

## USO DE *DEEP LEARNING* PARA IDENTIFICAÇÃO DE RUÍDOS E VOCALIZAÇÃO DE SUÍNOS

Caroline Ferreira Freire<sup>1</sup>, Tung Chiun Wen<sup>1\*</sup>, Késia Oliveira da Silva Miranda<sup>1</sup>, Giselle de Borges Moura<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo (USP) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba, SP

<sup>2</sup> Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG

**RESUMO:** Entre os diferentes tipos de carne, o mais consumido é a carne suína. Porém, atender a demanda mundial já não é o único objetivo da cadeia de produção, mas também garantir um produto de qualidade (maciez, sabor, textura) e com viés ético, priorizando as questões de bem-estar animal. Diante esse cenário, torna-se cada vez mais necessário fazer uso de ferramentas que auxiliem no controle do ambiente de produção e gerem respostas rápidas e confiáveis para que tomadas de decisão no manejo sejam mais assertivas e com caráter preventivo. Este trabalho apresenta como objetivo, uma análise automatizada dos comportamentos desempenhados por grupos de suínos em fase de creche submetidos à diferentes condições de temperatura (ambiente de conforto térmico, condição moderada de calor e condição de calor). A análise utilizou como base de dados as vocalizações emitidas pelos animais em grupo, assim como os seus ruídos produzidos, ambos gravados por um período de 15 dias (360 horas). Foi elaborado em ambiente Matlab, por meio da rede neural Squeeze Net, um aprendizado profundo fazendo uso de mais de cinco mil imagens, envolvendo treinamento e validação da rede. Com esta ferramenta foi possível identificar e distinguir diferentes tipos de ruídos, assim como diferentes tipos de vocalização em grupos de suínos, tornando-se mais rápido e preciso o diagnóstico do manejo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vocalização; Ruído; Rede neural; Aprendizagem profunda

**ABSTRACT:** Among the different types of meat, the most consumed is pork. Despite of that, meeting global demand is no longer the only objective of the production chain, but also to guarantee a quality product (softness, flavor, texture) and with an ethical bias, prioritizing animal welfare issues. Facing this scenario, it becomes increasingly necessary to make use of tools that assist in the control of the production environment and generate quick and qualified responses so that the management decision is more assertive and preventive. This work presents, as an objective, an automated analysis of the performance standards performed by groups of pigs in the nursery phase under different temperature conditions (thermal comfort environment, moderate heat condition and warm condition). An analysis used as a database the vocalizations emitted by the animals in group, as well as their found noises, both recorded for a period of 15 days (360 hours). It was elaborated in a Matlab environment, through the neural network Squeeze Net, a deep study using more than five thousand images, involving training and validation of the network. With this tool it was possible to identify and distinguish different types of noise, as well as different types of vocalization in groups of swine, making the management diagnosis faster and more accurate.

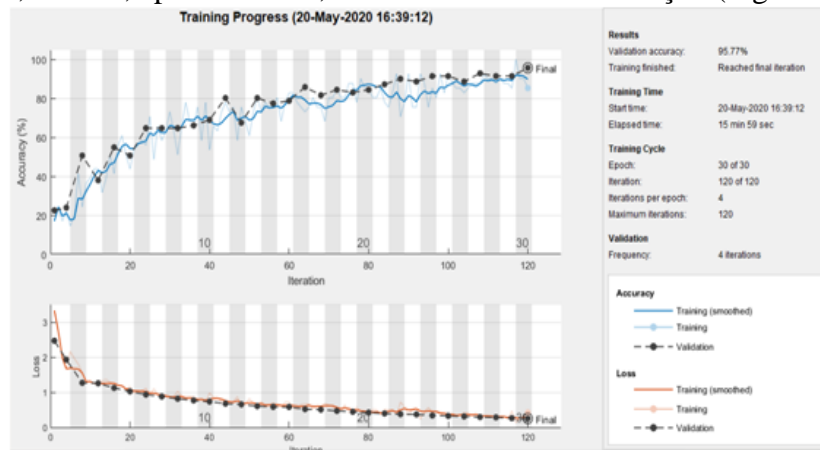
**KEYWORDS:** Vocalization; Noise; Neural Net; Deep learning.

**INTRODUÇÃO:** O abate, e consumo, de carne suína no Brasil aumentou 45% entre os anos de 2005 e 2020 (ABIEC). O Brasil encontra-se em quarto lugar (Embrapa, 2020) e já produz atendendo demanda interna e exportando. Porém, produzir em escala não é a única preocupação atual, com a globalização e o aumento do destaque para a ética de produção, os produtores passam a investir mais em ferramentas que controlem, além da produção, a condição ambiental em que os animais são submetidos. Dentre as variáveis disponíveis para avaliação do bem-estar animal, encontra-se a mensuração de parâmetros fisiológicos (nível de cortisol, temperatura corporal) e físicos (imagem e vocalização). Os últimos são considerados mais condizentes com o objetivo final do consumidor, já que são pouco invasivos e trazem informações de grande relevância. Com a vocalização é possível executar análises rápidas, com alta acurácia e baixo investimento e, por meio dela, identifica-se: doenças respiratórias (Ferrari, et al. 2008), distinção de sexo e idade (Cordeiro, et al. 2018) e situações de estresse (Silva, et al. 2019), por exemplo. Com o intuito de avaliar os dados de forma rápida e eficiente, aumenta-se o número de trabalhos acerca de programas e algoritmos que realizem a interpretação de dados. As redes neurais consistem em uma das opções deste tipo de ferramenta e apresentam muitas vantagens, já que não exigem a construção de um código e permitem que os resultados sejam avaliados e os parâmetros de análise alterados até que se obtenham classificações e análises de alta acurácia. Dentre os tipos de redes neurais, contar com o *deep learning* traz maior capacidade de análise, podendo contar com um amplo banco de dados. Trabalhos com árvores de decisão (Cordeiro et al. 2018), análise de espectrogramas (Moi et al. 2015) e aprendizagem de máquina (Zulato 2010), vem sendo explorados nesta área; porém encontra-se apenas um trabalho até o presente momento explorando a aprendizagem profunda por meio de vocalização (Hong et al. 2020). Com isso, o presente trabalho apresenta a análise de vocalização suína em grupo, por meio da rede neural de aprendizagem profunda *Squeezenet*, avaliando o comportamento desses animais frente à diferentes condições térmicas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado em baia de produção fechada e climatizada, na Universidade de Illinois – Campus Urbana Champaign (EUA). Durante quinze dias foram coletadas frequências sonoras, emitidas pelos animais. Vinte e quatro suínos em fase de creche foram separados em quatro baias, sendo doze machos e doze fêmeas. Em cada sala os animais foram alocados contendo um bebedouro e três comedouros, o microfone para coleta dos dados sonoros foi instalado ao centro da baia a 0,8 m de distância do piso (XM8500, Behringer Inc. Bothell, USA). O primeiro tratamento ocorreu durante a primeira semana e consistiu em dias intercalados de conforto (27° C) e dias de condição moderada de calor, elevando de 27° C para 35° C. O segundo tratamento ocorreu durante a segunda semana e consistiu em dias intercalados de conforto (24° C) e dias de condição de calor, elevando de 24° C para 34° C. Em ambos os tratamentos, a elevação ocorreu em 2° C a cada três horas. Para que as vocalizações e ruídos pudessem ser avaliados, um estudo prévio foi realizado, manualmente, do banco de dados. Foram selecionadas amostras de arquivos, representando todos os períodos de gravação, e caracterizou-se os tipos de sons presentes no banco de dados, obtendo as seguintes classes: ruídos referentes à idas ao comedouro (comedouro); ruídos referentes à idas ao bebedouro (bebedouro); vocalizações sociais (social); vocalizações agonísticas (agonístico); outros. A classe ‘outros’ abriga todos os arquivos que contém mais de uma categoria simultaneamente. Todos os dados foram gravados em formato *wav* (*waveform audio file*) com duração de

dez segundos. Deste formato foram extraídos os respectivos espectrogramas e estes foram submetidos à rede neural de aprendizagem profunda *SqueezeNet*.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O treinamento realizado na arquitetura *SqueezeNet*, em ambiente, Matlab, apresentou 95,77% de acurácia na validação (Figura 1).



**Figura 1:** Acurácia alcançada no treinamento e validação da rede neural SqueezeNet.

As vocalizações registradas apresentaram duas composições gerais distintas, formando um grupo de vocalizações graves e de curta duração – os grunhidos – e um grupo de vocalizações agudas e de longa duração, se assemelhando a gritos. As distinções citadas permitiram a diferenciação entre vocalização social e agonística e está de acordo com artigos relacionados à temática em que são definidos sons sociais como aqueles de menor intensidade, energia de sinal e duração, e sons relacionados à dor e desconforto com maior intensidade, energia de sinal e duração (Cordeiro, et al. 2018; Silva, et al. 2019). A frequência de vocalização social e agonística de ambas as classes não sofreu alteração frente à mudança de temperatura. Os suínos são animais sociais e apresentam rico repertório para desempenhar interações diversas, como atração de parceiros, estabelecimento de hierarquia, avisar possíveis perigos e intimidar possíveis agressores (Cordeiro, et al. 2008; Massari, et al. 2015), com isso entende-se a alta frequência de vocalizações captadas nas baias, a qual compreendeu 55 a 65% do total de sons diários produzidos, para as quatro baias. É importante que a frequência de vocalizações não tenha se alterado frente às diferentes condições de temperatura, principalmente a agonística, já que o tratamento utilizado se assemelha às condições frequentes de temperatura que encontramos em país tropical, como o caso do Brasil. Ruídos referentes às visitas ao bebedouro apresentaram menor frequência em dias de conforto e moderado calor, sem apresentar diferença estatística ( $p = 0.77$ , 5%). Diante condições de temperaturas mais elevadas o consumo de água pelos animais tende a aumentar, além disso, o uso da água para refrescar o corpo e o entorno da baia de produção tende a ser mais frequente. Trabalhos desenvolvidos no início dos anos noventa já indicavam o uso de lâminas de água nas baias como alternativa para alcançar melhores produtividades (Reis, 1995). Por fim, a frequência de ruídos referentes à idas ao comedouro, não apresentou diferença entre os diferentes tratamentos térmicos ( $p = 0.93$ , 5%), porém apresentou aumento da primeira para a segunda semana de tratamento, o que pode ser

devido o crescimento dos animais que passam a se alimentar cada vez mais ao longo do seu desenvolvimento, em fase de creche e crescimento.

**CONCLUSÕES:** Por meio de espectrogramas, gerados a partir de gravação de sinais, é possível extrair informações que alimentem uma categorização automática. Foi possível distinguir espectrogramas referentes a diferentes ruídos e tipos de vocalização.

**AGRADECIMENTOS:** À FAPESP pelo apoio financeiro ao projeto (2019/12013-6).

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC). Disponível em: <<http://abiec.com.br/abates/>>. Acesso em: 07 out. 2020.

Cordeiro, A.F. da S.; et al. Use of vocalisation to identify sex, age, and distress in pig production. **Biosystems engineering**, v. 173, p. 57-63, set., 2018a.

Cordeiro, A. F. da S.; et al. Medida de vocalização de suínos (*Sus scrofa*) como um indicador de gasto energético. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 143-152, jan./abr., 2008.

Massari, J. M. et al. Características comportamentais de suínos em crescimento e terminação em sistema “wean to finish”. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 4, p. 646 – 656, jul./ago. 2015.

EMBRAPA, Suínos e Aves. **Maiores produtores mundiais de carne suína (1960-2020)**. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/mundo>>. Acesso em: 01, jul. 2020.

Ferrari, S.; et al. Cough sound analysis to identify respiratory infection in pigs. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 64, p. 318 – 325, 2008.

Hong, M.; et al. Field-Applicable Pig Anomaly Detection System Using Vocalization for Embedded Board Implementations. **Applied Sciences**, v. 10, n. 19, p. 6991, 2020.

Moi, M., et al. Vocalização como indicativo do bem-estar de suínos submetidos a situações de estresse. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 3, p. 837-845, 2015.

Reis, R. L. dos S. P. **Efeito da lâmina d’água no crescimento e na terminação de suínos**. Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

Silva, Jonas Pereira da et al. Classification of piglet (*Sus Scrofa*) stress conditions using vocalization pattern and applying paraconsistent logic Et. **Computer and electronics in agriculture**. São Paulo, 166 (2019), p. 1 – 6.

Zulato, P. R. F.. **Análise de padrões de vocalização para determinar o bem-estar de suínos**. 2010. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Eletrônica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.