

PREDIÇÃO DE MASSA CORPORAL DE BOVINOS EM LACTAÇÃO UTILIZANDO REGRESSÃO LINEAR SIMPLES DE MEDIDAS MORFOLÓGICAS

FRANCK MORAIS DE OLIVEIRA¹, PATRÍCIA FERREIRA PONCIANO FERRAZ²,
GABRIEL ARAÚJO E SILVA FERRAZ³, JACQUELINE CARDOSO FERREIRA⁴,
ANA LUIZA GUIMARÃES ANDRÉ⁵, JOÃO VICTOR AGUIAR⁶

¹ Eng° de Controle e Automação, Doutorando em Eng. Agrícola, UFLA, Lavras/MG, franck.oliveira1@estudante.ufla.br

² Zootecnista, Profa. Depto. de Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras/MG, patricia.ponciano@ufla.br

³ Eng° Agrícola, Prof. Depto. de Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras/MG, gabriel.ferraz@ufla.br

⁴ Eng^a Agrícola, Dra. em Eng. Agrícola, UFLA, Lavras/MG, jacardosof@gmail.com

⁵ Graduanda em Zootecnia, Dpto. De Zootecnia, UFLA, Lavras/MG, ana.andre@estudante.ufla.br

⁶ Graduando em Zootecnia, Dpto. de Zootecnia, UFLA, Lavras/MG, joao.aguiar@estudante.ufla.br

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

RESUMO: No contexto da pecuária leiteira surgem novas abordagens que utilizam o aprendizado de máquina para favorecer uma estimativa de massa corporal (MC) dos animais. Desta forma, este estudo propõe uma alternativa para estimar a MC de bovinos leiteiros utilizando medidas corporais como preditoras por meio da regressão linear, como uma alternativa precisa e menos invasiva. As medidas morfológicas obtidas de 103 vacas leiteiras da raça Holandesa foram divididas em dados de treinamento (80%) e teste (20%). A coleta de dados experimentais foi realizada no mês de janeiro de 2024 em uma fazenda da cidade de Ijaci-MG. As medidas morfológicas foram realizadas imediatamente após a primeira ordenha do dia às 05:00 a.m. durante a pesagem em uma balança eletrônica. Modelos de regressão linear simples foram desenvolvidos para correlacionar MC com o perímetro torácico, perímetro corporal e largura da garupa. Os resultados revelaram coeficientes de determinação (R^2) de 0,7993, 0,8060 e 0,7812 respectivamente, indicando uma boa capacidade dos modelos em explicar a variabilidade da MC com base nessas medidas e oferecer uma alternativa viável e não invasiva para estimar MC dos bovinos e melhorar a produtividade do setor.

PALAVRAS-CHAVE: bovinos de leite, aprendizado de máquina, pecuária de precisão

PREDICTION OF BODY MASS OF LACTATING CATTLES USING SIMPLE LINEAR REGRESSION OF MORPHOLOGICAL MEASUREMENTS

ABSTRACT: In the context of dairy farming, new approaches are emerging that use machine learning to estimate the animals body mass (MC). Therefore, this study proposes an alternative to estimate the MC of dairy cattle using body measurements as predictors through linear regression, as an accurate and less invasive alternative. The morphological measurements obtained from 103 Holstein dairy cows were divided into training (80%) and test (20%) data. Experimental data collection was carried out in January 2024 on a farm in the city of Ijaci-MG. Morphological measurements were taken immediately after the first milking of the day at 05:00 a.m. during weighing on an electronic scale. Simple linear regression models were developed to correlate MC with chest circumference, body circumference and rump width. The results revealed coefficients of determination (R^2) of 0.7993, 0.8060 and 0.7812 respectively, indicating a good ability of the models to explain MC variability based on these measurements and offering a viable and non-invasive alternative to estimate MC of cattle and improve productivity in the sector.

KEYWORDS: dairy cattle, machine learning, precision livestock

INTRODUÇÃO: Em sistemas de produção pecuária, estimar a Massa Corporal (MC) dos bovinos é uma tarefa crucial para a gestão eficiente do rebanho, fornecendo uma medida informativa para alimentação, cuidados de saúde, criação e seleção do gado (RUCHAY, 2021). Tradicionalmente, essa estimativa envolve o transporte dos animais até uma balança, um procedimento que consome tempo e pode causar estresse aos animais. Além de que, os pequenos produtores podem não ter recursos para escalas comerciais ou balanças eletrônicas, pois podem ser caras em alguns casos (WEBER, 2020). Com os avanços tecnológicos, surgem alternativas promissoras que visam contornar esse processo dispendioso e invasivo. Uma dessas alternativas emerge com o uso de algoritmos de aprendizado de máquina. Esses algoritmos, como a regressão linear, oferecem uma abordagem inovadora para estimar a MC dos bovinos com base em medidas corporais, em vista que o desenvolvimento da MC do gado está altamente correlacionado com algumas medidas corporais (ROCHA-SILVA, 2024), como perímetro torácico, perímetro corporal e largura da garupa (CERQUEIRA et. al. 2013; XIONG et. al. 2023). A largura da garupa ou perímetro torácico por exemplo, são medidas que podem estar associadas a MC dos bovinos e podem servir como um indicador significativo para a estimativa da MC. A hipótese propõe que existe uma relação linear entre alguma medida corporal e a MC dos bovinos, e que esta relação é forte o suficiente para permitir uma estimativa precisa de sua massa com base unicamente nesta medida. Em vista disto, o objetivo deste trabalho é estimar a massa corporal (MC) de bovinos leiteiros utilizando medidas corporais (perímetro torácico, perímetro corporal e largura da garupa) por meio da regressão linear simples.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi realizada em uma propriedade de bovinos leiteiros localizada em Ijaci, Minas Gerais. Foram coletados dados de 103 vacas lactantes, mantidas em um sistema free-stall, durante o mês de janeiro de 2024. As coletas ocorreram imediatamente após a sessão de ordenha das 5:00h da manhã, finalizando as medições por volta das 8:30h. Foram utilizadas 2 fitas métricas, sendo uma fixada em um instrumento hipômetro construído de canos pvc para aumentar a precisão das medições lineares no dorso de cada animal e na parte lateral das vacas foi utilizada a outra fita para medições de perímetros. A balança eletrônica utilizada foi uma digital TRU-TEST EziWeigh 5. Neste estudo, foram coletadas medidas de oito variáveis (Figura 1) dos bovinos de leite registrados e a massa. A MC do animal foi obtido em quilogramas e todas as outras medidas morfológicas foram coletadas em centímetros. Para coleta das medidas foram adotadas metodologias utilizadas em (ADINATA et. al. 2017; MARTINS et. al., 2020; TYASI, 2023; WARMAN et. al., 2023), onde suas medidas incluíram dimensões físicas do dorso, como largura do tórax, largura do abdome, comprimento dorsal e uma medida de largura na garupa (LG) realizada segundo a medição feita por (CERQUEIRA et. al. 2013), chamada de largura biilíaca ou largura entre ísquios; dimensões laterais, como altura e profundidade corporal. Além dessas medidas foram coletadas o perímetro torácico (PT), que é uma medida feita por toda a circunferência do animal localizada atrás das patadas dianteiras, e perímetro corporal (PC), medida pela maior circunferência no peitoral do animal, além da pesagem da vaca. Portanto, o conjunto de dados foi composto por 103 amostras e 9 variáveis morfológicas. O *software* RStudio foi utilizado para realizar as análises de correlação e criação das equações de regressão linear.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As vacas apresentaram uma média de MC de 609 kg, com uma variação mínima de 450 kg e máxima de 820 kg. Na Figura 1 é apresentado um gráfico de correlação que visualiza as relações entre as variáveis medidas em relação a massa dos bovinos.

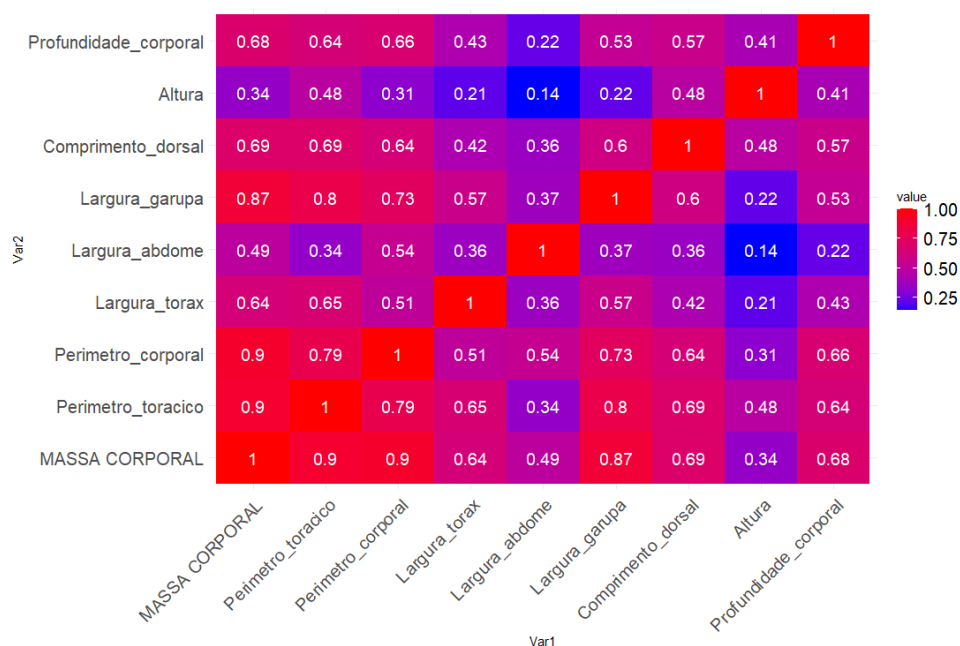


FIGURA 1. Gráfico de correlação entre as variáveis medidas e a massa corporal.

Observando a tabela de correlação apresentada na Figura 1 é possível notar que 3 variáveis apresentaram uma correlação muito forte com a MC: perímetro torácico (0,90), perímetro corporal (0,90) e a medida de largura na garupa (0,87). Portanto, as equações de regressão linear para estimar a MC das vacas foram desenvolvidos em relação a estas 3 variáveis e podem ser visualizadas na Tabela 1, juntamente ao seu coeficiente de determinação (R^2) e seus erros padrões.

Variável	Regressão Linear	R^2 de Treino	Erro Padrão de treino	R^2 de Teste	RMSE
Perímetro Torácico	$-994,58 + 7,71 \times PT$	0,7993	0,4234	0,8193	41,95
Perímetro Corporal	$-708,32 + 5,38 \times PC$	0,8060	0,2891	0,8666	38,02
Largura da Garupa	$-631,519 + 23,18 \times LG$	0,7812	1,344	0,6598	58,18

TABELA 1. Equações de Regressão Linear

Os três modelos de regressão linear foram ajustados para prever a MC dos bovinos com base em diferentes preditores. Todos os coeficientes estimados para os preditores são estatisticamente significativos ($P < 0,001$), indicando uma forte relação entre essas variáveis e a MC dos animais. O coeficiente de determinação ajustado na criação dos modelos de regressão com os dados de treino (R^2 ajustado) foi de aproximadamente 0,7993 para o modelo com perímetro torácico, 0,8060 para o modelo com perímetro corporal e 0,7812 para o modelo com largura da garupa. Isso demonstra que os modelos conseguem explicar entre 78,12% e 80,60% da variabilidade da MC dos bovinos com base nos preditores selecionados. Por outro lado, utilizando os dados de teste para verificar a generalização do modelo, foram obtidos coeficientes de determinação de 0,8193 para o primeiro modelo de perímetro torácico, 0,8666 para o modelo de perímetro corporal e 0,6598 para o modelo de largura na garupa. Esses valores sugerem que os modelos são capazes de explicar uma proporção significativa da variabilidade nos dados de teste, o que indica uma boa capacidade de generalização dos

modelos para novos dados. Alguns autores têm apresentado algumas alternativas de modelos para estimar a MC de bovinos. Pereira et. al. (2021) apresentou um modelo envolvendo o perímetro torácico em uma regressão linear simples construída com uma amostragem de 38 vacas holandesas com um $R^2 = 0,89$. $P < 0,01$. Alternativamente, o presente trabalho apresentou uma amostragem mais robusta para o modelo de perímetro torácico em comparação, com 103 vacas, proporcionando uma estimativa mais precisa do parâmetro do modelo, além disso, este modelo demonstrou uma significância estatística mais forte, com um valor de $P < 0,001$, indicando relações mais improváveis de ocorrer ao acaso. Embora o R^2 do autor citado seja superior ao apresentado no presente trabalho, estes modelos ainda apresentam um desempenho satisfatório na explicação da variabilidade da MC dos bovinos.

CONCLUSÕES: Em conclusão, as três regressões simples desenvolvidas neste trabalho emergem como alternativas eficazes e confiáveis para estimar a MC de bovinos leiteiros. Os modelos, construídos com base em variáveis como perímetro torácico, perímetro corporal e largura da garupa, demonstraram uma capacidade sólida de predizer a MC dos animais com precisão e R^2 encontrados que variam entre 78,12% e 80,60% da variabilidade da MC dos bovinos. Essas abordagens de modelagem oferecem uma alternativa viável e menos invasiva para monitorar e gerenciar a massa dos bovinos, contribuindo assim para práticas mais eficientes e sustentáveis na pecuária leiteira.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Fapemig (Projeto APQ-01082-21 e BPD-00034-22), a CNPq (Projeto 404420/2021-4), a CAPES e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFLA.

REFERÊNCIAS:

- ADINATA, Y. et al. Phenotypic Characterization of Jawa Brebes (Jabres) Cattle. In: **International Seminar on Livestock Production and Veterinary Technology**. 2017. p. 24-29.
- CERQUEIRA, J. O. L. et al. Relationship between zoometric measurements in Holstein-Friesian cow and cubicle size in dairy farms. **International Journal of Morphology**, v. 31, n. 1, p. 55-63, 2013.
- MARTINS, B. M. et al. Estimating body weight, body condition score, and type traits in dairy cows using three dimensional cameras and manual body measurements. **Livestock science**, v. 236, p. 104054, 2020.
- PEREIRA, M. N. et al. Methionine precursor effects on lactation performance of dairy cows fed raw or heated soybeans. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 3, p. 2996-3007, 2021.
- ROCHA-SILVA, Mérik et al. Prediction of body weight of Curraleiro Pé-Duro cattle based on morphometric measurements. **Tropical Animal Health and Production**, v. 56, n. 1, p. 42, 2024.
- RUCHAY, Alexey et al. Live weight prediction of cattle using deep image regression. In: **2021 IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor)**. IEEE, 2021. p. 32-36.
- WARMAN, Adi Tiya et al. Morphometric characterization and zoometric indices of female Bali cattle reared in Lombok Tengah District, West Nusa Tenggara, Indonesia. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity**, v. 24, n. 2, 2023.
- WEBER, V. A. D. M., Weber, F. D. L., Gomes, R. D. C., Oliveira Junior, A. D. S., Menezes, G. V., Abreu, U. G. P. D., ... & Pistori, H. (2020). Prediction of Girolando cattle weight by means of body measurements extracted from images. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49.
- XIONG, Yijie et al. Estimating body weight and body condition score of mature beef cows using depth images. **Translational Animal Science**, v. 7, n. 1, p. txad085, 2023.
- TYASI, Thobela Louis; BAYU PUTRA, Widya Pintaka. Principal Component Analysis (PCA) in the body measurements of Nguni cows. 2023.