

ESPACIALIZAÇÃO DA PROPAGAÇÃO DO RUÍDO EMITIDO POR UM TRATOR AGRÍCOLA 4x2 TDA

DANIEL MARIANO LEITE¹, MARCOS SALES RODRIGUES², HAROLDO CARLOS FERNANDES³,
MARCONI RIBEIRO FURTADO JÚNIOR⁴, ANDERSON CANDIDO DA SILVA⁵

¹ Lic. em Ciências Agrícolas, Professor do Colegiado de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina – PE. Tel.: (87) 2101-4833, E-mail: daniel.mariano@univasf.edu.br

² Eng. Agrônomo, Professor do Colegiado de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina – PE.

³ Eng. Agrícola, Professor do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

⁴ Eng. Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa – MG.

⁵ Eng. Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa – MG.

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Objetivou-se com este estudo conhecer o padrão de distribuição espacial dos níveis de ruído emitidos por um trator agrícola 4x2 TDA. Os dados foram coletados seguindo uma malha amostral de 100 pontos espaçados equidistantemente de 2 m, sendo alocado o trator no centro desta malha. Para a mensuração dos níveis de ruído foi utilizado um decibelímetro a uma altura de 1,7 m. O estudo foi conduzido a partir de três cenários determinados pela rotação do motor do trator (1400, 2040 e 2400 rpm). Realizou-se a análise estatística descritiva dos dados e geoestatística. Ajustaram-se aos dados nas três rotações o modelo gaussiano com forte dependência espacial. Considerando a norma NR-15 cujo limite é de 85 dB para uma jornada de oito horas de trabalho, verifica-se por meio dos mapas dos níveis de ruído que o raio crítico cujos valores excederam ao limite da norma foram de 1; 4 e 4,5 m nas rotações de 1400; 2040 e 2400 rpm, respectivamente. Isto confirma que o raio crítico aumenta em função direta do aumento da rotação do motor do trator. O uso da geoestatística foi eficiente para entender o padrão de distribuição espacial da variável de estudo e delimitar o seu raio crítico.

PALAVRAS-CHAVE: geoestatística, ergonomia, máquinas agrícolas.

SPATIALIZATION PROPAGATING THE NOISE ISSUED BY A TRACTOR FARM 4x2

FWA

ABSTRACT: The objective of this study was to know the spatial distribution of sound levels emitted by a farm tractor 4x2 FWA. Data were collected following a sampling grid of 100 points equidistantly spaced 2 m, being allocated the tractor in the center of this network. To measure the noise levels one decibelimeter at a height of 1.7 m was used. The study was conducted from three scenarios determined by the engine speed of the tractor (1400, 2040 and 2400 rpm). We conducted a descriptive statistical analysis and geostatistics. They set the data in the three rotations the Gaussian model with a strong spatial dependence. Considering the NR-15 standard whose limit is 85 dB for an eight-hour day of work, it is apparent through the maps of noise levels that the critical radius whose values exceeded the limits of the standard were 1, 4:04 5 m at 1400 rpm, 2400 rpm and 2040, respectively. This confirms that the critical radius increases as a direct result of increased engine speed of the tractor. The use of

geostatistics was efficient for understand the spatial distribution of the study variable and defining its critical radius.

KEYWORDS: geostatistics, ergonomics, agricultural machinery.

INTRODUÇÃO: A utilização de máquinas e implementos na agricultura tem contribuído significativamente para o desenvolvimento da agricultura brasileira, permitindo otimizar as operações e obter maior rendimento. No entanto, fatores como a exposição a altos níveis de ruído tem se tornado uma preocupação, uma vez que influenciam no rendimento e na saúde do operador. O alto nível de ruído gerado pelos conjuntos mecanizados gera desconforto e pode levar a ocorrência de danos ao sistema auditivo, com perda gradual da audição (CUNHA et al, 2009), sendo que quanto maior o tempo de exposição e a intensidade do ruído a qual o operador é exposto, maiores os riscos (RINALDI et al, 2008). O estudo do comportamento espacial dos níveis de ruído trata-se de uma informação importante na determinação de zonas de risco a saúde dos operadores envolvidos nas atividades agrícolas e também na forma de minimização do ruído promovido pelos tratores. Este estudo só torna-se possível por meio do uso de técnicas de geoprocessamento, que é uma importante ferramenta na execução de projetos e avaliação de variáveis de interesses na agricultura (BUCENE & ZIMBACK, 2003). Desta forma, objetivou-se com este trabalho conhecer o padrão de distribuição espacial dos níveis de ruído emitidos por um trator agrícola 4x2 com tração dianteira auxiliar.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na fazenda experimental do Campus Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina-PE (latitude 9°19'10.47"S, longitude 40°33'48.91"W, elev. 400 m). Os dados foram coletados seguindo uma malha amostral de 100 pontos espaçados equidistantemente de 2 m, sendo alocado o trator no centro desta malha. Para a mensuração dos níveis de ruído foi utilizado um decibelímetro a uma altura de 1,7 m. O estudo foi conduzido a partir de três cenários determinados pela rotação do motor do trator (1400, 2040 e 2400 rpm). A análise estatística descritiva para determinação da média, valores máximos e mínimos, coeficiente de variação (CV), coeficientes de assimetria e curtose. Para estimar a dependência espacial entre as amostras, bem como identificar se as variações foram sistemáticas ou aleatórias, foi utilizado modelos de semivariogramas. A seleção dos modelos foi realizada com base na menor soma de quadrados do resíduo (SQR) e melhor coeficiente de determinação (R^2). Os semivariogramas foram validados pelo método de validação cruzada descritos por Isaaks e Srivastava (1989). Para a análise do grau de dependência espacial foi utilizada a classificação de Cambardella et al. (1994). Posteriormente a estimação dos semivariogramas experimentais e ajuste dos modelos teóricos realizaram-se a interpolação dos dados pelo método da krigagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os valores médios dos níveis de ruído foram inferiores ao limite máximo para a jornada de 8 h de trabalho conforme NR-15 para todas as rotações avaliadas (Tabela 1), contudo, observando os valores máximos verifica-se que há níveis de ruído acima deste limite estabelecido pela NR-15. Baseado na classificação por meio do coeficiente de variação sugerida por Pimentel-Gomez e Garcia (2002), os valores de níveis de ruído nas rotações avaliadas apresentaram baixa variabilidade ($CV < 10\%$). Os valores observados de assimetria e curtose sugerem que os dados não apresentam distribuição normal, contudo a normalidade não é exigência da geoestatística, não impedindo a análise dos dados, desta forma, escolheu-se pela não transformação dos dados. Os valores de níveis de ruídos apresentaram dependência espacial nas três rotações utilizadas. Foi ajustado o modelo gaussiano ao semivariograma experimental dos dados de níveis de ruído em todas as rotações avaliadas. O alcance indica o limite da dependência espacial da variável, ou seja, determinações realizadas a distâncias maiores que o alcance tem distribuição espacial aleatória, sendo independentes entre si, fazendo-se uso então da estatística clássica. Já as determinações realizadas em distâncias menores que o alcance estão correlacionadas umas com as outras, o que permite que se façam interpolações para espaçamentos menores que os amostrados. Desta forma, conhecendo-se o alcance, define-se o raio de amostragem. Para o presente trabalho o alcance foi de 11 m em todas as rotações avaliadas. O efeito pepita, foi baixo nos três semivariogramas, indicando que há uma forte dependência espacial. Estes resultados são confirmados pela classificação de Cambardella et al. (1994), que baseado na relação entre patamar e efeito pepita considera de forte dependência espacial

quando o efeito pepita é menor que 25% do patamar, resultado o qual foi encontrado nos semivariogramas das três rotações avaliadas. Considerando a norma NR-15 cujo limite é de 85 dB para uma jornada de oito horas de trabalho, verifica-se por meio dos mapas dos níveis de ruído que o raio crítico cujos valores excederam ao limite da norma foram de 1; 4 e 4,5 m nas rotações de 1400; 2040 e 2400 rpm, respectivamente (Figura 1). Isto confirma que o raio crítico aumenta em função direta do aumento da rotação do motor do trator.

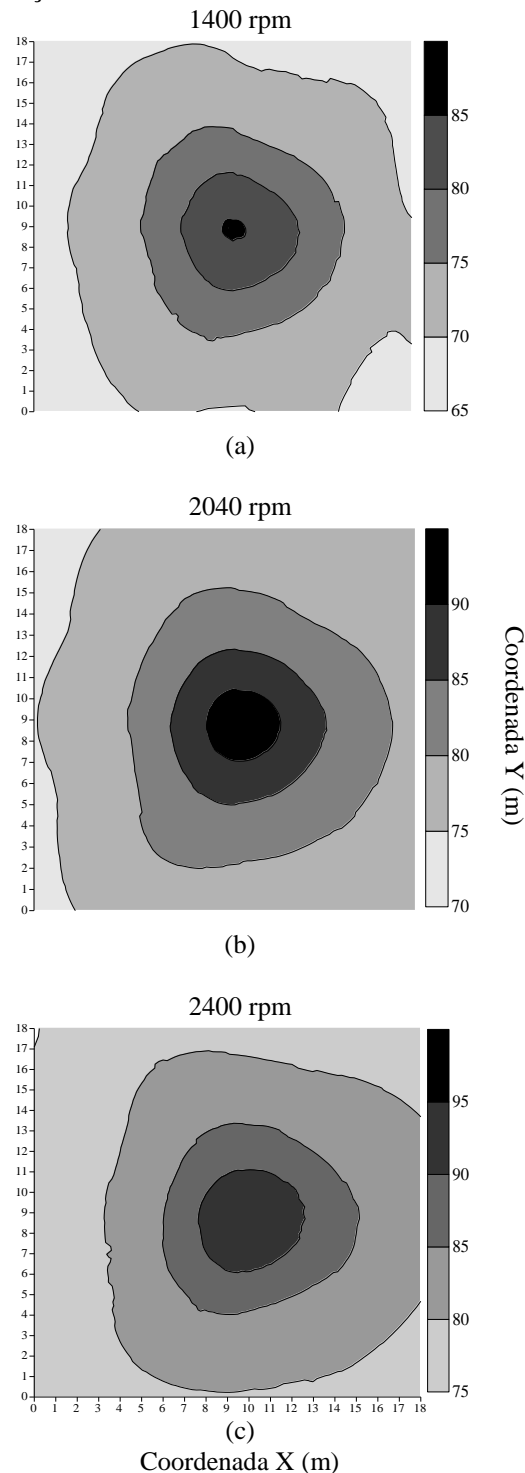


FIGURA 1. Mapas de isolinhas dos níveis de ruído de um trator agrícola 4x2 TDA interpolados pelo método da krigagem.

TABELA 1. Estatística descritiva dos níveis de ruídos

Estatística descritiva	Rotação (rpm)		
	1400	2040	2400
Média	72,9	79,1	81,2
CV (%)	5,6	5,2	5,1
Curtose	1,65	1,28	1,49
Assimetria	1,30	1,14	1,15
Mínimo	66,4	72,7	74,7
Máximo	86,3	93,5	96,0

*CV = Coeficiente de variação

CONCLUSÕES: Os níveis de ruído que o raio crítico cujos valores excederam ao limite da norma foram de 1; 4 e 4,5 m nas rotações de 1400; 2040 e 2400 rpm, respectivamente. Isto confirma que o raio crítico aumenta em função direta do aumento da rotação do motor do trator. O uso da geoestatística foi eficiente para entender o padrão de distribuição espacial da variável de estudo e delimitar o seu raio crítico.

REFERÊNCIAS

BUCENE, L.C.; ZIMBACK, C.R. L. Comparação de métodos de interpolação e análise espacial em dados de pH, em Botucatu- SP. **Revista Irriga**, v.8, n.1, p. 21-28, 2003.

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F. & KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, p.1501-1511, 1994.

CUNHA, J. P. A. R.; DUARTE, M. A. V.; RODRIGUES, J. C. Avaliação dos níveis de vibração e ruído emitidos por um trator agrícola em preparo do solo. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 348-355, 2009.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. Applied geostatistics. New York: **Oxford University Press**, 1989. 561p.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. **Atividades e operações insalubres: NR-15**. Disponível: [http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DF396CA012E0017BB3208E8/NR-15%20\(atualizada_2011\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DF396CA012E0017BB3208E8/NR-15%20(atualizada_2011).pdf). Acesso em 15 de abril de 2014.

PIMENTEL-GOMEZ, F. & GARCIA, C.H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: Exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba, FEALQ, 2002. 309p.

RINALDI, P. C. N.; FERNANDES, H. C.; SILVEIRA, J. C. M.; MAGNO JÚNIOR, R. G.; MINETTI, L. J. Características de segurança e níveis de ruído em tratores agrícolas. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 16, n. 2, p. 215-224, 2008.