

**CLASSIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E TIPIFICAÇÃO DE CARCAÇAS COM USO DE CÂMERA INFRAVERMELHO**

**Gutierrez J. de F. Assis<sup>1</sup>, André L. C. Mendes<sup>2</sup>, Débora E. de F. Assis<sup>3</sup>, Francisco de A. C. Pinto<sup>4</sup>, Mário L. Chizzotti<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Estudantes do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFV, Viçosa - MG, Brasil, Bolsista da Capes. E-mail: gutierrez.assis@ufv.br.

<sup>2</sup> Estudantes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFV, Viçosa - MG, Brasil.

<sup>3</sup> Estudantes do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFV, Viçosa - MG, Brasil, Bolsista da Fapemig.

<sup>4</sup> Professor Associado do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, Viçosa - MG, Brasil

<sup>5</sup> Professor Adjunto III do Departamento de Zootecnia da UFV, Viçosa - MG, Brasil.

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Os processos de tipificação e classificação da carcaça bovina no Brasil são realizados de maneira subjetiva, diante disso, o objetivo neste trabalho foi prever a proporção de músculo e gordura em carcaças de bovinos através da análise de imagens obtidas por câmera de infravermelho e RGB. Foram utilizados 35 bovinos da raça Nelore, machos, com idade média de  $14 \pm 0,3$  meses e peso médio 480 kg de peso. Os animais foram abatidos e a carcaça de cada animal foi dividida longitudinalmente e resfriadas em câmara fria a 4°C por 24 horas. Posteriormente com o auxílio do sensor Kinect® sincronizado com o software MATLAB foram obtidas as imagens. Utilizou-se a regressão LASSO para selecionar as variáveis mais relevantes para prever peso e composição da carcaça e após, o procedimento REG foi utilizado para identificar as variáveis significativas identificadas a partir do GLMSELECT. Foram desenvolvidas equações para prever gordura e músculo na carcaça com boa precisão ( $R^2 = 0,98$  e  $0,96$ , respectivamente), a partir das variáveis peso, volume e áreas específicas da carcaça avaliadas nas imagens. O uso de imagens na tipificação e classificação de carcaças mostra-se como uma alternativa promissora, porém mais estudos são necessários para aumentar a precisão dessa técnica.

**PALAVRAS-CHAVE:** acabamento, biometria, musculosidade

**USE OF INFRARED CAMERA IN THE GRADING AND CLASSIFICATION OF CATTLE CARCASSES**

**ABSTRACT:** The grading and classification of bovine carcasses in Brazil are carried out subjectively, and the objective in this work was to predict the proportion of muscle and fat in bovine carcasses through the analysis of images obtained by infrared and RGB camera. Thirty-five Nelore bulls were used, with a initial age of  $14 \pm 0.3$  months and a average weight of 480 kg. The animals were slaughtered and the carcass was divided lengthwise and cooled at 4 ° C for 24 hours. Later, a Kinect® sensor synchronized with MATLAB software was used to capture carcasses' images. The LASSO regression was used to select the most relevant variables to predict carcass weight and composition and afterwards, the REG procedure was used to identify the significant variables identified from the GLMSELECT. Equations to predict muscle and fat content of carcasses were developed, presenting good precision ( $R^2 = 0,98$  e  $0,96$ , respectively), based on carcass weight, volume and sum of specific areas of the carcasses evaluated in the images. The use of images to grading and classification of carcasses has shown promising technique, but further studies are needed to increase the accuracy of this technique.

**KEYWORDS:** biometrics, finishing, musculosity

**INTRODUÇÃO:** A classificação, avaliação e tipificação de carcaças permite aos frigoríficos inferirem sobre os atributos quantitativos e qualitativos da carcaça e consequentemente direcionar a

carne proveniente desta para diferentes mercados consumidores. No entanto, os processos de classificação, avaliação e tipificação no Brasil são, geralmente, realizados de maneira subjetiva, o que implica em diferentes padrões de qualidade. Nesse sentido, torna-se necessário ferramentas que permitam ao frigorífico avaliar de maneira objetiva as carcaças e assim estimar o rendimento em carne. Diante disso, o objetivo neste trabalho foi prever a proporção de músculo e gordura em carcaças de bovinos através da análise de imagens obtidas por câmera de infravermelho e RGB.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Todos os procedimentos com animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa, protocolo número 066/2016.

O experimento foi conduzido nas dependências do Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados 35 bovinos da raça Nelore, machos, com idade média de  $14 \pm 0,3$  meses e peso vivo médio 480 kg de peso. Os animais foram submetidos a jejum de sólidos durante 16 horas e posteriormente foram abatidos por meio de concussão cerebral e secção da jugular para sangramento total. Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida longitudinalmente em duas metades que foram resfriadas em câmara fria a 4°C por 24 horas. Posteriormente nas carcaças resfriadas foi mensurado a área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea na altura da 12ª costela da carcaça. A meia-carcaça esquerda foi utilizada para obtenção das imagens. As carcaças foram penduradas pelo método Tenderstretch e coletou-se imagens do dorso e da lateral da carcaça. Em seguida, retirou-se desta a seção HH (seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas) para estimativa indireta da composição química e física da carcaça.

Para obtenção das imagens foi utilizado o sensor Kinect® modelo 1473 da Microsoft sincronizado com o software MATrixLABoratory (MatLab,2015). Deste modo, os tratamentos das imagens assim como todas as mensurações foram realizadas de forma automatizada com auxílio de ferramentas operacionais do software MatLab. O sensor foi posicionado a uma altura de 1,50 metros em relação ao solo e a uma distância de 3,80 metros da carcaça. Nas imagens coletadas foram avaliadas as seguintes variáveis biométricas: Área total, volume total, comprimento total, altura maior total e altura média total no dorso das carcaças. Para vista lateral: Área total, volume total, comprimento total, altura maior total e altura média total. Entre as variáveis químicas foram obtidas as quantidades em quilos de proteína bruta na carcaça (PB Kg) e extrato etéreo na carcaça (EE Kg). Entre as físicas foram obtidas as quantidades em quilos de músculo e gordura na carcaça.

As amostras de músculo, gordura e do tecido ósseo obtidas da seção HH, foram liofilizadas por 72 horas para quantificação da matéria seca parcial gordurosa (MSG). Posteriormente, estas amostras foram desengorduradas parcialmente através de lavagens sucessivas com éter de petróleo, segundo método número 920.39 (AOAC, 1990). Após o desengorduramento parcial, as amostras foram moídas em moinho de bola para quantificação dos teores de matéria seca (MS; AOAC, 1990; método número 930.15), matéria mineral (MM; AOAC, 1990; método número 924.05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; método número 984.13) e extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; método número 920.39). A gordura removida no desengorduramento parcial foi adicionada ao teor de EE para quantificação do teor total de gordura na carcaça.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando softwares SAS 9.0 (Statistical Analysis System Institute, Inc.). Utilizou-se a regressão LASSO (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) para selecionar as variáveis mais relevantes para prever a composição física e química das carcaças. Este método foi implementado com o procedimento GLMSELECT do software SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, NC) assumindo inicialmente todas as variáveis biométricas obtidas nas imagens, AOL, EGS e peso. Posteriormente, o procedimento REG foi utilizado para identificar as variáveis significativas identificadas a partir do GLMSELECT.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A estatística descritiva das características avaliadas nas carcaças e nas imagens são apresentadas na tabela 1.

A área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea (EGS) são os parâmetros tradicionalmente utilizados para prever o rendimento cárneo após a desossa (LUCHIARI FILHO et al., 2000; SILVA et al., 2006). Para que estes parâmetros sejam obtidos é necessário que se seccione a

carcaça entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas danificando músculos de alto valor comercial, o que prejudica a adoção deste sistema por parte de alguns frigoríficos, além de ser um método manual e laborioso.

Tabela 1: Estatística descritiva das características avaliadas

Variáveis	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Peso (Kg)	33	135,46	14,10	110,90	170,70
AOL (cm <sup>2</sup> )	33	74,41	8,17	58,89	93,48
EGS (mm)	33	4,87	1,70	2,48	10,30
Musculo (Kg)	33	86,93	9,21	70,79	110,66
Gordura (Kg)	33	24,70	4,60	17,79	37,16
PB (kg)	33	53,64	5,23	43,76	67,31
EE (kg)	33	56,41	10,00	38,93	84,60
Comp. Total (pixels)	33	170,85	5,66	160,45	183,66
Comp. Perfil (pixels)	33	200,95	6,00	190,22	215,45
Área total (pixels)	33	11566	826,65	9614	13063
Altura media total (mm)	33	286,72	131,32	193,71	804,00
Área perfil total (pixels)	33	5086	840,12	3740	6953
Volume perfil total (pixels)	33	27497451	12870125	9394508	71564318
Altura maior perfil total (pixels)	30	764,63	113,80	483,00	909,00

Na tabela 2 são apresentados os diferentes modelos para prever os componentes de carcaças e seus respectivos coeficientes de determinação quando se considera as variáveis tradicionais. Ao contrário do esperado, a AOL não foi significativa em nenhum modelo de predição (Tabela 2). As variáveis peso de carcaça e EGS foram importantes ( $P < 0,20$ ) para a predição da quantidade de músculo, pois ao atingir o ponto de abate, provavelmente o animal já cessou o crescimento muscular e conseqüentemente a AOL também cessa o seu crescimento, assim a EGS passa a ter maior importância na determinação da quantidade de tecido muscular (SUGUISAWA, et al., 2006).

Tabela 2: Coeficientes e significância de parâmetros da equação para predição de componentes físicos e químicos de carcaças bovinas considerando parâmetros tradicionais de avaliação de carcaças.

Equação	Intercepto	Peso carcaça (kg)	EGS (mm)	R2
Músculo (kg)	-	0,66092 ( $<0,0001$ )	-0,53616 (0,0080)	0,999
Gordura (kg)	-	0,15235 ( $<0,0001$ )	0,84648 (0,0194)	0,984
EE (kg)	-	0,35812 ( $<0,0001$ )	1,64322 (0,0345)	0,985
PB (kg)	9,84852 (0,0349)	0,32329 ( $<0,0001$ )		0,758

Os resultados de nosso estudo, exemplifica que os parâmetros tradicionais tem um desempenho limitado para prever corretamente a PB (Kg) das carcaças, embora seja relativamente alto o coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,75$ ). Os parâmetros tradicionais apresentam boa correlação ( $R^2 = 0,99$ ) com a proporção de músculos das carcaças, sendo este superior aos reportados por Suguisawa et al. (2006) ao trabalhar com Ultrassonografia para predição da composição da carcaça de bovinos jovens, que encontraram coeficientes de determinação de 86% a partir das mensurações nas carcaças. Na Tabela 2 são apresentados também os componentes das equações de regressão para predição das quantidades de gordura, onde as variáveis significativas foram o peso de carcaça e a EGS. Para predição da quantidade de gordura, a equação obteve um alto coeficientes de determinação ( $R^2 = 0,98$ ), sendo este superior aos reportados por Greiner et al. (2003) que encontraram coeficiente de determinação para as estimativas de gordura de 0,89. Estudos anteriores também mostraram uma boa correlação geral entre os parâmetros tradicionais (AOL e EGS) e as características de carcaças (TAROUCO et al. 2005; ANDRIGHETTO et al., 2009), porém a acurácias das predições obtidas a

partir destas variáveis é limitada pois estas são estimativas pontuais e sujeitas a erros de mensurações, além de ser impraticável a automação dessa avaliação em sistemas comerciais. Na tabela 3 são apresentadas as variáveis de biometria significativas para predição da composição da carcaça. A relação entre medidas biométricas avaliadas em imagens na carcaça para predizer as características de acabamento e musculosidade foram superiores em precisão em relação às tradicionais (AOL e EGS) e podem ser avaliados comercialmente sem a necessidade de realizar cortes nas carcaças, permitindo a automação do processo de tipificação.

Tabela 3: Equações para predição de componentes físicos e químicos de carcaças bovinas considerando interação entre área e volume

Equação	Intercepto	Peso carcaça (kg)	Comp. Perfil (cm)	Área total (cm <sup>2</sup> )	Vol. Perfil Total (cm <sup>3</sup> )	Alt. Maior Perfil Total (mm)	R <sup>2</sup>
Musculo (kg)	18,731 (0,0971)	0,6103 (<0,0001)	-0,1408 (0,0274)	0,00119 (0,0403)	-	-	0,963
Gordura (kg)	-	0,2814 (<0,0001)	0,0593 (0,2058)	-0,0021 (0,0373)	-	-	0,984
EE (kg)	-	0,596 (<0,0001)	0,1186 (0,2421)	-0,0041 (0,0650)	-	-	0,985
PB (kg)	-21,0429 (0,0495)	0,2391 (<0,0001)	-	0,00396 (0,0009)	-5,12E-7 (0,0079)	0,01624 (0,0503)	0,883

A inclusão simultânea dos parâmetros de área e volume da carcaça mostrou ter um desempenho melhor em prever a PB (kg) do que a AOL pois está relacionada ao total de músculo na carcaça, ao invés de uma área pontual como no caso da AOL.

**CONCLUSÕES:** O uso de imagens representa uma alternativa promissora na tipificação e na classificação de carcaças bovinas, porém mais estudos são necessários para aumentar a precisão dessa técnica

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem à UFV, Capes, FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- ANDRIGHETTO, C., JORGE, A. M., CERVIERI, R. D. C., CUCKI, T. O., RODRIGUES, É., ARRIGONI, M. D. B. (2009). Relação entre medidas ultrassônicas e da carcaça de bubalinos Murrah abatidos em diferentes períodos de confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(9), 1762-1768.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYSIS CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 15th ed. Arlington, 1990. 1094 p.
- GREINER, S.P.; ROUSE, G.H.; WILSON, D.E. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.81, p.676-682, 2003.
- SILVA, S.L., LEME, P.R., PUTRINO, S.M., LANNA, D.P.D. Alterações nas características de carcaça de tourinhos Nelore, avaliados por ultrassom. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 2, p.607-612, 2006.
- SUGUISAWA, L., MATTOS, W. R. S., SOUZA, A. A. D., SILVEIRA, A. C., OLIVEIRA, H. N. D., ARRIGONI, M. D. B., BURINI, D. C. M. (2006). Prediction of carcass composition of steers using ultrasound measurements. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(1), 177-185.
- TAROUCO, J. U., LOBATO, J. F. P., TAROUCO, A. K., & MASSIA, G. D. S. (2005). Relationship between ultrasound measurements and fat thickness or rib eye area in carcass of beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6), 2074-2084