

USO DE IMAGENS PARA CLASSIFICAÇÃO DE MASSA CORPORAL EM BOVINOS LEITEIROS

JACQUELINE CARDOSO FERREIRA¹, PATRÍCIA FERREIRA PONCIANO FERRAZ², FRANCK MORAIS DE OLIVEIRA³, ANA LUÍZA GUIMARÃES ANDRÉ⁴, JOÃO VICTOR AGUIAR⁴, GABRIEL ARAÚJO E SILVA FERRAZ⁵

¹ Eng. Agrícola, Pesquisadora Fapemig/CNPq, Universidade Federal de Lavras, jacardosof@gmail.com

² Zootecnista, Professora, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras

³ Eng. de Controle e Automação, Doutorando em Eng. Agrícola, Universidade Federal de Lavras

⁴ Graduando em Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Lavras

⁵ Eng. Agrícola, Professor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: A produção leiteira possui grande importância econômica para a redução da pobreza e o fortalecimento da segurança alimentar. A análise de imagens digitais para classificação e identificação de características importantes em bovinos leiteiros permite a visualização e tomada de decisões antecipadas. O objetivo foi de classificação da massa corporal em bovinos leiteiros usando imagens RGB por meio de redes neurais artificiais (RNA). Para treinamento e teste de aplicação foram obtidas 91 imagens de vacas leiteiras capturadas numa altura de 2,80 metros do piso. A proporção aplicada para treinar, validar e testar foi de 64:27, sendo que o treinamento foi separado em 5 categorias de pesos em intervalos de 60 kg. Foram aplicados quatro modelos de rede neural, sendo o que Inception V3 resultou nas melhores métricas, com uma acurácia de classificação (CA) para imagens de 89%. Dentre os benefícios da aplicação de RNA está o processamento de grandes volumes de dados em tempo real, permitindo uma análise instantânea do ambiente e do comportamento dos animais.

PALAVRAS-CHAVE: pecuária de precisão, processamento de imagem, vaca

USE OF IMAGES FOR BODY MASS CLASSIFICATION IN DAIRY CATTLE

ABSTRACT: Dairy production holds significant economic importance for poverty reduction and strengthening food security. Analyzing digital images to classify and identify key features in dairy cattle allows for early decision-making. The objective was to classify body mass in dairy cattle using RGB images through artificial neural networks (ANNs). For training and testing, 91 images of dairy cows were obtained at a height of 2.80 meters. The training and testing ratio was 64:27, divided into 5 weight categories at 60 kg intervals. Four neural network models were applied, with Inception V3 yielding the best metrics, achieving an image classification accuracy (CA) of 89%. Among the benefits of using ANNs is the processing of large volumes of data in real time, enabling instant analysis of the environment and animal behaviour.

KEYWORDS: precision livestock farming, image processing, cow

INTRODUÇÃO: A produção leiteira tem importância econômica, desencadeando iniciativas voltadas para a redução da pobreza e o fortalecimento da segurança alimentar (FAO, 2019). A eficiência na administração dos rebanhos é fundamental para garantir tanto a produtividade quanto a qualidade dos produtos lácteos. Na busca por esta eficiência, a implementação de sistemas automatizados e sensores possibilita um manejo otimizado e a vigilância contínua da saúde e do desempenho dos animais, permitindo a detecção precoce de quaisquer anomalias e a adoção de medidas corretivas adequadas (SONG et al., 2018). Dentre os parâmetros de monitoramento, a massa corporal (MC) fornece informações sobre as alterações nos estoques de energia corporal, sendo crucial para a compreensão do estado metabólico das vacas nas fases da lactação (SMITH et al., 2017). A aplicação de tecnologias como redes neurais artificiais (RNAs) viabiliza a análise de imagens digitais para classificar e identificar características relevantes em bovinos leiteiros. Dessa forma, é possível obter informações detalhadas sobre a raça, conformação corporal, tamanho e condição física dos animais, dentre outros que são indicadores-chave para o peso e saúde (LI et al., 2022; RADWAN et al., 2020). As RNAs são aplicadas em cenários nos quais há uma relação não linear entre as variáveis de entrada e saída, especialmente na produção animal, permitindo a busca por padrões e previsões temporais para tomada de decisões (ABREU et al., 2020; FERRAZ et al., 2014). Isso pode levar a benefícios significativos em termos de eficiência operacional, bem-estar animal e qualidade dos produtos lácteos. Dessa maneira, o objetivo desse estudo foi de classificar a massa corporal em bovinos leiteiros por meio do uso de imagens RGB, aplicando técnicas de redes neurais artificiais.

MATERIAL E MÉTODOS: Os procedimentos para obtenção das imagens e a MC foram baseados em métodos não invasivos, sob registro do protocolo de uso de animais nº 044/22 da Universidade Federal de Lavras. As imagens foram obtidas em instalação do tipo Tie Stall em uma propriedade rural em Ijaci/MG, durante a primeira ordenha do dia e com pesagem automática dos animais. A câmara utilizada foi a Intel® RealSense™ Depth Camera D435i, fixada a 2,80 metros de altura, na estrutura do telhado no tronco de contenção, onde estava também a balança eletrônica Tru-Test EziWeigh 5. As vacas são da raça *Holstein-Friesian* e após a ordenha foram conduzidos para a pesagem e captura das imagens, totalizando 91 registros, com resolução de 1280 x 720, salvas em png. Essas imagens foram usadas para treinar, validar e testar o método de RNA, aplicando uma proporção de 64:27 (LI et al., 2021). A variável avaliada foi a massa corporal e, portanto, as imagens foram separadas em cinco categorias com intervalos de 60 kg (450 a 510 kg; 511 a 571 kg; 572 a 632 kg; 633 a 693 kg; 694 a 754 kg). Para análise de dados foi utilizado o software de código aberto Orange Data Mining. Foram testados quatro modelos de redes neurais disponibilizada pelo software (Inception V3, Squeezenet, VGG-16 e VGG-19). A arquitetura da rede neural foi aplicada igualmente para todos os modelos, com os seguintes parâmetros definidos: 50 neurônios em camadas ocultas, função de ativação ReLu (Rectifier Linear Unit), solucionador Adam (Adaptive Moment Estimation) para ajustar os pesos da RNA e minimizar a função de perda, taxa de aprendizagem de 0,0005 e um máximo de 100 interações. Para o teste foram utilizadas 27 imagens distintas das aplicadas para o treinamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O modelo Inception V3 resultou nas melhores métricas de desempenho para classificação em aprendizado de máquina (TABELA 1).

TABELA 1. Métricas de desempenho para os modelos testados.

Modelo de RNA	AUC ¹	CA ²	F1 ³	Prec ⁴	Recall ⁵	MCC ⁶
Inception V3	0,986	0,891	0,888	0,906	0,891	0,864
Squeeznet	0,973	0,797	0,787	0,831	0,797	0,740
VGG-16	0,950	0,781	0,776	0,784	0,781	0,718
VGG-19	0,973	0,797	0,787	0,831	0,797	0,740

¹área sob curva ROC; ²acurácia da classificação; ³média harmônica de precisão e recuperação; ⁴precisão; ⁵proporção de verdadeiros positivos; ⁶coeficiente de correlação de Matthews.

A acurácia média para o treinamento e validação do modelo foi 89%, ou seja, a cada 10 imagens analisadas o acerto é de aproximadamente 9 imagens. O Inception-v3 é um modelo convolucional com 48 camadas de profundidade, que demonstra eficiência na bovinocultura para classificação de imagens e tomada de decisão sobre as práticas de bem-estar animal (QIÃO et al., 2021). O método RNA demonstrou eficiência também para previsão da massa corporal em pintinhos (FERRAZ et al., 2014), consumo de água, conversão alimentar e temperatura cloacal (ABREU et al., 2020). O teste aplicado resultou num aproveitamento de 70,4% das imagens classificadas corretamente dentro das categorias (FIGURA 1).



FIGURA 1. Resultado do teste de classificação dos pesos pelo modelo Inception V3.

Das oito imagens classificadas incorretamente, duas pertencem a categorias específicas (C3: 510 kg e C5: 685 kg), enquanto as outras seis estão associadas a pesos que não correspondem a nenhuma das categorias (420 kg, 770 kg e 820 kg). De acordo com Abreu et al. (2020), à medida que o número de neurônios na camada oculta aumenta, o desempenho melhora e alcança níveis satisfatórios; no entanto, se houver um excesso de neurônios nessa camada, o desempenho pode ser comprometido. Nessa classificação escolha de 50 neurônios foi estabelecida para evitar a sobrecarga causada por uma definição excessiva de parâmetros. Ao incorporar tecnologias de inteligência artificial, como o método de RNA utilizando o modelo Inception-v3, os produtores podem elevar a eficiência operacional, promover práticas de bem-estar animal aprimoradas e aumentar a rentabilidade através de decisões fundamentadas em dados e abordagens personalizadas para o cuidado do gado, como a classificação da massa corporal por meio de imagens RGB.

CONCLUSÕES: As RNA, especialmente o modelo Inception-v3, demonstram eficiência

para a classificação da massa corporal em bovinos leiteiros por meio de imagens RGB. Os resultados revelaram uma acurácia média de 89% para o treinamento e validação do modelo, com 70,4% das imagens corretamente classificadas. A utilização cuidadosa dos parâmetros da RNA é crucial para garantir um desempenho satisfatório. O uso de tecnologias avançadas como as RNA torna a pecuária leiteira eficiente, possibilitando tomadas de decisões baseadas em dados e estratégias personalizadas para o cuidado dos animais.

AGRADECIMENTOS: À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG – APQ-01082-21, BPD-00034-22) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - 404420/2021-4).

REFERÊNCIAS:

ABREU, L. H. P., YANAGI JUNIOR, T., BAHUTI, M., HERNÁNDEZ-JULIO, Y. F., & FERRAZ, P. F. P. Artificial neural networks for prediction of physiological and productive variables of broilers. *Scientific Papers, Agricultural Building and Environment*, 40(1), 1-9, 2020. doi: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n1p1-9/2020

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO; GLOBAL DAIRY PLATFORM - GDP. *Climate change and the global dairy cattle sector – The role of the dairy sector in a low-carbon future. Global Agenda for Sustainable Livestock: Rome, Rome, 2019; ISBN 978-92-5-131232-2.*

FERRAZ, P. F. P., YANAGI JUNIOR, T., HERNÁNDEZ JULIO, Y. F., CASTRO, J. DE O., GATES, R. S., REIS, G. M., & CAMPOS, A. T. Predicting chick body mass by artificial intelligence-based models. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(7), 559-568, 2014. doi:10.1590/S0100-204X2014000700009

LI, G.; ERICKSON, G.E.; XIONG, Y. Individual Beef Cattle Identification Using Muzzle Images and Deep Learning Techniques. *Animals*, 12, 1453, 2022. doi:10.3390/ani12111453

LI, S.; FU L.; SUN, Y.; MU, Y.; CHEN, L.; LI, J.; GONG, H. Individual dairy cow identification based on lightweight convolutional neural network. *Plos One* 16(11): e0260510, 2021. doi: 10.1371/journal.pone.0260510

QIAO, Y., CLARK, C., LOMAX, S., KONG, H., SU, D., & SUKKARIEH, S. Automated Individual Cattle Identification Using Video Data: A Unified Deep Learning Architecture Approach. *Frontiers in Animal Science*, 2, 759147, 2021. doi:org/10.3389/fanim.2021.759147

RADWAN, H. QALIOUBY, H., ELFADL, E.A. Classification and prediction of milk yield level for Holstein Friesian cattle using parametric and non-parametric statistical classification models. *J Adv Vet Anim Res*. 7(3), 429-435, 2020. doi:10.5455/javar.2020.g438

SMITH, G. L., FRIGGENS, N. C., ASHWORTH, C. J., & CHAGUNDA, M. G. G. Association between body energy content in the dry period and post-calving production disease status in dairy cattle. *Animal*, 11(9), 1590–1598, 2017. doi: 10.1017/S1751731117000040

SONG, X.; BOKKERS, E. A. M.; VAN DER TOL, P. P. J.; KOERKAMP, P. W. G. G.,; VAN MOURIK, S. Automated body weight prediction of dairy cows using 3- dimensional vision. *J. Dairy Sci.* 101, 4448–4459, 2018. doi:10.3168/jds.2017-13094