

## DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO RUÍDO EMITIDO POR UM TRATOR DA LINHA LEVE COM E SEM ACIONAMENTO DE UMA ROÇADORA

LUANA MENDES GONÇALVES<sup>1</sup>, GABRIEL ARAÚJO E SILVA FERRAZ<sup>2</sup>, CARLOS JOSÉ DA  
SILVA<sup>3</sup>, MARCUS VINÍCIUS MORAIS DE OLIVEIRA<sup>4</sup>, PATRÍCIA FERREIRA PONCIANO  
FERRAZ<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica – RJ, luanna\_mendess@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto, Instituto de Tecnologia/Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica – RJ, Fone: (0XX21) 2682-1864, gabrielferraz@ufrj.br

<sup>3</sup> Licenciado em Ciências Agrícolas, Técnico Administrativo do Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, (CTUR), Seropédica – RJ, carlosjose19621@gmail.com.br

<sup>4</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, Prof. Adjunto, Instituto de Tecnologia/Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica – RJ, Fone: (0XX21) 2682-1864, marcusoliveira@ufrj.br

<sup>5</sup> Zootecnista, Professora, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG; patyponciano@yahoo.com.br

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

**RESUMO:** O ruído em excesso pode trazer efeitos nocivos aos trabalhadores. Máquinas agrícolas podem contribuir para o aumento dos níveis de ruídos. O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar o nível de ruído emitido por um trator agrícola com e sem acionamento de um implemento, visando o mapeamento da distribuição espacial do nível de ruído emitido de forma a avaliar as zonas de salubridade para os trabalhadores. O experimento foi desenvolvido no Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Utilizou-se um trator agrícola de 47,8kW, colocado em regime de operação, com e sem acionamento de uma roçadora, e um decibelímetro digital para a coleta dos níveis de ruído em pontos distribuídos numa malha amostral regular de 2,0 x 2,0 m ao redor do trator. A dependência espacial do ruído foi analisada por meio de ajuste de semivariograma e interpolação por krigagem. Caracterizou-se a estrutura e a magnitude da dependência espacial dos níveis de ruído emitido pelo trator com e sem acionamento da roçadora. Observou-se, pelos mapas, que houve diferença na distribuição espacial dos níveis de ruído emitidos quando a roçadora foi acionada e quando não, sendo possível, também, identificar também zonas de salubridade para os trabalhadores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoestatística, Conforto acústico, Mecanização Agrícola, Ergonomia

### **SPATIAL DISTRIBUTION OF THE NOISE EMITTED BY A MEDIUM LINE TRACTOR WITH AND WITHOUT ACTIVATION OF A ROTARY BRUSH CUTTER**

**ABSTRACT:** Excessive noise can cause harmful effects to workers. Agricultural machinery may contribute to increase noise levels. The aim of this study was to evaluate and compare the noise level emitted by an agricultural tractor with and without activation of an implement. It was aimed mapping the spatial distribution of the noise level emitted to assess safety areas for workers as well. The experiment was developed on Technical College of the Rural Federal University of Rio de Janeiro. It was used an agricultural tractor (47,8 kW) working in operational rotation, with and without activation of a rotary brush cutter. It was used a digital noise meter to collect the noise levels at points distributed on a regular sampling grid of 2.0 x 2.0 m around the tractor. The noise spatial dependence was evaluated by semivariogram adjusts and krigging interpolation. It was characterize the structure and

magnitude of the spatial dependence of noise levels emitted by the tractor with and without the activation of the rotary brush cutter. It was observed by the maps differences between on the spatial distribution when the rotary brush cutter was active and when it was not. It was also possible to identify salubrious zones to workers.

**KEYWORDS:** Geostatistics, Acoustic Comfort, Agricultural Machinery, Ergonomics

**INTRODUÇÃO:** O som é a variação da pressão ambiente detectável pelo sistema auditivo e ruído é um som sem harmonia, em geral de conotação negativa, ou seja, que na maioria das vezes pode ser classificado como um som indesejável (BISTAFA, 2006). O ruído é um dos agentes físicos nocivos e estressantes mais comuns encontrados em ambientes de trabalho. Diferente de outros tipos de poluição, a poluição sonora não deixa traços visíveis de sua influência no ambiente. Essa é, depois da poluição do ar e da água, o problema ambiental que afeta o maior número de pessoas (NASCIMENTO et al., 2007). Como o ruído produzido por máquinas agrícolas se propaga pelo espaço, diminuindo conforme a distancia e podendo aumentar com máquinas acopladas aos tratores (roçadora e pulverizador), torna-se necessário descobrir de que forma acontece esta propagação e se ocorre este aumento com acionamento de um implemento por meio de um estudo da distribuição espacial destes ruídos, principalmente na avaliação da salubridade a qual os operadores dessas máquinas e os profissionais de apoio a esta operação agrícola estão submetidos. Para a realização de estudos de distribuição espacial uma ferramenta poderosa tem sido utilizada, a geoestatística. Segundo VIEIRA (2000), a geoestatística é utilizada para caracterizar a magnitude da variabilidade espacial das variáveis que se deseja estudar, e fazer estimativa, utilizando o princípio da variabilidade espacial a fim de se identificarem inter-relações destes atributos no espaço e no tempo, além de permitir estudar padrões de amostragem adequada. Diante do exposto, este estudo tem como objetivo avaliar e comparar o nível de ruído emitido por um trator agrícola com e sem acionamento de um implemento, visando o mapeamento da distribuição espacial do nível de ruído emitido de forma a avaliar as zonas de salubridade para os trabalhadores.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi desenvolvido no Colégio Técnico (CTUR) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ. Neste estudo foi avaliado o trator Valmet 65id, que não possui cabine fechada, com potência nominal de 47,8kW (65cv), colocado em regime de trabalho, 2000 rpm que garante 540 rpm na Tomada de Potência – TDP, sendo avaliado com e sem acionamento de roçadora.

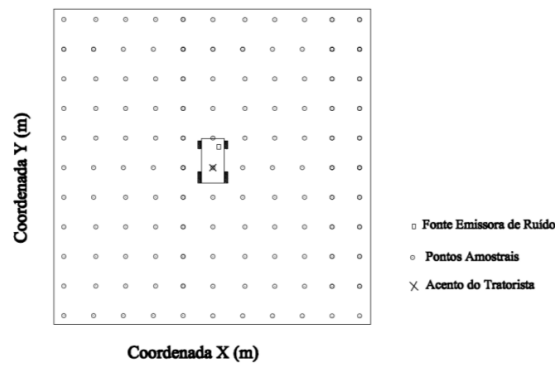
As avaliações do nível de ruído deste trator agrícola foram realizadas conforme metodologia descrita na NBR-9999 (ABNT, 1987) em que a temperatura ambiente esteve entre -5 e 30° C e a velocidade do ar foi inferior a 5,0 m.s<sup>-1</sup>. Os níveis de ruído foram determinados utilizando medidores de pressão sonora no circuito de resposta lenta e de equalização “A”, expressos em dB (A), sendo que o protetor de ventos deste medidor foi utilizado em todas as medições.

As leituras foram realizadas na altura média do ouvido do operador em pontos distribuídos numa malha amostral regular de 2m x 2m, num total de 121 pontos amostrais, ao redor do trator em operação. Arbitrou-se uma coordenada espacial em metros onde o ponto central (0, 0) correspondia ao assento do operador do trator (FIGURA 1). A máquina agrícola permaneceu em regime de operação durante toda a coleta.

A dependência espacial do ruído produzido pelo trator Valmet com e sem o acionamento da roçadora em operação, foi analisada por meio de ajuste de semivariograma clássico pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (OLS - *ordinary least square*) e pelo modelo esférico.

Após o ajuste da função semivariograma foi realizada a interpolação por Krigagem ordinária de forma a confeccionar o mapa de distribuição espacial do ruído.

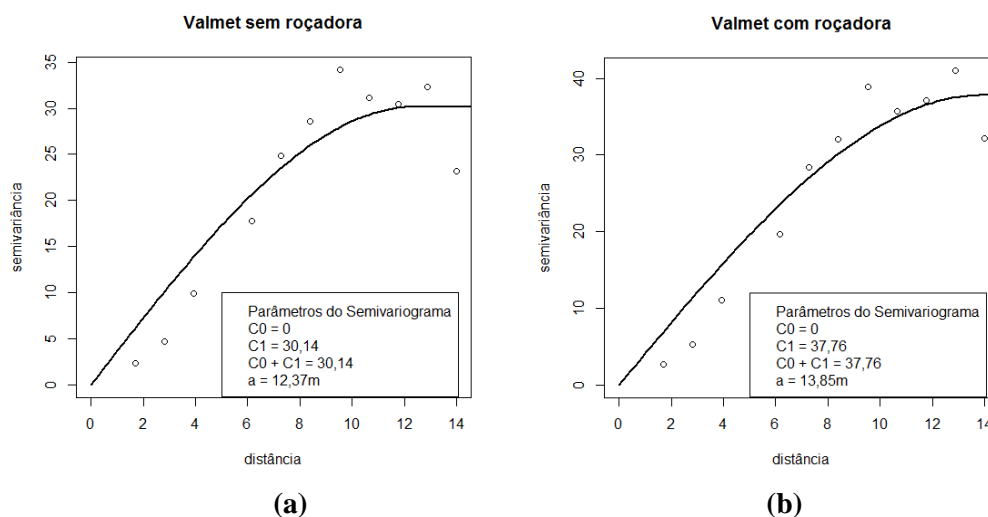
Para a análise geoestatística e para a plotagem dos mapas de isolinhas foi utilizado sistema computacional estatístico R, por meio do pacote geoR (RIBEIRO Jr. & DIGGLE, 2001). Para a avaliação dos níveis de salubridade foi utilizado os valores preconizados pela NR 15 (1990).



**FIGURA 1.** Distribuição dos pontos amostrais dos níveis de ruído emitido pelo trator

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os resultados dos níveis de ruído emitidos pelo Valmet com e sem o acionamento da roçadora, gerou semivariograma e seus parâmetros (efeito pepita,  $C_0$ ; contribuição,  $C_1$ ; patamar,  $C_0+C_1$ ; alcance,  $a$ ), na qual foram obtidos pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (OLS - *ordinary least square*) e modelo esférico (FIGURA 2). Pode-se perceber que o alcance da distribuição espacial do ruído foi de 12,37m e 13,85m para o trator Valmet sem acionamento e com acionamento do implemento, respectivamente, o que implica dizer que até esta distância a variável em estudo é influenciada pelo espaço.

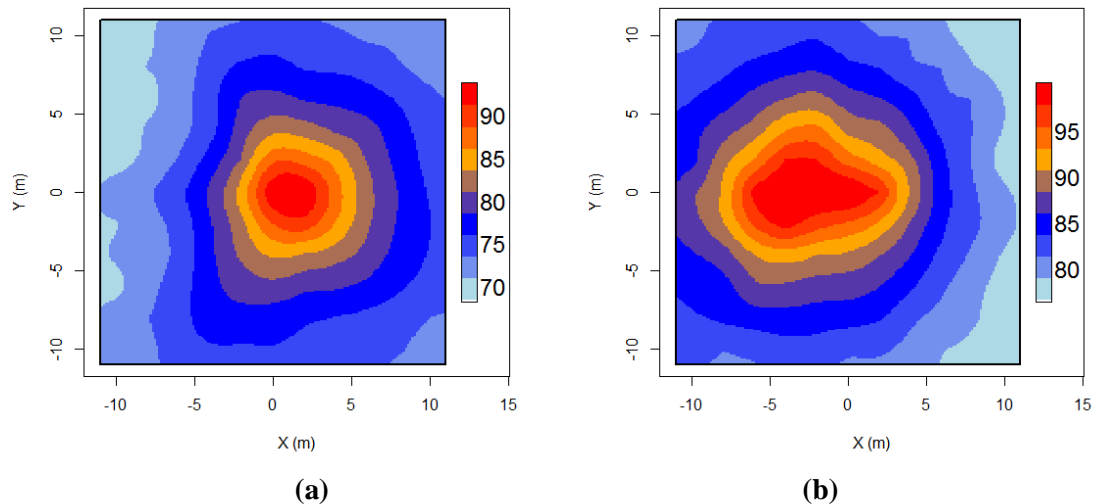


**FIGURA 2.** Semivariograma do ruído emitido pelo trator agrícola sem acionamento da roçadora **(a)** e com acionamento da roçadora **(b)**

Os valores alarmantes do ruído emitido pelo trator sem acionamento da roçadora, ou seja, acima de 85 dB(A), para exposição diária de 8h (NR 15, 1990), são visualizados, em regime de operação, em geral, até 2 metros na lateral esquerda, até 3 metros na parte frontal e traseira e 4 metros na lateral direita da máquina da fonte emissora de ruídos sem acionamento da roçadora (FIGURA 3a). Já para o trator com acionamento da roçadora, os valores alarmantes do ruído, em regime de operação, são visualizados, em geral, até 6 metros na lateral direita da máquina, até 8 metros na parte traseira, até 9 metros na parte frontal e acima de 10 metros na lateral esquerda da máquina, que é onde o escape dos gases do motor está localizado. (FIGURA 3b).

Na FIGURA 3a, observa-se que no centro do mapa (0,0), onde o operador se posiciona, o nível de ruído medido foi de 92,2 dB (A), sendo representada pela coloração vermelha, no qual, segundo os valores preconizados pela NR 15 (1990), tem-se uma máxima exposição diária permissível de 3 horas sem o uso de dispositivos de proteção auricular, durante sua execução. Já na FIGURA 3b, observa-se que no centro do mapa (0,0), o nível de ruído medido foi de 99,0 dB (A), sendo representada pela coloração vermelha, tendo assim uma máxima exposição diária permissível de apenas 1 hora sem o uso de dispositivos de proteção auricular (NR 15, 1990), durante sua execução.

Observou-se desta forma, que tanto o operador do trator avaliado, quanto o trabalhador de apoio para operação agrícola estarão sujeitos aos efeitos nocivos do ruído emitido por esta máquina tanto com acionamento da roçadora quanto sem o acionamento da mesma, porém recomenda-se utilizar sempre o protetor auricular ao acionar a roçadora neste trator.



**FIGURA 3.** Mapa da distribuição espacial do ruído emitido pelo trator agrícola sem acionamento da roçadora (a) e com acionamento da roçadora (b)

**CONCLUSÕES:** Foi possível caracterizar a estrutura e a magnitude da dependência espacial dos níveis de ruído emitido por um trator agrícola da linha leve com e sem acionamento de uma roçadora, por meio do ajuste e análise do semivariograma. A distribuição espacial desta variável pode ser visualizada por meio do mapa de isocores obtido pela krigagem.

Conclui-se que, tanto o operador da máquina, quanto as pessoas que estiverem presentes ao redor do trator, dentro de um raio de até 4 metros da fonte emissora de ruídos sem acionamento da roçadora, e dentro de um raio de até 10 metros da fonte emissora de ruídos com acionamento da roçadora, estarão submetidos aos efeitos nocivos à saúde causados pela exposição ao ruído.

Desta forma, recomenda-se usar sempre o protetor auricular ao acionar a roçadora, visando assim evitar os efeitos nocivos causados pela exposição ao ruído excessivo.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 9999 – **Medição do Nível de Ruído, no Posto de Operação de tratores e Máquinas Agrícolas.** 1987.
- BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído.** São Paulo: Edgard Blucher, 2006. 368 p.
- NASCIMENTO, R. G.; GODOY, R. M. B.; SOUTO JUNIOR, C. A.; UEHARA, G. T. Avaliação da poluição sonora na Unicamp. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 60-64, fev. 2007.
- NORMAS Regulamentadora de segurança e saúde no trabalho (NR-15): **atividades e operações insalubres.** Brasília, 1990. Disponível em: <[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: jan. 2014.
- RIBEIRO JUNIOR, P. J.; DIGGLE, P. J. GeoR: a package for geostatistical analysis. **R-News**, New York, v. 1, n. 2, p. 14-18, June 2001.
- VIEIRA, S. R. Geostatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F. de; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, p. 1-54. 2000.