposto a elevados níveis (ABNT, 1987). Os primeiros sintomas dessa exposição é a diminuição da acuidade auditiva, mas também é capaz de provocar estresse, ansiedade, distúrbios digestivos, entre outros fatores que afetam a saúde do trabalhador (RIVEIRO, 2010).

Tendo a salubridade do operador, este estudo teve como objetivo comparar e avaliar os níveis de ruídos emitidos por um trator da linha média, sem cabine de proteção, em regime de operação para duas rotações de trabalho, visando mapear e caracterizar a magnitude dos níveis de ruídos emitidos pela máquina para poder identificar zonas de desconforto para o operador.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi desenvolvido no estacionamento do Departamento de Engenharia (DEG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, entre as coordenadas 21°13'50.74"S e 44°58'30.86"O de Greenwich. Foi avaliado um trator da linha média, com potência nominal de 81kW, sem cabine de proteção, onde durante o experimento o trator se encontrava estacionado em regime de operação. O experimento foi realizado para duas rotações, 1920 rpm, que garante 540 rpm na tomada de potência (TDP), e 2200 rpm, que garante 1000 rpm na TDP.

Foi criada uma malha regular 2m X 2m totalizando 441 pontos, nos quais foram arbitradas coordenadas parciais em metros, onde o centro da malha coincidissem com o ponto (0,0). O trator foi posicionado de forma que o assento do operador coincidissem com o ponto (0,0) da malha amostral.

Os níveis de ruídos foram coletados por um decibelímetro, que mensura a pressão sonora no circuito de resposta lenta e equalização "A" expressos em decibéis (dB), numa altura de 1,7m que corresponde a altura média de um operador. Para avaliação dos níveis de ruído utilizou-se a metodologia descrita pela norma NBR 9999 (ABNT, 1987), na qual a temperatura deve estar entre -5 e 30°C e a velocidade do vento não pode estar superior a 5,0m/s.

A análise da dependência espacial foi realizada por meio do ajuste de semivariograma clássico pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (OLS) e modelo esférico (VIEIRA et al, 1983). Por meio do software estatístico R, através da sua biblioteca geoR foram feitas as análises geoestatísticas (RIBEIRO Jr. & DIGGLE, 2001), porém o mapa foi gerado através do sistema computacional ArcGIS®.

Os mapas foram avaliados por meio dos valores de tempos máximo de exposição recomendados pela norma NHO-01 da Fundacentro, buscando examinar as áreas de desconforto para o operador e seus auxiliares.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados da estatística descritiva estão presentes na TABELA 1. A análise dos parâmetros da estatística descritiva por meio do desvio padrão e coeficiente de variação, nos permite observar a variação dos níveis de ruídos emitidos pelo trator da linha média nas rotações 540 rpm (TDP) e 1000 rpm (TDP) (TABELA 1).

TABELA 1. Estatística descritiva do ruído emitido por um trator de 81kW, para duas rotações de serviço.

| Trator | Mín | Máx | Média | Mediana | DP | Var | CV | K | Assimetria |
|---------|-------|-------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|------------|
| 540rpm | 63.00 | 92.90 | 71.53 | 70.40 | 4.766 | 22.712 | 0.067 | 2.157 | 1.280 |
| 1000rpm | 66.90 | 95.00 | 73.83 | 72.60 | 4.689 | 21.984 | 0.064 | 2.240 | 1.379 |

DP - Desvio Padrão; Var - Variância; CV - Coeficiente de Variação (%); K - Coeficiente de Curtose.

Quando comparados os valores de máximos e mínimos dos dados amostrados pode-se ressaltar que houve um aumento de aproximadamente 3 dB dos níveis de ruído em relação as rotações, o que pode parecer uma pequena diferença em termos de números mas pode provocar grandes danos a saúde do operador, pois, segundo a NHO-01 da Fundacentro o aumento de 1 dB causa significativa diminuição no tempo máximo de exposição que uma pessoa pode aguentar sem sofrer danos colaterais.

Apesar de ser importante sua avaliação, a estatística descritiva não permite o conhecimento dos locais que apresentam maiores e menores níveis de ruído, fazendo necessário uma análise geostatística (TABELA 2).

TABELA 2. Método, Modelo e parâmetros estimados do semivariograma experimental para um trator de 81kW, para duas rotações de serviço.

| Trator | Método | Modelo | C ₀ | C ₁ | C ₀ +C ₁ | a | EM | DP _{EM} | ER | SER |
|---------|---------|----------|----------------|----------------|--------------------------------|---------|----------|------------------|----------|----------|
| 540rpm | OLS - R | Esférico | 0.0000 | 34.7331 | 34.7331 | 24.2542 | -0.00284 | 0.587923 | -0.00069 | 0.316555 |
| 1000rpm | OLS - R | Esférico | 0.0000 | 33.9646 | 33.9646 | 23.8457 | -0.00223 | 0.645042 | -0.00059 | 0.351221 |

OLS - Mínimos Quadrados Ordinário; C₀ - Efeito Pepita; C₁ - Contribuição; C₀+C₁ - Patamar; a - alcance; EM - Erro Médio; DP_{EM} - Desvio Padrão do Erro Médio; ER - Erro Médio Reduzido; SER Desvio Padrão dos Erros Médios Reduzidos.

Com os resultados apresentados pela TABELA 2 constata-se que a variável em questão é influenciada pelo espaço em ambas as rotações avaliadas, porém para a rotação de 540 rpm (TDP) o alcance foi maior apresentando 24,2542m, apesar da maior rotação apresentar níveis de ruídos mais altos, na baixa rotação a dependência espacial passa a ser de 0,4085m a mais que na rotação de 1000rpm (TDP), isso ocorre por causa do ajuste do semivariograma.

A FIGURA 1 está representado a variabilidade dos ruídos emitidos pelo trator em ambas a rotações.

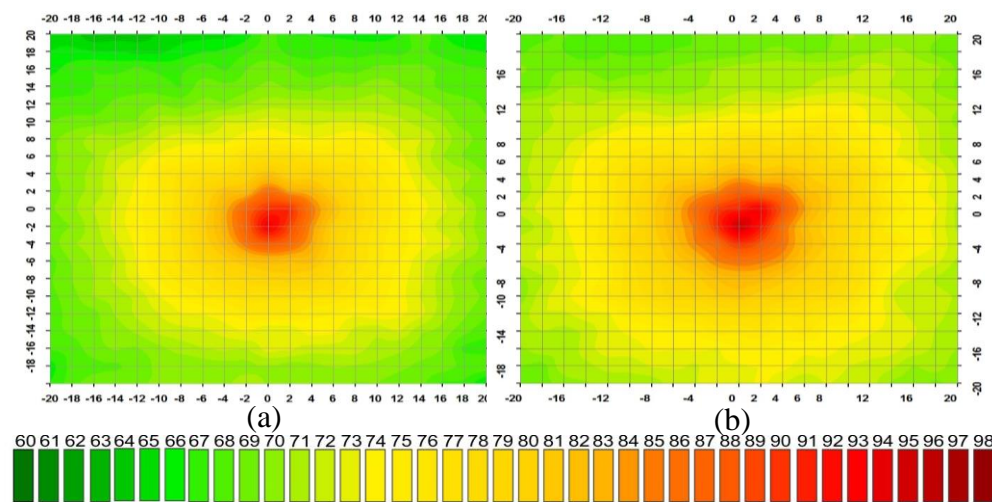


FIGURA 1. Mapa da distribuição espacial do ruído emitido por um trator de 81kW para duas rotações de serviço (a) 540rpm e (b) 1000rpm.

Analisando os dois mapas pode-se constatar a variabilidade espacial dos níveis de ruído emitidos pelo trator, podendo ressaltar que para a rotação de 1000 rpm (TDP) os níveis se apresentaram mais alarmantes, porém em ambos há níveis acima de 85 dB, que perante a NHO-01 da Fundacentro e a NR 15 o tempo máximo de exposição é de oito horas.

Os mais altos níveis de ruídos se localizam justamente no posto de operação do trabalhador e se faz necessário o uso de EPI para o operador e para aqueles auxiliares que estiverem a menos de 6 m do trator na rotação de 540 rpm (TDP) e menos de 8 m se o trator operando a 1000 rpm (TDP), que é onde se encontram os níveis acima de 85 dB.

CONCLUSÕES: Por meio da metodologia descrita no trabalho foi possível identificar as zonas de salubridade para o operador, que com o trator operando em ambas as rotações apresentadas é necessário o uso de EPI, para segurança do próprio trabalhador, todavia para maiores rotações mais altos são os níveis de ruídos emitidos e assim mais eficaz deve ser o equipamento de proteção.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a FAPEMIG, ao SESu/MEC, a CAPES e o CNPq pelo apoio para realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 9999; medição do nível de ruído, no posto de operação de tratores e máquinas agrícolas. Rio de Janeiro: 1987.
- BISTAFA, S. R. Acústica aplicada ao controle do ruído. **São Paulo: Edgard Blucher**, 2006. 368 p.
- FERNANDES, M. and MORATA, T. C. Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração. **Rev Bras Otorrinolaringol**. 68:705-713. 2002.
- GIAMPAOLLI et al. Norma de Higiene Ocupacional – NHO-01: Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído. **São Paulo: FUNDACENTRO**, 1999.
- NORMA REGULAMENTADORA, Nº15 do Ministério do Trabalho e Emprego, Brasil.
- RIBEIRO JUNIOR, P. J. and DIGGLE, P. J. GeoR: a package for geostatistical analysis. **R-News, New York**. 1:4-18, 2001.
- RIVEIRO, Verônica Fontoura Mendes. Ruído e suas consequências para o adoecimento: uma revisão integrativa de literatura. 2010.
- VIEIRA, S. R. et al. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*. 51:1-7, 1983.