

## APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE FILTRAGEM DE SONS EM VOCALIZAÇÃO DE SUÍNOS EM GRUPO

**RAPHAEL ANTÔNIO FERREIRA MOREIRA<sup>1</sup>, GISELLE BORGES DE MOURA<sup>2</sup>, DANTON DIEGO FERREIRA<sup>3</sup>, VALERIA CRISTINA RODRIGUES SARNIGHAUSEN<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola 9º Período, Universidade Federal de Lavras, raphael\_afm@outlook.com

<sup>2</sup> Professora Doutora, Universidade Federal de Lavras, +553538291481, giselle.moura@deg.ufla.br

<sup>3</sup> Professor Doutor, Universidade Federal de Lavras, +553538291481, danton@deg.ufla.br

<sup>4</sup> Professora Doutora, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus Botucatu, valeriacrs@fca.unesp.br

Apresentado no  
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi aplicar e comparar diferentes métodos de filtragem de sons em vocalizações de suínos em grupo. Utilizou-se 24 amostras de sons vocálicos de 2 grupos de seis leitões em condições de conforto. Os arquivos de áudios foram organizados pelos quatro períodos do dia (madrugada, manhã, tarde e noite), utilizando o programa Audacity<sup>®</sup> para unir os áudios em um arquivo único por período. O processo de filtragem foi realizado por três métodos, sendo 1º Método: um filtro passa baixa de 2kHz em ambiente Matlab<sup>®</sup>. 2º Método: com o programa Goldwave<sup>®</sup>, o ruído e um filtro de frequências entre 1kHz e 2kHz foram aplicados ao sinal sonoro. 3º Método: utilizado o programa Audacity<sup>®</sup>, com filtro de frequências entre 1kHz a 2kHz. Observou-se que a filtragem pelo programa Audacity<sup>®</sup>, além dos ruídos, retirou muita informação dos sinais vocálicos dos leitões. Com o programa Goldwave<sup>®</sup> ocorreu retirada do ruído de fundo, apresentando uma pequena distorção nos sinais vocálicos. O filtro construído no programa Matlab<sup>®</sup> eliminou os ruídos considerados de fundo e conseguiu realçar a vocalização dos animais sem causar distorção. Sendo assim, concluiu-se que a utilização do filtro Matlab<sup>®</sup> foi o mais eficaz em vocalizações de suínos em grupo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sinais Sonoros, Biossensor, Produção Animal.

### FILTERING METHODS APPLIED ON PIG VOCALIZATIONS IN GROUP

**ABSTRACT:** The objective of this study was to apply and compare different methods of filtering sounds vocalizations of pigs in group. We used 24 samples of vowel sounds in two groups of six piglets in comfortable conditions. The audio files were organized by four periods of the day (dawn, morning, afternoon and evening), using the Audacity<sup>®</sup> program to join the audio into a single file at a time. The filtering process was carried out by three methods, with 1st method: a low pass filter to 2kHz in Matlab environment. 2nd Method: with Goldwave<sup>®</sup> program, noise and a frequency filter between 1 kHz and 2 kHz were applied to the buzzer. 3rd Method used Audacity<sup>®</sup> program with frequency filter between 1kHz to 2kHz. It was observed that the filtering by Audacity<sup>®</sup> program, addition of noise, removed much information of vowel piglets. With Goldwave<sup>®</sup> program was withdrawn from the background noise, with a small distortion in the vowel. The filter built in Matlab software eliminated the noise considered background and could enhance the vocalization of animals without causing distortion. Thus, it was concluded that the use of the Matlab filter was most effective in vocalizations of pigs in group.

**KEYWORDS:** Sound Signals, Biosensor, Animal Production.

**INTRODUÇÃO:** O monitoramento contínuo de animais vem sendo comumente utilizado por pesquisadores que avaliam o sistema de produção atrelado ao bem-estar dos animais. As informações coletadas visam a fornecer dados que expressam as condições do ambiente e as atividades comportamentais sem influência da presença humana ou outro agente causador. O desenvolvimento de

técnicas e métodos não invasivos de identificação e monitoramento dos animais em grupo podem fornecer informações de forma a auxiliar na tomada de decisão. Quanto mais eficiente for o método, melhor será o gerenciamento dos diversos setores envolvidos no sistema de produção. Um método, que atua de forma não invasiva avaliando o comportamento animal em resposta ao seu estado de bem-estar, é a vocalização. Trata-se da produção de sons como maneira de expressar uma sensação animal, podendo ocorrer de forma espontânea, como parte de seu repertório natural ou ser mediado por fatores que alterem a condição ideal de cada indivíduo. Diversos são os métodos para processamento dos sinais vocálicos. Existem programas comerciais que atuam no processamento de vocalizações em geral, seja de pássaros (GUESS, et al. 2011; TCHERNICHOVSKI, et al. 2000), suínos (MOURA, 2013, ZULATO, 2010; SILVA, 2008), baleias (KLINCK, et al. 2012) e também na análise de vocalizações de pintainhos na fase de incubação (SILVA et al. 2010). Estudos relacionados à vocalização de animais de produção em grupo apresentam dificuldades na etapa de processamento dos sinais adquiridos a campo, principalmente com a retirada de ruídos de fundo. Existem diversos trabalhos sobre vocalização de animais, mas são escassas as metodologias que objetiva definir métodos de processamento dos dados. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi aplicar e comparar diferentes métodos de filtragem de sons em vocalizações de suínos em grupo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para esta pesquisa foi utilizado um banco de dados contendo sons vocálicos de leitões, em idade de creche, confinados em uma instalação com sistema de climatização, que foram expostos a uma condição de conforto térmico em duas salas distintas. O experimento que originou o banco de dados utilizado neste projeto recebeu a aprovação do Comitê Institucional para Cuidados e Utilização de Animais em Experimentos (IACUC) da Universidade de Illinois, sob o protocolo de número 11083 (MOURA, 2013). O banco de dados selecionado foi composto de três dias de experimentação, contendo sons vocálicos de 2 grupos de seis leitões confinados em duas salas acusticamente e termicamente isoladas, em condições de conforto, totalizando 24 amostras de sinais vocálicos. Os arquivos de áudios foram organizados em função dos quatro períodos do dia, caracterizados por Madrugada (00h00min – 5h59min), Manhã (6h00min -11h59min), Tarde (12h00min -17h59min) e, Noite (18h00min – 23h59). Foi utilizado o programa Audacity® para unir os áudios em um arquivo único contendo todas as vocalizações de cada período do dia, com a finalidade de representar uma amostra significativa, visto que as gravações ao longo do dia estavam todas fracionadas. Para o processo de filtragem dos ruídos indesejados dos sinais sonoros contendo as vocalizações dos leitões, três filtros foram criados e avaliados. O primeiro filtro foi desenvolvido em ambiente de programação do MATLAB®, onde foi implementado um filtro passa baixa de 2kHz, que permitia a passagem dos sinais com frequência menor que 2000Hz e eliminava os sinais com frequência superior ao valor mencionado. O segundo filtro avaliado foi implementado com o programa comercial de edição de áudios Goldwave®. Para a utilização deste filtro, uma amostra do ruído de fundo foi selecionada e informada ao programa para que, posteriormente, o programa fizesse a varredura em todo o sinal sonoro, aplicando a filtragem baseada na amostra previamente fornecida ao programa. Na sequência, um filtro, pronto e disponibilizado pelo próprio Goldwave®, de frequências entre 1kHz a 2kHz, que suprimia sinais dentro dessa faixa de frequência, foi aplicado ao sinal sonoro após a retirada do ruído de fundo. O terceiro filtro avaliado foi implementado com auxílio do programa comercial Audacity®, o qual utilizou - se da mesma amostra de ruído de fundo para que fosse aplicado ao sinal sonoro. Na sequência foi utilizado um filtro de frequências entre 1kHz a 2kHz, que assim como no outro programa comercial é disponibilizado no programa e eliminou sinais dentro dessa faixa de frequência. Uma rotina no MATLAB® foi implementada para a extração dos parâmetros acústicos das amostras de vocalização dos suínos em grupo. De acordo com MOURA (2013), os parâmetros mais significativos utilizados na comparação de vocalização de suínos em grupo são: Amplitude (dB), Frequência Fundamental (Hz) e Entropia. Sendo assim, foram extraídos os valores de Frequência fundamental mínima e máxima, Amplitude mínima e máxima e Entropia de cada amostra. Foi elaborada uma estatística descritiva dos parâmetros acústicos extraídos de cada amostra antes e depois da aplicação dos diferentes métodos de filtragem. Como foram utilizadas três amostras de áudio de cada período, e os dados não apresentaram normalidade, foi elaborada no programa estatístico R, uma estatística não paramétrica através do teste de Kruskal-Wallis que é um teste alternativo ao teste F na análise de variância para o delineamento inteiramente ao acaso.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Tabela 1 apresentada os valores dos parâmetros acústicos extraídos das vocalizações relacionando com os diferentes filtros utilizados.

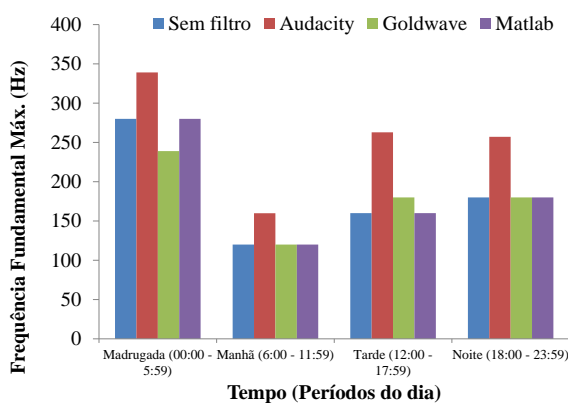
TABELA 1. Valores médios obtidos pelo teste de Kruskal-Wallis das características acústicas para os diferentes métodos de filtragem.

Características Acústicas	Tratamentos			
	Sem filtro	Audacity	Goldwave	Matlab
Frequência Fund. Mín. (Hz)	9.416667e-04 a	2.916667e-05 c	6.083333e-04 b	9.416667e-04 a
Frequência Fund. máx. (Hz)	185.0033 a	254.7977 a	179.7296 a	185.0033 a
Amplitude mín. (dB)	-0.9692375 b	-0.2014792 a	-0.9586167 c	-0.9612750 c
Amplitude máx. (dB)	0.9798500 a	0.1931958 c	0.9700167 b	0.9522500 b
Entropia	178629.121 a	4136.088 c	99632.217 b	159477.992 ab

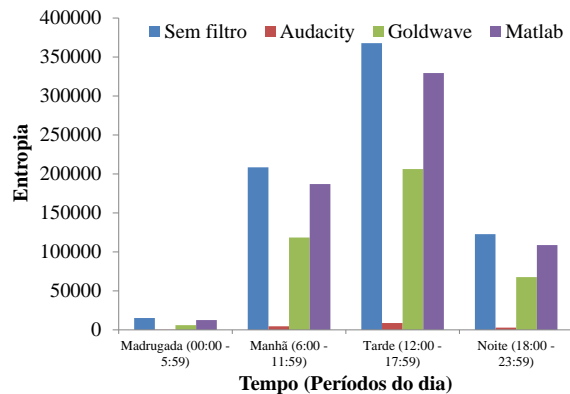
Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ).

Todos os parâmetros foram significativos para os tratamentos ( $p < 0,05$ ) a exceção da Frequência fundamental máx ( $p = 0,21$ ). Com base na análise estatística é possível tecer algumas relações com os resultados observados na extração dos ruídos, o filtro do Audacity® foi o que mais distorceu as vocalizações e isso pode ser constatado numericamente na frequência fundamental mínima, amplitude e entropia. O Audacity® além de retirar o ruído de fundo, distorceu a vocalização, isso pôde ser comprovado pela audição das amostras após as filtrações. O filtro desenvolvido no Goldwave® apresentou um desempenho intermediário, que pode ser observado na Tabela 1, retirando o ruído de fundo, porém, também apresentou distorção nas amostras de vocalização. Dos três filtros avaliados, o que apresentou números e um resultado mais satisfatório foi o filtro implementado no MATLAB®, pois, o mesmo conseguiu retirar o ruído de fundo e ao mesmo tempo, não distorcer as amostras de vocalização dos suínos, quando comparado ao sinal inicial. Moura (2013) avaliou o Audacity como ferramenta para filtrar o ruído de fundo das amostras de vocalização de suínos em diferentes condições e não obteve sucesso, pois, o mesmo proporcionou, após a filtragem, uma distorção no sinal. O mesmo autor optou por trabalhar com o filtro proposto pelo Goldwave® pois, em sua comparação, apresentou menos distorções que o Audacity®, não fazendo menção ao filtro elaborado em ambiente Matlab®. Silva et al. (2010) elaboraram um filtro baseado em faixas de frequências em ambiente Matlab® para filtrar vocalizações iniciais de pintainhos em incubatórios durante o nascimento. O filtro mostrou-se eficiente para a retirada de ruídos de fundo para os sinais registrados.

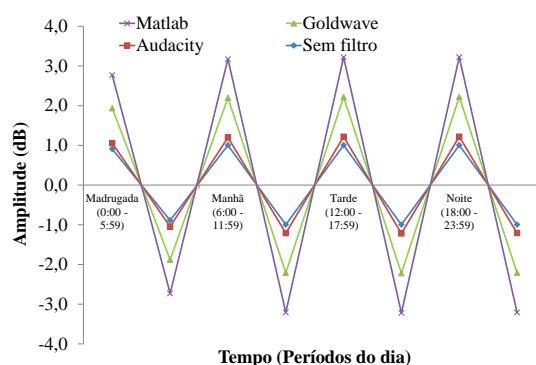
Nas figuras 1a, 1b, 1c são apresentadas os valores médios de frequência fundamental (Hz), entropia e amplitude (dB) ao longo dos períodos do dia. A amplitude está relacionada à intensidade do sinal, quanto maior a intensidade, maior o valor da amplitude. A partir disso é possível afirmar que o filtro desenvolvido a partir do Audacity® diminuiu a intensidade em relação ao sinal original, já os demais filtros gerados pelo Goldwave® e MATLAB® apresentaram valores de amplitude próximos aos obtidos pelo áudio original, sem nenhum tipo de filtro.



(a)



(b)



(c)

Figura 1. Variação os parâmetros acústicos Frequência Fundamental máxima (Hz) (a), Entropia (b) e Amplitude (c) ao longo dos períodos do dia.

Já a frequência fundamental pode ser utilizada para caracterização de um som, por se a primeira frequência e a mais baixa e mais forte de um som. Com base nas frequências extraídas é possível afirmar que não houve distorções entre o filtro implementado no MATLAB® e o sinal puro. No entanto os resultados apresentados pelos filtros gerados no Audacity® e Goldwave® apresentaram valores diferentes dos encontrados no áudio inicial, sendo que o primeiro filtro retornou valores com maior discrepância. O último parâmetro extraído, a entropia, tem relação com a quantidade de informação e organização do sinal, e é possível inferir que o filtro que resultou uma menor perda de informação e organização foi o filtro elaborado no MATLAB®, o filtro do Goldwave® apresentou um resultado intermediário e o pior resultado foi exibido no filtro proveniente do programa Audacity®.

**CONCLUSÕES:** Baseado nas análises das informações geradas pelos parâmetros extraídos e na avaliação a partir da observação dos produtos finais fornecidos pelos três programas é possível concluir que o filtro elaborado no MATLAB® apresentou – se mais eficiente que os demais com relação à retirada do ruído de fundo, mas o mesmo ainda pode ser aperfeiçoado para posteriores estudos.

**AGRADECIMENTOS:** À FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudos e a disponibilização de recursos para a participação no evento.

#### REFERÊNCIAS:

- GESS, A. et al. Automated auditory recognition training and testing. **Animal Behaviour**, v. 82, n. 2, p. 285-293, 2011.
- KLINCK, H. et al. Near-Real-Time Acoustic Monitoring of Beaked Whales and other cetaceans using a seaglider, **Plos One**, San Francisco, May 2012.
- MOURA, G. B. **Vocalização de suínos em grupo sob diferentes condições térmicas**, 2013. 91p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.
- SILVA, M. D. et al. Acoustic hatch monitor for egg incubation: detection of internal pipping in an industrial incubator. **Transactions of the ASABE**, v.53, n.3, p. 847-851.
- SILVA, W.T. **Desenvolvimento de um sistema para estimativa de bem-estar a partir de dados de vocalização de suínos**. 2008. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- TCHERNICHOVSKI, O. et al. A procedure for an automated measurement of song similarity. **Animal Behaviour**, London, v. 59, n. 6, p. 1167-1176, Jun. 2000.
- ZULATO, P. R. F. **Análise De Padrões De Vocalização Para Determinar Padrões De Bem-Estar De Suínos**, 2010. 42p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Elétrica com ênfase em eletrônica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2010.