UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JOSÉ LUIZ FONSECA SOUZA

Estimativa do Rendimento da Porção Comestível em Bovinos Nelore Utilizando Medidas Obtidas por Análise de Imagem na Região da Quinta Costela

PIRASSUNUNGA – SP
2012

JOSÉ LUIZ FONSECA SOUZA

Estimativa do Rendimento da Porção Comestível em Bovinos Nelore Utilizando Medidas Obtidas por Análise de Imagem na Região da Quinta Costela

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva

PIRASSUNUNGA – SP

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

S729e

Souza, José Luiz Fonseca
Estimativa do rendimento da porção comestível em bovinos Nelore utilizando medidas obtidas por análise de imagem na região da quinta costela / José Luiz Fonseca Souza. -- Pirassununga, 2012.
56 f.
Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo.
Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.
Orientador: Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva.

1. *Bos indicus* 2. Bovinos de corte 3. Condição sexual 4. Rendimento a desossa. I. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais José Divino e Nora Ney, pelo amor, incentivo e apoio.

A minha amada esposa, Mariana.

Aos meus irmãos.

Aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, o qual palavras não conseguem explicar o quão grato eu o sou e o quanto se faz presente em minha vida.

A minha esposa Mariana, pelo apoio manifestado em todas as horas, minha gratidão e amor.

Aos meus pais apoio e por sempre terem acreditado em mim.

A minha segunda família Henrique Fernandes Torres (em memória), Rosana, Rogério e Henrique.

A meu Orientador, Mestre e amigo Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva, por ter tido paciência de me ensinar e ter me acolhido como orientado, meus sinceros agradecimentos.

Aos meus irmãos de morada e companheiros de USP, Amoracyr, Tiagão, Rodrigo, Pedro, José Luiz (Colombiano), Clayton, Paulinho e Miguel, por tantas conversas fiadas, por tantas risadas, pelos “tererês” tomados, meus sinceros agradecimentos, nunca vou esquecer vocês.

Ao meu Professor, amigo e exemplo, Prof. Dr. Domingos pela confiança e por ter me aberto muitas portas.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Leme, pela amizade e por ter me ajudado em vários momentos.

Aos funcionários e amigos, Ricardinho, João, Zanca, Mané, Dito, Mário, Ricardo, Charlaqui, Dori, Ismael, Paulinho, Elso e Gilmar pela ajuda e amizade.

A minhas amigas de Ceber, Madeline, Letícia, Thays, Portuguesa, Reíssa, Rosana, Aninha, Cacau e Letícia Zoppa.

Aos estagiários, Inseto, Daiane, Andrea, Tetinha, Arma, Virgilio, Fernando, João, Piu Piu. Muito obrigado pala ajuda e amizade.

Aos Professores e Doutores Arlindo e Roberta, pelo apoio e conversas incentivadoras.

A FAPESP pela bolsa de estudo e pelo apoio financeiro para realização do projeto.

Neste período,

busquei conhecimento,

Mas...

encontrei muitas dúvidas,

algumas esclarecí,

outras não obtive respostas,

mas como diz Aristóteles,

"A dúvida é o princípio da sabedoria"

Portanto, acho que encontrei um pouco do que buscava.

José Luiz Fonseca Souza

LISTA DE FIGURAS

Figura1 Pontos de medição da área do músculo Longissimus (AOL5), espessura de gordura subcutânea (EGS5) e espessura de gordura intermuscular (EGI5), na região da 5ª costela. 38

Figura 2- Ponto de medição da espessura de costela (EPCOST)..... 38

Figura 3. Peso da porção comestível observada e estimada em animais castrados. 53

Figura 4. Peso da porção comestível observada e estimada em animais não castrados. 54

Figura 5 Percentagem da porção comestível observada e estimada em animais castrados. 54

Figura 6. Percentagem da porção comestível observada e estimada em animais não castrados. 55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Médias, erros padrões e probabilidades (P) das características de carcaça avaliadas de acordo com a condição sexual dos animais. 27

Tabela 2 Médias, erros padrões e probabilidades (P) dos pesos dos principais quartos, porção comestível, ossos e retalhos na carcaça, de acordo com a condição sexual dos animais..... 28

Tabela 3 Médias, erros padrões e probabilidades (P) das percentagens dos principais quartos, porção comestível, ossos e retalhos na carcaça, de acordo com a condição sexual dos animais. 29

Tabela 4. Coeficientes de correlações simples entre pesos de porção comestível, pesos de carne do traseiro e pesos de retalhos com o peso da carcaça fria (PCF), área de olho e lombo (AOL12) e espessura de gordura subcutânea (EGS12) avaliadas na região da 12ª costela 40

Tabela 5. Coeficientes de correlações simples entre as percentagens de porção comestível, pesos de carne do traseiro e pesos de retalhos com o peso da carcaça fria (PCF), área de olho e lombo (AOL12) e espessura de gordura subcutânea (EGS12) avaliadas na região da 12ª costela, por análise de imagem, e gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI) em animais de diferentes condições sexuais. 44

Tabela 6. Coeficientes de correlações simples entre pesos de porção comestível, pesos de carne do traseiro e pesos de retalhos com área de olho e lombo (AOL5) e espessura de gordura subcutânea (EGS5), espessura de gordura na costela (EG5), espessura de gordura inintermuscular (EGI), espessura de costela (ESPCOST) e área de paleta (AP), avaliadas na região da 5ª costela por análise de imagem, em animais de diferentes condições sexuais. 46

Tabela 7. Coeficientes de correlações simples entre as percentagens de porção comestível, pesos de carne do traseiro e pesos de retalhos com área de olho e lombo (AOL5) e espessura de gordura subcutânea (EGS5), espessura de gordura na costela (EG5), espessura de gordura intermuscular (EGI), espessura de costela (ESPCOST) e área de paleta (AP), avaliadas na região da 5ª costela por análise de imagem, em animais de diferentes condições sexuais. 47

Tabela 8 Equações de regressão para predição do peso e percentagem da porção comestível, tendo como variáveis independentes as medidas retiradas da analise de vídeo imagem da secção da 12ª costela. 50

Tabela 9 Equações de regressão para predição do peso e percentagem da porção comestível, tendo como variáveis independentes as medidas retiradas da analise de vídeo imagem da secção da 5ª costela. 52

LISTA DE ABREVIATURAS

AOL- Área de olho de lombo

AOL5- Área de olho de lombo da região da 5ª costela

AOL12- Área de olho de lombo da região da 12ª costela

AVI – Analise de vídeo imagem

EGS- Espessura de gordura subcutânea

EGS5- Espessura de gordura subcutânea da região da 5ª costela

EGS12- Espessura de gordura subcutânea da região da 12ª costela

ESPCOST- Espessura da costela

GRPI- Gordura renal, pélvica e inguinal

PCF- Peso de carcaça fria

PCQ- Peso de carcaça quente

PD- Peso do dianteiro

PESAP- Peso das aparas

PESOSSO- Peso dos ossos

PESPC- Peso de porção comestível

PERPC- Percentagem da porção comestível

PERCARTRAS- Percentagem de carne do traseiro

PERPCTRAS- Percentagem da porção comestível do traseiro

PERRET- Percentagem de retalhos

PESRET- Peso dos retalhos

PPA- Peso da aparas

PT- Peso de traseiro

PVF- Peso vivo final

SUMÁRIO

CAPÍTULO I 13

CONSIDERAÇÕES GERAIS 13

Importância da avaliação do rendimento de porção comestível em bovinos *14*

Métodos de avaliação da composição corporal em bovinos 15

OBJETIVO GERAL 18

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 19

CAPÍTULO II 21

Características de carcaça e rendimento de cortes comerciais de bovinos Nelore castrados e não castrados 21

RESUMO: 21

ABSTRACT: 22

INTRODUÇÃO 23

MATERIAL E MÉTODOS 24

RESULTADOS E DISCUSSÃO 26

CONCLUSÕES 30

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 31

CAPITULO III 33

Estimativa do rendimento da porção comestível utilizando medidas obtidas por análise de imagem 33

RESUMO: 33

ABSTRACT: 34

INTRODUÇÃO 35

MATERIAL E MÉTODOS 36

RESULTADOS E DISCUSSÃO 40

Coeficientes de correlações simples entre peso e percentagem de cortes comerciais com características de carcaça avaliadas na região da 12ª costela 40

Coeficientes de correlações simples entre peso e percentagem de cortes comerciais com características de carcaça avaliadas na região da 5ª costela .. 45

Equações de predição para estimar o peso e a percentagem de porção comestível através de características de carcaça avaliadas por análise de imagem na região 12ª costela 48

Equações de predição para estimar o peso e a percentagem de porção comestível através de características de carcaça avaliadas por análise de imagem na região 5ª costela 51

Validação das equações de predição para estimar o peso e a percentagem de porção comestível utilizando características avaliadas por análise de imagem na região da 5ª costela, em animais castrados e não castrados. 53

CONCLUSÃO..... 55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 59

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com mais de 190.925 milhões de cabeças em 2011, ocupando também a posição de maior exportador mundial, com mais de 1,6 milhões de toneladas em equivalente carcaça exportadas naquele ano (USDA, 2011). Para garantir tal posição, tem havido um grande desenvolvimento de novas tecnologias, alianças comerciais, profissionalização do mercado e segmentação do consumo. No entanto, a carne brasileira ainda sofre algumas restrições à exportação, principalmente devido a problemas sanitários, ambientais e de rastreabilidade (Polaquini, Souza *et al.*, 2006).

Nos Estados Unidos e em grande parte da Europa, a qualidade da carne representa um importante fator na determinação do preço da carcaça. Estudos realizados nesses países indicaram que os consumidores estão dispostos a pagar mais pela carne de acordo com suas características sensoriais e organolépticas (Neves, Machado Filho *et al.*, 2000). Além disso, existe uma grande preocupação do consumidor quanto a sua saúde e qualidade de vida, principalmente em função da ocorrência de casos de alimentos contaminados, como metanol em vinhos, salmonela em ovos, chumbo em leite em pó, benzeno em água mineral e dioxina em frangos, o que tem tornado esse consumidor cada vez mais consciente da necessidade de alimentos de qualidade (Machado, 2000).

A qualidade da carcaça é um entrave para que o Brasil aumente suas exportações, principalmente para países mais exigentes em relação a esse requisito. A conformação, o peso, o rendimento, o marmoreio e a espessura de gordura subcutânea são características que determinam o valor de uma carcaça e tais padrões podem ser melhorados através do manejo, confinamento, dieta, genética e cruzamentos (Perotto, Moletta *et al.*, 1999). Para que seja possível evoluir nesse sentido, é necessária a avaliação das características de carcaça durante o processo produtivo.

Importância da avaliação do rendimento de porção comestível em bovinos

Reunir características semelhantes de uma carcaça utilizando conceitos previamente estabelecidos consiste em um método de avaliação deste produto. Os sistemas de avaliação de carcaça devem ser aplicáveis, precisos e de fácil reavaliação, para que assim possam se adaptar a mudanças nos sistemas produtivos e exigências do mercado consumidor. No Brasil, a tipificação de carcaça não é amplamente realizada, sendo que as características comumente avaliadas são o sexo, maturidade, conformação, acabamento e peso da carcaça (Arévalo, *et al.*, 1997).

Uma característica importante para frigoríficos é o rendimento dos cortes comerciais, uma vez que as proporções de gordura, músculo e ossos dos animais afetam diretamente o valor do produto final e demandam a mesma mão de obra e tempo de processamento em carcaças de diferentes tamanhos (Costa, *et al.*, 2002; Restle *et al.*, 2002; Silva, *et al.*, 2002; Valadares Filho *et al.*, 2002). Dentre os tecidos constituintes do corpo de um animal, o de maior interesse é a carne que representa a porção comestível e destinada ao varejo.

A avaliação do rendimento da porção comestível tem sido bastante estudada em *Bos taurus* (Crouse & Dikeman,1976; Busch et al, 1968; Wolcott et al, 2001) (Busch, *et al.*, 1968; Crouse e Dikeman, 1976; Wolcott, *et al.*, 2001), mas com poucos resultados em *Bos Indicus*.

Como a determinação direta do rendimento de cortes é uma tarefa difícil de ser implementada na prática, devido ao seu alto custo, tempo necessário para sua realização, além da interferência nas atividades na indústria, esse rendimento tem sido estimado indiretamente através de outras características correlacionadas. Segundo Luchiari Filho (1986) as características mais utilizadas para estimativa do rendimento de cortes são o peso de carcaça, espessura de gordura subcutânea, gordura renal, pélvica e inguinal e a área do músculo *Longissimus.*

De acordo com Luchiari Filho (1986) em países onde a classificação de carcaça não é praticada, a análise do rendimento de porção comestível com precisão pode estimular a produção de animais com características desejáveis para a indústria e para consumidor, melhorando o valor pago pela carcaça aos produtores.

Métodos de avaliação da composição corporal em bovinos

A determinação da composição corporal de bovinos é essencial para cadeia produtiva e para estudos de nutrição e melhoramento genético. Pela determinação da composição corporal é possível identificar alterações na composição do crescimento, animais melhoradores geneticamente e verificar a proporção dos vários tecidos do corpo. São vários os métodos utilizados para avaliação da composição corporal, os quais são aplicados em várias fases da cadeia produtiva.

Os métodos de avaliação da composição da carcaça podem ser baseados em medições *in vivo* ou na carcaça. Em animais vivos, a análise de vídeo imagem e ultrassonografia são métodos objetivos que podem proporcionar informações da espessura de gordura e da área de olho de lombo de forma não invasiva, no entanto, deve ser conduzida por pessoal treinado para mostrar confiabilidade em mensurar o rendimento de porção comestível (Perkins, *et al.*, 1992; Hamlin, *et al.*, 1995).

Sistemas de classificação de carcaça utilizados em muitos países fazem uso da avaliação visual, que pode usar como base a área de olho do lombo, conformação, gordura interna e de cobertura. No entanto, esta avaliação depende do treinamento e da experiência dos avaliadores, podendo gerar dúvidas por parte dos produtores. A análise visual fornece uma melhor estimativa da gordura subcutânea, entretanto, quando se refere à porção comestível, esta fornece pouca informação sobre a quantidade de músculo presente na carcaça (Hedrick, 1983; Luchiari Filho, 1986; Sainz e Araujo, 2001). Esse método tem sido o mais aplicado nos frigoríficos do Brasil e de outros países, porém essa avaliação possui pouca relação com a proporção dos tecidos do corpo do animal e com a capacidade de predizê-los (Hedrick, 1983; Luchiari Filho, 1986).

O peso vivo é utilizado como indicador da composição da carcaça, pois as porcentagens de gordura e músculo aumentam com o aumento do peso. No entanto, animais de pesos semelhantes podem apresentar composições de carcaça diferentes (Luchiari Filho, 1986). Segundo Robelin e Geay (1984), a densidade energética das dietas de bovinos pode direcionar o uso de energia para maior síntese de proteína ou de gordura, podendo alterar a composição da carcaça. Jones, *et al.*, (1985) verificaram que novilhos alimentados com rações à base de alimentos volumosos apresentaram menos gordura na carcaça que animais tratados com

dietas à base de concentrado. Além disso, a composição corporal também é afetada pela taxa de ganho de peso vazio e pela maturidade do animal.

A deposição de gordura ocorre devido a um persistente balanço energético positivo e seu acúmulo acontece primeiramente no trato gastrintestinal, seguido pela gordura intermuscular, subcutânea e intramuscular. Apesar da deposição de gordura ocorrer de forma gradual, esta possui um importante papel na composição do corpo (Ribeiro, Tedeschi *et al.*, 2008). Uma adequada proporção de gordura na carne é de alta importância comercial, exercendo influência no aspecto visual, proteção contra desidratação, qualidade da carne e porção comestível. Por outro lado, quando em excesso, causa uma redução na proporção de carne magra (Silva et al., 2002).

Os principais métodos de avaliação que possuem como base os tecidos adiposos do corpo, de acordo com Luchiari Filho (1986), são as medidas de gordura subcutânea na região da 12ª costela e o peso da gordura renal, pélvica e inguinal, sendo que estes características possuem boa correlação com a porção comestível das carcaças.

A área de olho do lombo avaliada na região da 12ª costela também está associada às características de carcaça e apresenta correlação positiva com a proporção de carne magra na mesma (Hedrick, 1983). Esta medida, quando obtida entre a 12ª e a 13ª costelas, apresenta maior capacidade de predizer a musculosidade da carcaça, do que quando obtida na região da 9ª, 10ª e 11ª costelas (Luchiari Filho 1986).

Segundo Hedrick (1983) e Luchiari Filho (1986), quando se analisa separadamente a área de olho do lombo e as proporções de gordura do animal, estas são capazes de fornecer informações sobre a porção de músculo, mas seu uso em conjunto, melhora a preditoção do rendimento de porção comestível na carcaça.

A avaliação da área de olho do lombo entre a 12ª e a 13ª costelas tem sido a medida mais utilizada em diversos países como EUA, Canadá, Austrália e da União Européia. Essa pode ser realizada através da análise de vídeo imagem, uma tecnologia que está se difundindo em diversos países da Europa e nos Estados Unidos. Nestes países já é utilizada com objetivos práticos, pois pode fornecer indicadores de rendimento de porção comestível e qualidade de carcaça sem prejudicar a cadeia produtiva, fornecendo dados de forma objetiva e rápida.

Arévalo et al.(1997) afirmam que um sistema de avaliação deve ser de fácil utilização, preciso e adequado em relação ao seu mercado consumidor. No entanto, no sistema brasileiro de divisão das carcaças, o corte é realizado na região entre a 5ª e a 6ª costelas, o que dificulta a realização de estudos relacionados a características de carcaça pós-abate na região entre a 12ª e 13ª costelas, pois causaria uma grande desvalorização do contrafilé, de um dos cortes de maior valor comercial da carcaça (De Felício, *et al.*, 2001; Oliván, *et al.*, 2001, Martínez, *et al.*, 2001).

Oliván et al. (2001), ao compararem a dissecação da 6ª ou da 10ª costela para a predição da composição corporal de bovinos de corte, observaram similaridades entre ambas as metodologias. Entretanto, quando a dissecação foi feita na 10ª costela, os autores verificaram uma tendência de superestimativa do teor de gordura na carcaça. Além disso, quando a dissecação é feita na 6ª costela, os autores sugerem que há uma menor redução no valor comercial da carcaça, o que indica que esta estimativa pode ser mais apropriada. Osawa, *et al.*, (2007) também verificaram que a região da 6ª e 7ª costelas avaliadas por vídeo imagem, com objetivo de avaliar parâmetros genéticos, mostrou-se como possível sistema de avaliação.

OBJETIVO GERAL

Os objetivos deste trabalho foram:

1. Avaliar as características de carcaça de bovinos Nelore castrados e não castrados, terminados em confinamento;
2. Estudar a relação entre características de carcaça avaliadas na região da 5ª e da 12ª costelas, bem como avaliar a possibilidade de utilização dessas medidas para estimativa do rendimento dos cortes comerciais em animais da raça Nelore.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARÉVALO, K. B. O. et al. Utilização da conformação, do comprimento da carcaça e da perna como estimadores do peso dos cortes do serrote em novilhos holandês. **Ciência Rural,** v. 27, n. 3, p. 473-478, 1997. ISSN 0103-8478.

BUSCH, D. et al. Predicting edible portion of beef carcasses from rib separation data. **Journal of Animal Science,** v. 27, n. 2, p. 351, 1968.

COSTA, E. C. et al. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoces abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 31, n. 1, p. 119-128, 2002.

CROUSE, J.; DIKEMAN, M. Determinates of retail product of carcass beef. **Journal of Animal Science,** v. 42, n. 3, p. 584-591, 1976. ISSN 0021-8812.

DE FELÍCIO, P. E. Rendimentos dos cortes cárneos brasileiros e norte-americanos segundo a maturidade da carcaça de novilhos zebu.

HAMLIN, K. et al. Real-time ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle area: II. Relationship between real-time ultrasound measures and carcass retail yield. **Journal of Animal Science,** v. 73, n. 6, p. 1725-1734, 1995. ISSN 0021-8812.

HEDRICK, H. Methods of estimating live animal and carcass composition. **Journal of Animal Science,** v. 57, n. 5, p. 1316, 1983.

JONES, S.; ROMPALA, R.; JEREMIAH, L. Growth and composition of the empty body in steers of different maturity types fed concentrate or forage diets. **Journal of Animal Science,** v. 60, n. 2, p. 427-433, 1985. ISSN 0021-8812.

LUCHIARI FILHO, A. **Characterization and prediction of carcass cutability traits of zebu and crossbreed types of cattle produced in southeast Brazil. Manhattan**. 1986. 89 Doctor, Kansas State University

MACHADO, R. **Rastreabilidade, tecnologia de informação e coordenação de sistemas agroindustriais. 2000. 239p**. 2000. Dissertação (Doutorado)–Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo

NEVES, M. F. et al. Redes agroalimentares & marketing da carne bovina em 2010. 2000. p.200-227.

OLIVÁN, M. et al. Estimation of the carcass composition of yearling bulls of Asturiana de los Valles breed from the dissection of a rib joint. **Meat science,** v. 57, n. 2, p. 185-190, 2001. ISSN 0309-1740.

OSAWA, T. et al. Genetic parameters for image analysis traits on M. longissimus thoracis and M. trapezius of carcass cross section in Japanese Black steers. **Journal of animal science**, p. jas. 2007-0359v1, 2007.

PERKINS, T.; GREEN, R.; HAMLIN, K. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science,** v. 70, n. 4, p. 1002-1010, 1992. ISSN 0021-8812.

PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L.; CUBAS, A. C. Características da carcaça de bovinos Canchim e Aberdeen Angus e de seus cruzamentos recíprocos terminados em confinamento. **Ciência Rural,** v. 29, n. 2, p. 331-338, 1999. ISSN 0103-8478.

POLAQUINI, L. E. M.; SOUZA, J. G.; GEBARA, J. J. Transformações técnico-produtivas e comerciais na pecuária de corte brasileira a partir da década de 90. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 35, n. 1, p. 321-327, 2006.

RESTLE, J. et al. Desempenho na fase de crescimento de machos bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 29, n. 4, p. 1036-1043, 2000.

RIBEIRO, F. et al. Technical note: A novel technique to assess internal body fat of cattle by using real-time ultrasound. **Journal of animal science,** v. 86, n. 3, p. 763-767, 2008. ISSN 0021-8812.

ROBELIN, J.; GEAY, Y. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. **Herbivore nutrition in the subtropical and tropics**, p. 525-547, 1984.

SAINZ, R. D.; ARAUJO, F. R. C. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. 2001. Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos Campinas. p.26-55.

SILVA, F. F. et al. Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrintestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 31, 2002. ISSN 1516-3598.

USDA. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. AGRICULTURE, U. S. D. O. www.fas.usda.gov 2011.

WOLCOTT, M.; THOMPSON, J.; PERRY, D. The prediction of retail beef yield from real time ultrasound measurements on live animals at three stages through growout and finishing. **Australian journal of experimental agriculture,** v. 41, n. 7, p. 1005-1011, 2001. ISSN 0816-1089.

CAPÍTULO II

Características de carcaça e rendimento de cortes comerciais de bovinos Nelore castrados e não castrados

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho avaliar características de carcaça e o rendimento dos cortes comerciais de bovinos Nelore castrados e não castrados terminados em confinamento. Durante três anos consecutivos foram avaliadas carcaças de 206 animais da raça Nelore, sendo metade de animais castrados e metade não castrados (103 machos castrados e 103 machos não castrados) confinados por 56, 84, 112 ou 140 dias. Antes do abate os animais foram pesados (PVF) e após o abate foram obtidos os pesos da carcaça quente (PCQ) e da gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI). Após o resfriamento das carcaças foram determinadas a área do músculo *Longissimus* (AOL) a espessura de gordura subcutânea (EGS) na região da 12ª costela. Em seguida, a meia carcaça de cada animal foi desossada para determinação dos pesos e percentagens dos cortes comerciais dos ossos e das aparas. Machos não castrados apresentaram maior PVF, PCQ e PCF (P<0,0001), entretanto não houve diferença em relação ao rendimento da carcaça quente ou fria. A GRPI expressa em kg ou em percentagem e a EGS foram maiores nos machos castrados (P<0,001), entretanto, a AOL foi maior para os não castrados (P<0,0001). Animais não castrados apresentaram maior peso do dianteiro, traseiro e da ponta de agulha (P<0,01), bem como maior peso da porção de cortes comerciais e dos ossos (P<0,001), enquanto que animais castrados apresentaram maior peso total de retalhos (P=0,0077). Animais castrados apresentaram maiores percentagens de traseiro e ponta de agulha e menor de dianteiro (P<0,0001). Animais não castrados apresentaram maior rendimento de cortes comerciais no dianteiro (3%; P<0,0001) e no geral (2,1 %;P<0,0001). Animais castrados apresentaram maiores percentagens de porção comestível no traseiro e na ponta de agulha (P<0,05) assim como maiores percentagens de retalhos (P<0,001). Animais não castrados apresentam maiores pesos e percentagens de cortes comerciais, no entanto, esta diferença foi mais pronunciada no dianteiro.

Palavras-chave: *Bos indicus,* Bovinos de corte, Condição sexual, Rendimento a desossa

Carcass traits and retail cuts of castrated and non castrated Nellore cattle

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate carcass traits and retail cuts yield of feedlot finished castrated and non castrated Nellore cattle. During three consecutive years carcass traits of 206 animals of Nellore breed, 103 castrated and 103 non castrated, fed for 56, 84, 112 or 140 days, were evaluated. Animals were weighed (PVF) before slaughter and after slaughter and hot carcass (PCQ) and renal, pelvic and inguinal fats (GRPI) weighs were recorded. After cooling carcasses were weighed (PCF) and *Longissimus* muscle area (AOL) and backfat thickness (EGS) at 12th rib level were determined. Half carcass of every animal was deboned for determinations of weighs and percentages of retail cuts, bones and trimmings. Non castrated males showed greater PVF, PCQ and PCF (P<0.0001), however there were no differences for dressing percentage of hot or cold carcass. The GRPI expressed as kg or in percentage and EGS were greater for castrated (P<0.001) but AOL was greater in non castrated males (P<0.0001). Non castrated animals showed greater forequarter, hindquarter and combined plate, flank and short ribs (P<0.01) as well as greater retail cuts and bones (P<0.001). Castrated males showed greater trimmings weight (P=0.0077) and higher hindquarter weight and combined plate, flank and short ribs percentages (P<0.0001). Non castrated animals showed greater retail cuts yield in the forequarter (3%) and overall (2.1%; P<0.0001). Castrated animals showed higher percentages of retail cuts in hindquarter and combined plate, flank and short ribs (P<0.05) and trimmings (P<0.001). Non castrated animals have greater weighs and percentages of retail cuts, with greater proportion of cuts in forequarter.

Keywords: Bos indicus, Beef cattle, Sexual condition, deboning yield

INTRODUÇÃO

A castração é uma pratica adotada há muito tempo nas diferentes espécies e tem como principais objetivos melhorar o comportamento dos animais, a maciez e a cor da carne (Bretschneider, 2005).

Por outro lado, as grandes crises mundiais e a pressão mundial por uma produção sustentável, aliados aos elevados custos de insumos e a necessidade de se produzir cada vez mais, em pequenas áreas, faz com que o produtor tenha a necessidade de reduzir seus custos de produção. Animais não castrados possuem maior velocidade de crescimento muscular e melhor conversão alimentar, devido a ação de hormônios androgênicos, permitindo aos produtores produzir proteína animal com menor custo (Vaz e Restle, 2000; Vaz, Restle *et al.*, 2001).

Por outro lado a gordura está intimamente ligada ao preço e qualidade da carne bovina, pois sua deposição sobre a carcaça é uma das principais características consideradas pelos frigoríficos, pois evita o encurtamento das fibras musculares pelo frio, além de ser importante para alguns cortes e mercados. Neste contexto, animais castrados e fêmeas tendem a depositar gordura mais cedo que animais não castrados (Purchas, 1991; Boleman, *et al.*, 1998).

A deposição de gordura ocorre devido a um balanço energético positivo e seu acúmulo acontece primeiramente no trato gastrintestinal, seguido por intermuscular, subcutânea e intramuscular. Apesar da deposição de gordura ocorrer de forma gradual, esta possui um importante papel na composição corporal (Ribeiro, *et al.*, 2008; Tedeschi *et al.*, 2008), pois uma adequada proporção de gordura na carne é de alta importância comercial, exercendo influência no aspecto visual, na proteção contra desidratação, na qualidade da carne e na porção comestível. No entanto, quando em excesso, pode diminuir a proporção de carne magra (Silva, *et al.*, 2002; Valadares Filho *et al.*, 2002).

De acordo com Berg & Butterfield (1976) e Seideman, *et al.*, (1982) o sexo afeta o crescimento dos tecidos, logo, afeta a composição da carcaça e a distribuição das massas dentro dos tecidos. O sexo também influencia a distribuição da musculatura na carcaça, sendo que essa mudança se torna mais pronunciada à medida que o animal cresce. Não existem grandes diferenças entre machos castrados e fêmeas. Entretanto os machos não castrados aumentam

proporcionalmente mais o dianteiro em relação ao traseiro, onde estão os cortes de menor valor.

Uma das influências mais pronunciadas é em relação ao processo de deposição de gordura, sendo que as fêmeas iniciam a fase de deposição de gordura com pesos menores que os machos castrados e estes com pesos menores que os machos não castrados.

A menor deposição de gordura de cobertura (subcutânea), observada mais intensamente em animais não castrados, está diretamente relacionada com a menor maciez da carne de bovinos, devido a problemas de encurtamento das fibras musculares e o escurecimento da carne, durante o processo de resfriamento das carcaças após o abate. No Brasil, o mínimo exigido pelos frigoríficos é três milímetros de espessura de gordura subcutânea.

Como no Brasil existem poucas iniciativas no sentido de remuneração das carcaças com base em características relacionadas à qualidade da carne, grande ênfase é dada ao peso dos animais e das carcaças, pois é através dessa característica que os produtores são remunerados pelas indústrias. Animais não castrados produzem cerca de 19% a mais de peso em uma mesma idade em relação a animais castrados, o que implica em maior lucratividade para os produtores (Bretschneider, 2005).

Grande parte das exportações brasileiras são direcionadas a países que não apresentam maiores exigências em relação às características relacionadas a qualidade sensorial das carnes, o que facilita ainda mais a expansão da utilização de animais não castrados, terminados à pasto e com baixos níveis de acabamento de gordura. Esse cenário pode sofrer algumas alterações quando (e se) o Brasil retomar alguns mercados mais exigentes em relação à padronização e qualidade de carne, como o europeu.

Neste estudo objetivou-se avaliar características de carcaça e de rendimento de cortes comerciais desossados de bovinos Nelore castrados e não castrados, terminados em confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Avaliação Animal e Qualidade de Carne, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da Universidade de São Paulo (USP) em Pirassununga, SP.

Duzentos e seis animais da animais da raça Nelore (103 machos castrados e 103 machos não castrados) foram avaliados durante os anos de 2009 (n=46), 2010 (n=76) e 2011 (n=84). Em cada ano metade dos animais foi castrado após a desmama, com aproximadamente 12 meses de idade, e mantidos a pasto, juntamente com os animais não castrados até o momento do início confinamento.

No início do período confinamento os animais não castrados apresentavam médias de 625±30.5 dias de idade e 372±32,0 kg enquanto os castrados tinham em média 621±28.4 dias de idade e 349±37,1 kg.

Em todos os anos, os animais foram alimentados com dietas de alto concentrado (85%), composto por milho, farelo de soja, casca de soja, glúten de milho, sal mineral e ureia, contendo 14,6% de proteína bruta e 74,5% de NDT. A fonte de volumoso utilizada foi o bagaço de cana de açúcar (15%).

Em cada ano os animais foram abatidos em quatro grupos, sendo que cada grupo continha metade de machos não castrados e outra metade de machos castrados. O critério de escolha dos animais para o abate foi quando os mesmos apresentassem aproximadamente cinco milímetros de espessura de gordura subcutânea, avaliada por ultrassonografia na região entre a 12ª e a 13ª costelas.

Dois dias antes do abate todos os animais foram pesados individualmente, após jejum de sólidos por aproximadamente 16 horas, para determinação do peso vivo em jejum (PV). No dia dos abate os animais foram transportados em caminhão boiadeiro até o Matadouro Escola da Universidade de São Paulo, localizado a cerca de 500m do local onde os animais foram confinados. Imediatamente após sua chegada os mesmos foram abatidos de acordo com procedimentos humanitários, conforme exigido pela legislação brasileira.

Após a morte do animal foram realizadas a esfola, evisceração, divisão e lavagem das carcaças, conforme procedimento padrão do matadouro. Todos os procedimentos, desde o abate até a lavagem da carcaça, duraram em média 20 minutos.

No momento da evisceração foram retiradas e pesadas as gorduras renal, pélvica e inguinal (GRPI) e em seguida, as carcaças foram identificadas individualmente e pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ).

Após 24h de resfriamento (0-2ºC) as meias-carcaças esquerdas foram divididas em dianteiro, traseiro pistola e ponta de agulha, conforme o padrão brasileiro.

Após a divisão das carcaças nos cortes primários o traseiro foi dividido entre a 12ª e 13ª costelas, onde foi obtida uma imagem digital, para determinação da de área de olho de lombo (AOL12) e de espessura de gordura subcutânea (EGS12), medida a ¾ da borda medial do músculo *Longissimus*. A AOL12 e a EGS12 foram determinadas pela delimitação manual das regiões de interesse utilizando o *software* Lince®.

Em seguida, os quartos foram pesados separadamente e obtidos os pesos do traseiro especial (PT), do dianteiro (PD) e da ponta de agulha (PPA). Após a pesagem, cada um dos quartos foi desossado separadamente e obtidos então os pesos dos ossos (PESOSSO) e da porção comestível (PESPC). A porção comestível foi definida como os cortes desossados e aparados do excesso de gordura (5mm). O peso das aparas (PESAP) foi determinado pela diferença entre o peso do quarto menos PESOSSO menos PESPC. Também foram calculadas as percentagens de cada corte primário, o rendimento da porção comestível, dos ossos e das aparas, em relação ao peso da meia-carcaça fria.

A análise estatística foi conduzida utilizando o procedimento Mixed do *software* SAS (SAS Inst., INC., Cary, NC), utilizando ano e grupo de abate como efeitos aleatórios e a condição sexual como efeito fixo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estatística descritiva de todas as variáveis estudadas são apresentadas no Anexo 1. Os animais não castrados foram mais pesados, apresentaram maiores pesos de carcaça quente e fria ($P<0,0001$) que os castrados. Os bovinos não castrados apresentaram uma tendência de maior rendimento de carcaça quente ($P=0,0668$), porém sem diferença no rendimento de carcaça fria.

Por outro lado, os animais castrados apresentaram maior peso (P=0,0005) e percentagem (P<0,0001) de gordura renal, pélvica e inguinal, além de maior espessura de gordura subcutânea (P=0,0010) e menor área de olho de lombo (P<0,0001) que os animais não castrados.

Tabela 1 Médias, erros padrões e probabilidades (P) das características de carcaça avaliadas de acordo com a condição sexual dos animais.

Característica	Não castrados	Castrados	Erro Padrão	Valor de P
Peso vivo, kg	533	488	7,50	<0,0001
Peso de carcaça quente, kg	317	288	6,8	<0,0001
Rendimento de carcaça quente, %	59,3	58,7	0,73	0,0668
Peso da carcaça fria, kg	311	284	6,25	<0,0001
Rendimento de carcaça fria, %	58,4	58,0	0,65	0,1357
Gordura renal, pélvica e inguinal, kg	10,0	11,3	0,78	0,0005
Gordura renal, pélvica e inguinal, %	3,2	3,9	0,26	<0,0001
Área de olho de lombo, cm^2	76,7	71,2	2,32	<0,0001
Espessura de gordura subcutânea, mm	4,9	5,9	0,90	0,0010

Maiores valores de peso vivo, de carcaça fria, dianteiro e traseiro em machos não castrados também foram observadas por Luchiari Filho, (1986); Vittori, *et al.*, (2006). Estes autores também encontraram maiores valores de GRPI em machos castrados. Animais castrados apresentaram menor área de olho de lombo, este resultado concorda com os achados de Vaz, *et al.*, (2001); Kuss, *et al.*, (2009). No entanto, Kuss, *et al.*, (2009), analisou a espessura de gordura subcutânea de animais não castrados e castrados terminados em confinamento abatidos superjovens aos 16 meses e jovens aos 26 meses e observou que os animais superjovens não apresentaram diferença na espessura de gordura subcutanea entre castrados e não castrados, já em animais abatidos jovens o valor de espessura de gordura subcutanea dos castrados foi maior.

Os animais não castrados apresentaram maiores pesos de ponta de agulha (P=0,0049), dianteiro e traseiro (P<0,0001), conforme pode ser observado na Tabela 2. Da mesma forma, o peso da porção comestível nos diferentes quartos, bem como no geral, foram maiores para os não castrados (P<0,0001).

Os animais castrados apresentaram menor peso de ossos em todos os quartos da carcaça, assim como na carcaça como um todo (P<0,001). Com relação ao peso dos retalhos, os animais castrados apresentaram maior peso na ponta de agulha (P=0,0024) e na carcaça (P=0,0077), com uma tendência de maior

quantidade de gordura no dianteiro (P=0,0960), porém sem diferença no quarto traseiro.

Tabela 2 Médias, erros padrões e probabilidades (P) dos pesos dos principais quartos, porção comestível, ossos e retalhos na carcaça, de acordo com a condição sexual dos animais.

Característica	Quarto da carcaça	Não castrados	Castrados	Erro Padrão	Valor de P
Cortes Primários, kg	Dianteiro	57,4	49,9	1,11	<0,0001
	Ponta agulha	22,7	21,8	0,45	0,0049
	Traseiro	70,3	65,4	1,56	<0,0001
Porção comestível, kg	Dianteiro	40,3	33,4	0,97	<0,0001
	Ponta agulha	16,4	15,4	0,64	<0,0001
	Traseiro	51,4	47,1	1,16	<0,0001
	Total	111,9	98,4	3,26	<0,0001
Ossos, kg	Dianteiro	11,1	10,1	0,17	<0,0001
	Ponta agulha	3,9	3,6	0,14	0,0003
	Traseiro	13,4	12,5	0,25	<0,0001
	Total	28,3	26,2	0,22	<0,0001
Retalhos, kg	Dianteiro	6,0	6,4	0,31	0,0960
	Ponta agulha	2,3	2,8	0,34	0,0024
	Traseiro	5,7	6,0	0,28	0,2978
	Total	14,0	15,1	0,54	0,0077

Restle, Alves Filho *et al.*, (2000), Restle, Vaz *et al.*, (2000) analisaram a percentagem dos cortes e verificaram que animais castrados tiveram maiores percentagens de traseiro e ponta de agulha que animais não castrados o que está de acordo com os resultados encontrados neste trabalho.

Quando os cortes primários foram expressos como percentagem do peso de carcaça fria, os animais não castrados apresentam maior percentagem de dianteiro, porém com menores percentagens de ponta de agulha e traseiro, em relação aos castrados (P<0,0001; Tabela 3).

Comportamento semelhante foi observado para o rendimento da porção comestível, onde os animais não castrados tiveram maior percentagem no dianteiro (P<0,0001) e menores na ponta de agulha (P<0,0001) e no traseiro (P=0,0219). Apesar disso, o rendimento de cortes considerando todos os quartos da carcaça foi maior para os animais não castrados (P<0,0001). É importante ressaltar que a maior percentagem de cortes na carcaça ocorreu pelo maior rendimento de cortes no dianteiro dos animais não castrados em relação aos castrados (3%), sendo que essa

região possui um menor valor comercial quando comparada ao traseiro e ponta de agulha.

Tabela 3 Médias, erros padrões e probabilidades (P) das percentagens dos principais quartos, porção comestível, ossos e retalhos na carcaça, de acordo com a condição sexual dos animais.

Característica	Quarto da carcaça	Não castrados	Castrados	Erro Padrão	Valor de P
Cortes Primários, %	Dianteiro	39,7	37,6	0,34	<0,0001
	Ponta agulha	14,7	15,6	0,22	<0,0001
	Traseiro	45,6	46,8	0,15	<0,0001
Porção comestível, %	Dianteiro	28,7	25,7	0,58	<0,0001
	Ponta agulha	10,6	11,1	0,19	<0,0001
	Traseiro	33,3	33,7	0,14	0,0219
	Total	72,6	70,5	0,53	<0,0001
Ossos, %	Dianteiro	7,2	7,2	0,12	0,5453
	Ponta agulha	2,5	2,6	0,06	0,1439
	Traseiro	8,7	8,9	0,12	0,0088
	Total	18,3	18,7	0,18	0,0138
Retalhos, %	Dianteiro	3,9	4,6	0,23	<0,0001
	Ponta agulha	1,5	2,0	0,28	<0,0001
	Traseiro	3,7	4,2	0,14	0,0004
	Total	9,1	10,8	0,48	<0,0001

Não houve diferença na percentagem de ossos no dianteiro e ponta de agulha, no entanto, ela foi maior nos animais castrados no quarto traseiro (P=0,0004), bem como na carcaça (P<0,0001). A quantidade de retalhos foi maior nos animais castrados em todos os quartos da carcaça e consequentemente na carcaça (P<0,001).

Luchiari Filho, (1986) e Restle, (2000) observaram maiores peso e percentagem da porção comestível em bovinos Nelore. Hassen, *et al.*, (1999) analisaram dados de carcaça de 1.029 animais cruzados entre Angus e Simental terminados em confinamento e também verificaram que animais não castrados tiveram maiores pesos e percentagens de porção comestível em relação a machos castrados.

Nas características onde a quantidade de músculo de cada corte foi avaliada, os pesos dos músculos dos machos não castrados apresentaram maiores valores em relação aos pesos dos machos castrados. Valores maiores de animais não

castrados em relação a animais castrados para porção comestível em cada corte também foram encontrados por Luchiari Filho, (1986) e Restle, *et al.*, (2000).

Levando-se em consideração os pesos dos retalhos nos cortes primarios estes apresentaram diferença entre não castrados e castrados apenas para retalhos da ponta de agulha, já na percentagem os castrados mostraram maiores valores para todos os cortes. Esta maior quantidade de gordura é devido a mudanças na curva de crescimento dos tecidos em relação a idade, causado pelo inibição de produção de androgênos principalmente a testosterona, com a extração dos testiculos (Bretschneider, 2005; Silveira, Arrigoni *et al.*, 2010).

CONCLUSÕES

Animais não castrados apresentam maior peso e percentagem de porção comestível em relação animais castrados, com diferença mais pronunciada no dianteiro.

A quantidade de ossos são maiores para animais não castrados, porém não há diferença na percentagem entre os sexos.

O peso dos retalhos não houve diferença entre os sexos, mais animais castrados apresentaram maiores percentagens de retalhos que animais não castrados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERG, R.; BUTTERFIELD, R. Growth patterns of bovine muscle, fat and bone. **Journal of Animal Science,** v. 27, n. 3, p. 611, 1968.

BOLEMAN, S. et al. National Beef Quality Audit-1995: Survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. **Journal of animal science,** v. 76, n. 1, p. 96, 1998. ISSN 0021-8812.

BRETSCHNEIDER, G. Effects of age and method of castration on performance and stress response of beef male cattle: A review. **Livestock Production Science,** v. 97, n. 2-3, p. 89-100, 2005. ISSN 0301-6226.

HASSEN, A.; WILSON, D.; ROUSE, G. Evaluation of carcass, live, and real-time ultrasound measures in feedlot cattle: I. Assessment of sex and breed effects. **Journal of animal science,** v. 77, n. 2, p. 273, 1999.

LUCHIARI FILHO, A. **Characterization and prediction of carcass cutability traits of zebu and crossbreed types of cattle produced in southeast Brazil. Manhattan**. 1986. 89 Doctor, Kansas State University

PURCHAS, R. Effect of sex and castration on growth and composition. **Advances in meat research,** v. 7, 1991. ISSN 0885-2405.

RESTLE, J. et al. Desempenho na fase de crescimento de machos bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 29, n. 4, p. 1036-1043, 2000.

_____. Características de carcaça de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes composições raciais Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 29, n. 5, p. 1371-1379, 2000.

RIBEIRO, F. et al. Technical note: A novel technique to assess internal body fat of cattle by using real-time ultrasound. **Journal of animal science,** v. 86, n. 3, p. 763-767, 2008. ISSN 0021-8812.

SEIDEMAN, S. et al. Utilization of the intact male for red meat production: a review. **Journal of Animal Science,** v. 55, n. 4, p. 826, 1982. ISSN 0021-8812.

SILVA, F. F. et al. Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrintestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 31, 2002. ISSN 1516-3598.

SILVEIRA, A. C. et al. Produção de bovino superprecoce no Brasil. In: ALEXANDRE, V. P. (Ed.). **Bovinocultura de Corte**. 1. Piracicaba: FEALQ, v.2, 2010. cap. 68, p.1510.

VAZ, F. N.; RESTLE, J. Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 29, n. 6, p. 1894-1901, 2000.

VAZ, F. N. et al. Qualidade e composição química da carne de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 30, n. 2, p. 518-525, 2001.

VITTORI, A. et al. Características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos, castrados e não-castrados, em fase de terminação1. **R. Bras. Zootec,** v. 35, n. 5, p. 2085-2092, 2006.

CAPITULO III

Estimativa do rendimento da porção comestível utilizando medidas obtidas por análise de imagem

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de características de carcaça avaliadas por análise de imagem, na região da 5ª e da 12ª costelas, para a estimativa do peso (PESPC) e percentagem (PERPC) da porção comestível em bovinos Nelore castrados e não castrados. Durante três anos consecutivos foram avaliadas carcaças de 206 animais da raça Nelore, sendo metade de animais castrados e metade não castrados (103 machos castrados e 103 machos não castrados) confinados por 56, 84, 112 ou 140 dias. Após o abate e resfriamento das carcaças, foram obtidas imagens digitais na região entre a 5ª e a 6ª costelas para avaliação da área do músculo *Longissimus* (AOL5), espessura de gordura subcutânea da 5ª costela (EGS5), espessura da gordura intermuscular (EGI5), espessura de costela (ESPCOST). Também foi obtida uma imagem digital na região entre a 12ª e a 13ª costelas para determinação da área de olho de lombo (AOL12) e espessura de gordura subcutânea (EGS12). Adicionalmente foram obtidos os pesos de carcaça fria (PCF), peso da gordura renal pélvica e inguinal (GRPI). O PESPC e a PERPC foram determinados através da desossa completa da meia carcaça de cada animal. O PCF aliado às características avaliadas na região da 5ª costela explicaram entre 96 e 97% do PESPC e entre 24 a 50% da PERPC. As características avaliadas na região da 12ª costela, aliadas ao PCF e percentagem de GRPI explicaram 93 a 95% do PESPC e entre 6 a 25% da PERPC, sendo que em machos castrados foi observado o menor coeficiente de determinação (R^2=0,06). Quando foi realizada a validação das equações obtidas utilizando os dados obtidos na região da 5ª costela obtiveram-se menores coeficientes de determinação em relação aos observados durante a calibração. Características avaliadas por análise de imagem na região da 5ª costela podem estimar o rendimento dos cortes comerciais com acurácia semelhante às medidas obtidas na região da 12ª costela.

Palavras-chave: Bovinos, cortes comerciais, equações de predição, imagem digital

Prediction of retail cuts yield using measurements obtained by image analysis

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the use of carcass traits evaluated by image analysis, at 5th and 12th rib levels to estimate weight (PESPC) and percentage (PERPC) of retail cuts of castrated and non castrated Nellore cattle. During three consecutive years carcass traits of 206 animals of Nellore breed, 103 castrated and 103 non castrated males, fed for 56, 84, 112 or 140 days, were evaluated. After slaughter and carcass cooling, digital images were obtained between 5th and 6th ribs to evaluate the *Longissimus* muscle area (AOL5), backfat thickness (EGS5), intermuscular fat thickness (EGI5) and rib thickness (ESPCOST). A digital image between 12th and 13th ribs was also obtained to determine the *Longissimus* muscle area (AOL12) and backfat thickness (EGS12). Additionally cold carcass (PCF) and kidney, renal and inguinal fat (GRPI) weighs were obtained. The PESPC and PERPC were determined by completely deboning of all half carcass of every animal. The PCF plus carcass traits evaluated at 5th rib level explained 96 to 97% of PESPC and from 24 a 50% of PERPC. Carcass traits evaluated at 12th rib level plus PCF and GRPI percentage explained 93 a 95% of PERPC and among 6 to 25% of PERPC, with a smaller determination coefficient observed in castrated males (R^2=0.06). In the validation dataset equations using data obtained at 5th rib level where observed smaller R^2 when compared to calibration dataset. Carcass traits evaluated by image analysis at 5th rib level can estimate retail cuts yield with similar accuracy than those obtained at 12th rib level.

Keywords: Beef, commercial cuts, prediction equations, digital image

INTRODUÇÃO

A utilização de métodos objetivos, que avaliem características relacionadas ao rendimento de porção comestível em carcaças de bovinos, garante uma nova perspectiva à produção de carne, pois no Brasil é inexistente a aplicação de tecnologias que englobem desde a produção da matéria prima até sua industrialização, uma vez que as pesquisas referentes à tecnologia de AVI são realizadas exclusivamente no exterior. Atualmente, faz-se necessária a utilização de tecnologias que forneçam detalhes mais acurados e precisos dos produtos cárneos a um menor custo, garantindo assim satisfação do mercado consumidor e sobrevivência da indústria no mercado (Sainz e Araujo, 2001).

No Brasil, a utilização dessas tecnologias com o objetivo de estimar o rendimento dos cortes comerciais após o abate ainda são escassos ou inexistentes. Considerando-se as diferenças entre o sistema de produção brasileiro e os de outros países onde estas tecnologias foram desenvolvidas (ex. EUA, Austrália), é importante que se obtenha informações que se apliquem às condições brasileiras, oferecendo uma oportunidade real de melhorar a produtividade da pecuária de corte nacional.

Dentre as várias tecnologias utilizadas em outros países, a vídeo imagem foi considerada uma das mais eficientes na quantificação da porção comestível na carcaça, além de permitir a realização de diferentes classificações dos produtos, como a determinação da cor, gordura e textura de comercialização, garantindo ao consumidor uma melhor qualidade e informação do produto consumido, o que é providenciado de forma rápida (Teira, *et al.*, 2003; Rius-Vilarrasa, *et al.*, 2009; Bünger *et al.*, 2009).

Apesar de haver vários trabalhos que avaliaram o rendimento de porção comestível muitos deles foram realizados em *Bos taurus* e usam como base medidas realizadas sobre a região da 12ª costela. Poucos são os trabalhos realizados em *Bos Indicus,* principalmente em bovinos Nelore.

A predição da composição da carcaça é de suma importância para varias linhas de estudos envolvendo animais. Vários são os métodos que possuem a capacidade de predizer a composição corporal, entretanto, muitos deles são muito trabalhosos, demorados e muitos vezes imprecisos. Portanto, é necessário um

método que seja automático, não invasivo e através da qual a composição da carcaça possa ser facilmente predito. De acordo com (Shackelford, *et al.*, 1998; Karnuah, *et al.*, 2001) a analise de vídeo imagem tem a capacidade de extrair dados da carcaça de forma rápida e efetiva.

Segundo Karnuah, *et al.*, (2001) a área de secção transversal das costelas dos animais apresenta a musculatura, gordura e ossos bem definidos o que é útil para explicar a composição da carcaça.

No sistema japonês de tipificação de carcaças, similarmente ao que se faz no Brasil, a secção é realizada entre a 6ª e a 7ª costelas, permitindo a avaliação da área de olho do lombo, espessura de gordura externa e interna, espessura da área da costela e peso de carcaça para estimar o rendimento da porção comestível.

Portanto este estudo teve como objetivo obter e validar equações para predição do rendimento da porção comestível, estimada através de medidas obtidas da analise de vídeo imagem da região da 5ª e 12ª costelas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Avaliação Animal e Qualidade de Carne da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da Universidade de São Paulo (USP) em Pirassununga, SP.

Duzentos e seis animais da animais da raça Nelore (103 machos castrados e 103 machos não castrados) foram avaliados durante os anos de 2009 (n=46), 2010 (n=76) e 2011 (n=84). Em cada ano metade dos animais foi castrada após a desmama, com aproximadamente 12 meses de idade e mantidos a pasto, juntamente com os animais não castrados, até o momento do início confinamento.

No início do período confinamento os animais não castrados apresentavam médias de 625±30.5 dias de idade e 372±32,0 kg enquanto os castrados tinham em média 621±28.4 dias de idade e 349±37,1 kg.

Em todos os anos, os animais foram alimentados com dietas de alto concentrado (85%), composto por milho, farelo de soja, casca de soja, glúten de milho, sal mineral e ureia, contendo 14,6% de proteína bruta e 74,5% de NDT. A fonte de volumoso utilizada foi o bagaço de cana de açúcar (15%).

Em cada ano os animais foram abatidos em quatro grupos, sendo que cada grupo continha metade de machos não castrados e outra metade de machos castrados. O critério de escolha dos animais para o abate foi quando os mesmos apresentassem aproximadamente cinco milímetros de espessura de gordura subcutânea, avaliada por ultrassonografia na região entre a 12ª e a 13ª costelas.

Dois dias antes do abate todos os animais foram pesados individualmente, após o jejum de sólidos por aproximadamente 16 horas, para determinação do peso vivo em jejum (PV). No dia dos abate os animais foram transportados em caminhão boiadeiro até o Matadouro Escola da Universidade de São Paulo, localizado a cerca de 500m do local onde os animais foram confinados. Imediatamente após sua chegada os mesmos foram abatidos de acordo com procedimentos humanitários, conforme exigido pela legislação brasileira.

Após a morte do animal foram realizadas a esfola, evisceração, divisão e lavagem das carcaças, conforme procedimento padrão do matadouro. Todos os procedimentos, desde o abate até a lavagem da carcaça, duraram em média 20 minutos.

No momento da evisceração foram retiradas e pesadas as gorduras renal, pélvica e inguinal (GRPI). Em seguida, as carcaças foram identificadas individualmente e pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ).

Após 24h de resfriamento (0-2ºC) as meias-carcaças esquerdas foram divididas em dianteiro, traseiro serrote e ponta de agulha, conforme o padrão brasileiro.

Após a divisão das meias-carcaças na região entre a 5ª e a 6ª costelas, foi obtida uma imagem digital, utilizando uma câmera fotográfica acoplada a um suporte, o qual proporcionava uma distancia fixa da câmera em relação a superfície da região de interesse.

A partir da imagem obtida foram avaliadas a área do músculo *Longissimus* (AOL5) e espessura de gordura subcutânea da 5ª costela (EGS5), espessura da gordura intermuscular da 5ª costela (EGI5; Figura 1). Como ponto de referência para padronização das medidas da EGS5, foi considerado o meio do corte sobre a escápula (circulo vermelho), enquanto que para a medida da EGI5 o local de padronização foi a curvatura da costela (amarelo).

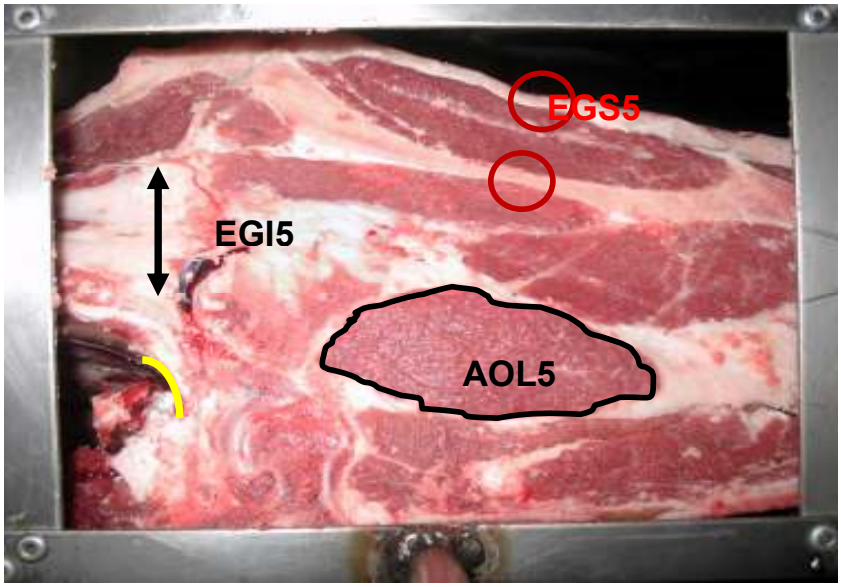

Figura1 Pontos de medição da área do músculo Longissimus (AOL5), espessura de gordura subcutânea (EGS5) e espessura de gordura intermuscular (EGI5), na região da 5ª costela.

Na mesma região também foi obtida uma segunda imagem para determinação da espessura de costela (ESPCOST) conforme ilustrado na Figura 2. Para determinação da ESPCOST o ponto de referência foi aproximadamente o meio do músculo *Triceps Braquial* (circulado em vermelho - Figura 2).

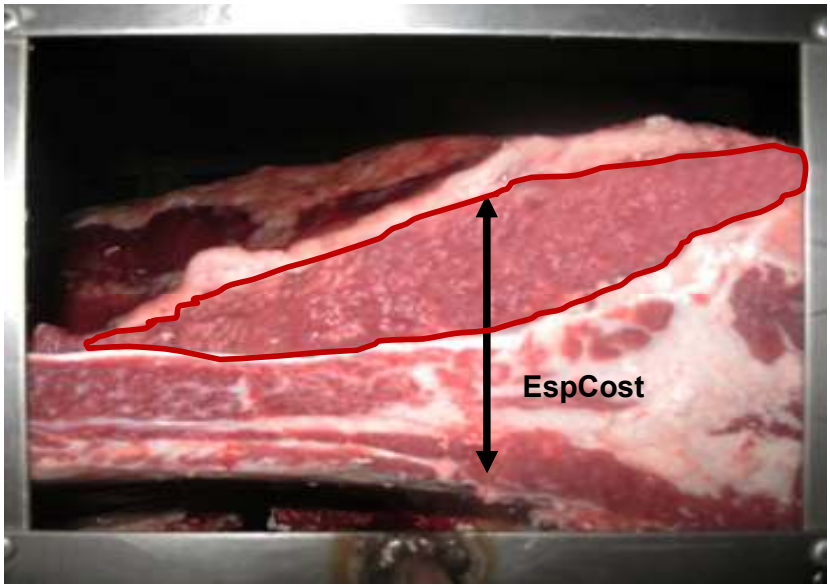

Figura 2- Ponto de medição da espessura de costela (EPCOST).

O músculo *Longissimus* também foi seccionado na região entre a 12ª e a 13ª costelas para a obtenção de uma imagem digital, para determinação da de área de olho de lombo (AOL12) e de espessura de gordura subcutânea (EGS12), medida a ¾ da borda medial do músculo *Longissimus*. A AOL12 e a EGS12 foram determinadas pela delimitação manual das regiões de interesse utilizando o *software* Lince®.

Em seguida todos os quartos foram pesados separadamente e obtidos os pesos do traseiro especial (PT), do dianteiro (PD) e da ponta de agulha (PPA). Após a pesagem, cada um dos quartos foi desossado separadamente e obtidos então os pesos dos ossos (PESOSSO) e da porção comestível (PESPC). A porção comestível foi definida como os cortes desossados e aparados do excesso de gordura (5mm). O peso das aparas (PESAP) foi determinado pela diferença entre o peso do quarto menos PESOSSO menos PESPC.

Também foram calculadas as percentagens de cada corte primário, rendimento da porção comestível, ossos e aparas, em relação ao peso da meia-carcaça fria.

Os dados obtidos nos anos de 2009 e 2010 foram utilizados para o desenvolvimento das equações de predição e os obtidos no ano de 2011 foram utilizados para a validação do modelo.

A analise estatística foi conduzida utilizando o SAS (SAS Inst., INC., Cary, NC). A estimativa do rendimento de porção comestível foi realizada através de regressão múltipla, utilizando como variáveis independentes, as características avaliadas na região da 5ª ou da 12ª costelas, dos pesos de gordura obtidos na evisceração e também as informações de peso de carcaça quente e fria.

As equações foram obtidas utilizando-se o método *stepwise* do procedimento *Reg* do *software* SAS, adotando-se um nível de significância de 15% para entrada da variável no modelo e 20% para permanência. As melhores equações foram escolhidas de acordo com o coeficiente de determinação (R^2), erro padrão de predição (EPP) e o CP, conforme descrito por MacNeil (1983).

Para obtenção das equações foram utilizados dados obtidos dos animais de 2009 e 2010, para a validação das equações foram utilizadas medidas obtidas das imagens do ano de 2011.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Coeficientes de correlações simples entre peso e percentagem de cortes comerciais com características de carcaça avaliadas na região da 12ª costela

O PCF apresentou correlações altas e positivas com o PESPC variando de 0,96 a 0,98 (Tabela 6). Estes dados estão de acordo com Luchiari Filho, (1986), o qual trabalhou com animais Nelore não castrados e castrados e encontrou correlações variando de 0,95 a 0,99. Da mesma forma, Epley, Hedrick *et al.*, (1970); Luchiari Filho, (1986); Williams, Bertrand *et al.*, (1997); Greiner, Rouse *et al.*, (2003); Tait Jr, Wilson *et al.*, (2005) trabalhando com *Bos Taurus* também encontraram correlações altas e positivas, variando de 0,87 a 0,90.

Por outro lado Herring, Williams *et al.*, (1994) encontraram uma correlação baixa e negativa (-0,24) entre PESPC e PCF, possivelmente devido ao fato de seus animais ao abate já apresentarem um alto grau de acabamento de gordura (maior que 10 mm de EGS).

Tabela 4. Coeficientes de correlações simples entre pesos de porção comestível, pesos de carne do traseiro e pesos de retalhos com o peso da carcaça fria (PCF), área de olho e lombo (AOL12) e espessura de gordura subcutânea (EGS12) avaliadas na região da 12ª costela.

Característica	Sexo[a]	PCF	AOL12	EGS12	GRPI
Porção comestível, kg	NC	0,96***	0,47**	0,50***	0,25
	MC	0,97***	0,61***	0,07	0,26*
	G	0,98***	0,61***	0,13	-0,04
Porção comestível traseiro, kg	NC	0,94***	0,47**	0,49***	0,20
	MC	0,90***	0,61***	0,07	0,17
	G	0,94***	0,63***	0,17	-0,02
Retalhos, kg	NC	0,32*	0,02	0,01	0,30*
	MC	0,58***	0,24	0,27*	0,22
	G	0,23*	0,03	0,18	0,30**

[a] NC – Macho não castrado, MC – macho castrado, G – geral.
*** P≤0,0001;**P≤0,001; *P≤0,05

A AOL12 teve correlação média e positiva com o PESPC, para ambos os sexos e para os dados gerais. Outros autores encontraram correlações variando de 0,37 a 0,68 para animais castrados, indicando que os resultados para animais

castrados deste experimento esta dentro da variação de outros resultados (Busch, *et al.*, 1968; Luchiari Filho, 1986; Wassenberg, *et al.*, 1986; Herring, *et al.*, 1994; Williams, *et al.*, 1997; Greiner, *et al.*, 2003). Tait Jr, *et al.*, (2005) trabalhando com carcaças de animais não castrados e castrados também encontrou correlação de 0,51 entre as variáveis em questão. No entanto Luchiari Filho (1986) encontrou uma maior correlação entre as variaveis AOL12 e PCF para animais não castrados do que para animais castrados; este resultado era de se esperar tambem neste trabalho, pois os animais não castrados tiveram maior PESPC que os castrados e a AOL12 tem correlação positiva com a PESPC de acordo com (Hedrick, 1983), entretanto não se sabe o motivo esta correlação foi menor para animais não castrados.

A espessura de gordura subcutânea teve um coeficiente de correlação mediano com o PESPC, mas apenas para animais não castrados (0,50). De acordo com Berg e Butterfield, (1968), animais castrados tendem a depositar gordura a um peso vivo mais leve que animais não castrados e a partir do momento que se aumenta o peso vivo aumenta tambem a deposição de gordura e esta passa a ter uma correlação baixa a negativa com o PESPC.

Esta correlação negativa também foi relatada nos trabalhos de Herring, Williams *et al.*, (1994); Greiner, *et al.*, (2003) e Tait Jr, *et al.*, (2005). Entretanto, neste trabalho a EGS12 foi positivamente corelacionada com o PESPC, provavelmente pelo palo baixo grau de acabamento das carcaças. A GRPI apresentou correlaçao baixa com o PESPC. Estes resultados discordam de Luchiari Filho, (1986) que obteve correlações de 0,78 e 0,66 para machos não castrados e castrados respectivamente e dos achados de Epley, *et al.*, (1970) que obteve uma correlação de 0,50.

A gordura renal, pelvica e inguinal tiveram baixa correlação com o PESPC, variando de -0,04 a 0,25. Luchiari Filho, (1986) encontrou valores de 0,39 a 0,44 e Epley, Hedrick *et al.*, (1970) encontrou correlação de 0,63, ambas superiores aos observados neste trabalho.

As correlações obtidas entre variáveis dependentes com PESPCTRA (Tabela 4), foram semelhantes às obtidas entre estas variáveis independentes e o PESPC neste trabalho.

As variáveis dependentes que tiveram melhores correlações com o PESRET foram o PCF e a GRPI. O PCF teve correlação média e positiva com a PESRET para animais castrados (r=0,58) e não castrados (r=0,32), já quando se considera a todos os dados a correlação foi baixa (r=0,23).

Luchiari Filho, (1986), observou correlações médias e positivas para ambos os sexos, no entanto, nos animais não castrados as correlações foram maiores em relação aos castrados (r=0,59 e r=0,50 respectivamente). Isso possivelvelmente ocorreu devido ao fato de que apenas os animais não castrados foram terminados em confinamento. Os dados deste trabalho também foram diferem dos observados por Williams *et al.* (1997) que relatou correlação alta e positiva (r=0,72) entre PESRET e PCF com animais castrados da raça Hereford e terminados em confinamento. Possivelmente essa alta correlação tenha ocorrido devido aos animais daquele estudo terem sido abatidos com um peso vivo superior (608 kg) e maior grau de acabamento (EGS12 acima de 10 mm), que o observado neste trabalho.

O PESRET apresentou baixas correlações com AOL12 (r=0,02 a 0,03) e EGS12 (r=0,01 a 0,027). Por outro lado, Luchiari Filho, (1986) observou maiores correlações entre PESRET e AOL12 (r=0,27 a 0,53) e EGS12 (r=0,29 a 0,40). Williams, Bertrand *et al.*, (1997) trabalhando com animais Angus e Hereford castrados encontraram uma correlação para AOL12 de 0,29, semelhante ao deste trabalho (r=0,24), no entanto, para EGS12 a correlação foi maior (r=0,58), possivelmente devido ao alto acabamento de gordura dos animais utilizados naquele trabalho (média de 12,4 mm).

A GRPI apresentou correlações quevariaram de 0,22 a 0,30, sendo que a média geral e animais não castrados apresentaram maiores correlações. Esta maior correlação para machos não castrados tambem foi verificada por Luchiari Filho, (1986), onde suas correlações variaram de 0,58 a 0,77. Herring, Williams *et al.*, (1994); Williams, Bertrand *et al.*, (1997) verificaram correlações superiores para estas caracteristicas em animais castrados, variando de 0,40 a 0,69.

A correlação do PCF com PERPC variou de 0,06 a 0,47 (Tabela 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Luchiari Filho, (1986), que relatou correlações variando de 0,07 a 0,57, sendo que os menores resultados para os dois trabalhos foram para animais castrados.

Entretanto, Busch, *et al.*, (1968); Epley, *et al.*, (1970); Luchiari Filho, (1986); Wassenberg, *et al.*, (1986); Herring, *et al.*, (1994); Williams, *et al.*, (1997); Greiner, *et al.*, (2003); Tait Jr, *et al.*, (2005) encontraram correlações negativas variando de -0,70 a -0,06 entre PERPC e PCF. Nos trabalhos dos autores supracitados a média de EGS12 variou de 10,1 mm a 15,4 mm e a correlação destas com PERPC ficou entre -0.11 a -0,73, indicando que o aumento da proporção de gordura reduz a PERPC.

A AOL12 na média geral teve uma correlação média e positiva com a PERPC, já para os dois sexos individualmente esta correlação foi baixa e positiva. Dados de correlação entre estas caracteristicas apresentados por Luchiari Filho, (1986) variaram de 0,18 a 0,57, para animais não castrados e castrados respectivamente. Os seguintes autores Herring, Williams *et al.*, (1994); Williams, Bertrand *et al.*, (1997); Greiner, Rouse *et al.*, (2003); Tait Jr, Wilson *et al.*, (2005) analisando as correlalações entre AOL12 e PERPC encontraram valores de 0,09 a 0,33 e Tait Jr, *et al.*, (2005) analisando carcaças de animais não castrados e castrados encontraram uma correlação de 0,33. Já Epley, *et al.*, (1970), relataram uma correlação de -0,12 para AOL12 e PERPC, não se sabe o porque deste fato já que medidas de acabamento de gordura neste trabalho foram semelhantes a de trabalhos supracitados. Analisando os dados da Tabela 4 e 5 verificou-se que AOL12 tem melhor correlação com o PESPC do que com a PERPC, o que está de acordo com o observado por Luchiari Filho (1986).

A GRPI neste trabalho teve correlação baixa com PERPC para animais castrados e não castrados (r=0,03 a 0,06) e baixa e negativa (r=-0,16) quando foi considerado todos os dados. Nos trabalhos de Luchiari Filho (1986) suas correlações variaram de -0,22 a 0,01, enquanto outros autores encontraram uma correlação média e negativa, apresentando correlações entre GRPI e PERPC variarando de -0,34 a -0,64. Provalvelmente a baixa correlação entre GRPI e PERPC apresentada neste trabalho se deve ao baixo acabamento de gordura ao abate dos animais deste experimento.

Todas a variaveis independentes apresentaram baixa correlação com a PERPCTRAS (Tabela 5). Tarouco, *et al.*, (2007) trabalhando com estimativa dos pesos e dos cortes comerciais do traseiro também encontraram baixas correlação do PERPCTRAS com a EGS12 (r=0,05) e AOL12 (r=0,33).

Tabela 5. Coeficientes de correlações simples entre as percentagens de porção comestível, pesos de carne do traseiro e pesos de retalhos com o peso da carcaça fria (PCF), área de olho e lombo (AOL12) e espessura de gordura subcutânea (EGS12) avaliadas na região da 12ª costela, por análise de imagem, e gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI) em animais de diferentes condições sexuais.

Característica	Sexo[a]	PCF	AOL12	EGS12	GRPI
Porção comestível, %	NC	0,33*	0,26*	0,41*	0,03
	MC	0,06	0,23	-0,15	0,06
	G	0,47***	0,42***	0,04	-0,16
Porção comestível traseiro, %	NC	0,15	0,44**	0,28*	-0,13
	MC	-0,14	0,11	-0,07	-0,17
	G	-0,13	0,14	0,10	-0,07
Retalhos, %	NC	-0,10	-0,14	-0,19	0,20
	MC	0,07	-0,08	0,26*	0,09
	G	-0,32**	-0,30**	0,12	0,29*

[a] NC – Macho não castrado, MC – macho castrado, G – geral.
*** P≤0,0001;**P≤0,001; *P≤0,05

A PERRET apresentou correlação nula com o PCF (r=-0,32 a 0,07), semelhante ao relatado por outros autores (Busch, *et al.*, 1968; Epley, *et al.*, 1970; Luchiari Filho, 1986; Wassenberg, *et al.*, 1986; Herring, *et al.*, 1994; Williams, *et al.*, 1997; Greiner, *et al.*, 2003; Tait Jr, *et al.*, 2005) também relataram correlações semelhantes as observadas neste trabalho (r=0,01 a 0,41). Tait *et al.*, 2005 analisando carcaças de animais não castrados e castrados encontrou correlação baixa mas positiva de 0,17 entre PCF e PERRET. Esta correlação positiva observada nos trabalhos acima era de se esperar porque com o aumento do PCF aumenta-se também a deposição de gordura e consequentemente de retalhos, mas possivelmente esta correlação negativa apresentada para animais não castrados e para a média geral deve se ao baixo acabamento de carcaça dos animais neste trabalho.

As correções entre AOL12 e PERRET foram negativas e tiveram uma variação de -0,08 a -0,30 e a maior correlação foi apresentada com média geral. Concordando com o presente estudo os autores Wassenberg, *et al.*, (1986), Herring, *et al.*, (2003)e Tait Jr, *et al.*, (2005) encontraram correlações baixas e negativas variando de -0,07 a -0,25 entre AOL12 e PERRET.

A EGS12 teve a maior correlação com PERRET para animais castrados (r=0,26) os quais tiveram maior EGS12. Wassenberg, *et al.*, (1986),Williams, *et al.*, (1997) e Herring, Greiner, Rouse *et al.*, (2003) trabalhando com animais castrados encontraram correlações maiores entre EGS12 e PERRET(r= 0,56 a 0,67). Tait Jr, *et al.*, (2005) trabalhando com animais não castrados e castrados encontraram correlação baixa (r=0,22) entre estas caracteristicas, assim como neste trabalho. A correlação negativa para animais não castrados (r=-0,19) difere dos achados para animais não castrados de Luchiari Filho (1986), o qual encontrou uma carrelação de 0,34.

As correlações encontradas entre GRPI e PERRET (Tabela 5) variaram entre 0,09 a 0,29 e foram maiores quando considerados todos os animais.Luchiari Filho, (1986), Williams, *et al.*, (1997) e Herring, *et al.*, (2003) encontraram correlações média-alta entre estas caracteristicas em animais castrados, variando de 0,47 a 0,64. No entanto, Wassenberg, *et al.*, (1986) em seus achados encontrou correlação baixa e positiva (r=0,07), entre GRPI e PERRET em animais castrados. Luchiari Filho (1986) encontrou correlação alta e positiva (r=0,69) entre GRPI e PERRET para animais não castrados e de acordo com este autor a GRPI poderia ser uma das caracteristicas de melhor consistencia para estimar a PERRET para qualquer sexo. Entretanto, neste trabalho analisando os sexos individualmente não é possível fazer a mesma afirmação, pois as correlações foram muito baixas.

Coeficientes de correlações simples entre peso e percentagem de cortes comerciais com características de carcaça avaliadas na região da 5ª costela

Os coeficientes de correlação entre as variáveis obtidas da por analise de vídeo imagem da região da 5ª costela com os pesos dos cortes comerciais e aparas são apresentados na Tabela 8. Não foram encontrados na literatura trabalhos que apresentassem estudo semelhante.

A AOL5 apresentou uma correlação média e positiva com o PESPC variando de 0,30 a 0,40. Estes dados comparados aos encontrados pela correlação da AOL12 com a PERPC (Tabela 6) demonstram que medidas da AOL5 provavelmente são capazes de prever o PESPC em substituição a AOL12.

Tabela 6. Coeficientes de correlações simples entre pesos de porção comestível, pesos de carne do traseiro e pesos de retalhos com área de olho e lombo (AOL5) e espessura de gordura subcutânea (EGS5), espessura de gordura na costela (EG5), espessura de gordura inintermuscular (EGI), espessura de costela (ESPCOST) e área de paleta (AP), avaliadas na região da 5ª costela por análise de imagem, em animais de diferentes condições sexuais.

Característica	Sexo[a]	AOL5	EGS5	EGC	EGI5	ESPCOST	AP
Porção comestível, kg	NC	0,30*	0,21	0,13	0,33*	0,38*	0,67***
	MC	0,31*	0,05*	-0,21	0,15	0,41**	0,35*
	G	0,40***	-0,10	-0,13	0,40***	0,25*	0,40***
Porção comestível traseiro, kg	NC	0,27*	0,08	0,13	0,33*	0,41*	0,62***
	MC	0,37*	0,10	-0,19	0,06	0,28*	0,20
	G	0,40***	-0,02	-0,11	0,34***	0,26*	0,35***
Retalhos, kg	NC	-0,13	0,41*	-0,08	-0,02	0,28*	0,15
	MC	-0,05	0,46***	0,08	0,14	0,43**	0,33*
	G	-0,14	0,46***	0,04	-0,01	0,36***	0,24*

[a] NC – Macho não castrado, MC – macho castrado, G – geral.
*** P≤0,001;**P≤0,001; *P≤0,05

A EGS5 e a EGC tiveram correlação baixa com o PESPC, variando de -0,10 a 0,21 para EGS5 e de -0,21 a 0,13 para EGC.

A EGI5 apresentou correlação média e positiva com PESPC para a média geral e para animais não castrados (r=0,40 e 0,33, respectivamente), já para animais castrados esta correlação foi baixa (r=0,15).

As correlações entre ESPCOST e PESPC variaram entre 0,25 a 041, sendo maior nos animais castrados (r=0,41). As correlações obtidas entre variáveis obtidas por analise de vídeo imagem na região da 5ª costela com PESPCTRAS (Tabela 6), foram muito semelhantes as verificadas obtidas entre essas variáveis e o PESPC.

As características que apresentaram maiores correlações com o PESRET foram a EGS5 (r=0,41 a 0,46) e a ESPCOST (r=0,28 a 0,43). A AOL5 apresentou uma correlação variando de -0,14 a -0,05, semelhante a observada na AOL12, entretanto, esta correlação se apresentou positiva na AOL12 e negativa para AOL5.

A correlação entre EGS5 e PESRET foi positiva variando de 0,41 a 0,46 e superior a observada entre a EGS12 e PESRET. De acordo com Berg e Butterfield, (1979), o crescimento da gordura subcutânea se da primeiramente nas regiões anterior e posterior do corpo do animal e em seguida aumenta no sentido medial da carcaça estes dois crescimentos se direcionam para o centro da carcaça, portanto

provavelmente a maior correlação entre AOL5 e PESRET se deve a este crescimento da gordura subcutânea.

Contrariamente ao esperado, a EGC e a EGI5 apresentaram baixas correlações com o PESRET variando de -0,08 a 0,14, pois segundo Berg e Butterfield, (1979), os retalhos tendem ser melhores correlacionados com a gordura subcutânea e o ímpeto de crescimento da gordura intermuscular é menor que o da gordura subcutânea. A ESPCOST apresentou correlações de media magnitude com o PESRET, variando de 0,28 a 0,43. A AP teve variação de suas correlações entre 0,15 a 0,33 com o PESRET.

Os coeficientes de correlação entre AOL5 e PERPC (Tabela 7) apresentaram uma variação de 0,32 a 0,41, correlações estas muito próximas das observadas entre AOL5 e PESPC. A média geral dos animais foi a correlação de maior valor (r=0,41). Esta correlação média apresentada entre as características acima, foi maior que a correlação apresentada entre a AOL12 e PERPC.

A EGS5 apresentou correlação média e negativa com a PERPC para ambos os sexos e para a média geral, variando de –0,31 a -0,41, e foi maior do que a correlação observada entre EGS12 e PERPC.

Tabela 7. Coeficientes de correlações simples entre as percentagens de porção comestível, pesos de carne do traseiro e pesos de retalhos com área de olho e lombo (AOL5) e espessura de gordura subcutânea (EGS5), espessura de gordura na costela (EG5), espessura de gordura intermuscular (EGI) e espessura de costela (ESPCOST), avaliadas na região da 5ª costela por análise de imagem, em animais de diferentes condições sexuais.

Característica	Sexo[a]	AOL5	EGS5	EGC	EGI5	ESPCOST
Porção comestível, %	NC	0,34*	-0,41*	0,05	0,20	-0,08
	MC	0,32*	-0,31*	-0,12	-0,04	-0,02
	G	0,41***	-0,40***	-0,11	0,27*	-0,06
Porção comestível traseiro, %	MI	0,19	-0,18	0,04	0,16	0,07
	MC	0,29*	-0,05	-0,04	-0,21	-0,31*
	G	0,18	-0,05	0,03	-0,10	-0,11
Retalhos, %	MI	-0,24	0,34*	-0,14	-0,16	0,11
	MC	-0,23	0,48***	0,21	0,09	0,25
	G	-0,14	0,46***	0,04	-0,01	0,36***

[a] NC – Macho não castrado, MC – macho castrado, G – geral.
*** P≤0,001;**P≤0,001; *P≤0,05

A EGC e a EGI5 apresentaram baixos coeficientes de correlação com o PERPC, variando de -0,11 a 0,05 e -0,04 a 0,27, respectivamente. A ESPCOST também apresentou correlação baixa com a PERPC variando entre –0,06 a 0. A ESPCOST teve melhor correlação com variáveis dependentes de peso do que com variáveis dependentes de percentagens.

As correlações entre características avaliadas por analise de vídeo imagem com a PERCARNETRAS foram baixas para todas as variáveis. Entretanto, as variáveis AOL5 e ESPCOST tiveram melhores correlações com a PERCANETRAS para animais castrados, apresentando correlação negativa para ESPCOST (-0,31) e correlação positiva entre AOL5 (0,29) e PERCARTRAS. Estas baixas correlações entre AOL5 e EGS5 com PERCARTRAS também foram observadas para AOL12 e EGS12.

As maiores correlações entre as variáveis avaliadas na região da 5ª costela e PERRET, foram observadas para EGS5 e ESPCOST. A AOL5 apresentou correlações variando de -0,24 a -0,14. A EG5 apresentou uma correlação média e positiva com a PERRET e esta correlação variou de 0,34 a 0,48, sendo elas foram maiores nos machos castrados.

A EGC e a EGI5 apresentaram baixas correlações com a PERRET, variando de -0,14 a 0,21 e -0,16 a 0,09, respectivamente. Estas baixas correlações tanto para variáveis dependentes de peso quanto de percentagem da EGC, indica que esta variável não é uma boa preditora para estas medidas.

A ESPCOST apresentou correlações variando de 0,11 a 0,36. A maior correlação observada quando foram considerados todos os dados. A AP apresentou baixas correlações com a PERRET, variando de -0,13 a 0,24.

Equações de predição para estimar o peso e a percentagem de porção comestível através de características de carcaça avaliadas por análise de imagem na região 12ª costela

As características avaliadas na região da 12ª costela (AOLC e EGSC), aliadas ao PCQ e a GRPI explicaram entre 93 e 95% da variação no PESPC e entre 5 a 25% da variação na PERPC (Tabela 8). Resultados semelhantes foram relatados por Luchiari Filho, (1986), onde as características de carcaça explicaram 98% da

variação do PESPC quando foram considerados animais castrados, não castrados e fêmeas.

A equação para estimativa da PERPC explicou 24,1% da variação em animais não castrados, sendo que apenas AOLC12 e EGSC12 foram variáveis significativas no modelo. Esse resultados foram inferiores aos observados por Luchiari Filho, (1986) para animais não castrados (R^2=0.47). Por outro lado, contrário ao esperado, a equação para estimativa do PERPC em machos castrados apresentaram um coeficiente de determinação muito baixo (R^2=0,05). Isso ocorreu em função de nenhuma das medidas de gordura (EGSC12 e GRPI) terem entrado no modelo de predição, uma vez que essas características tem sido as mais associadas com a PERPC.

O PCF não foi uma variável significativa para predição do rendimento dos cortes tanto nos machos castrados quanto nos não castrados, mas foi incluído no modelo que continha todos os animais. Esses resultados estão de acordo com os descritos por Greiner, Rouse *et al.*, (2003) que afirmaram que o PCF esta mais relacionado com o PESPC do que com a PERPC.

Tabela 8 Equações de regressão para predição do peso e percentagem da porção comestível, tendo como variáveis independentes as medidas retiradas da analise de vídeo imagem da secção da 12ª costela.

					Coeficientes de regressão parcial				
Variáveis dependentes	Sexo	EPP	R^2	Cp	Intercepto	PCF	AOL12	EGS12	GRPI
Porção comestível, kg									
	NC	2,28	0,93	2,07	-11.958*	0.720***	0.119*	0.641*	-
	MC	1,70	0,95	2,84	-1.007	0.677***	0.067*	-	-
	G	2,33	0,95	1,81	-12.442***	0.776*	0.070*	-	-0.166*
Porção comestível, %									
	NC	1,48	0,24	0,10	64.297***	-	0.076*	0.413*	-
	MC	1,23	0.06	1.56	67.745***	-	0.037	-	-
	G	1,55	0,25	2,24	62.644***	0.0419*	0.050*		-0.104

EPP- erro padrão de predição; R^2- coeficiente de determinação; Cp- coeficiente de Pearson; PCF- peso de carcaça fria; AOL12- área de olho de lombo da 12ª costela; EGS12- espessura da gordura subcutânea da 12ª costela; GRPI- gordura renal, pélvica e inguinal.

*** P≤0,0001;**P≤0,001; *P≤0,05

Equações de predição para estimar o peso e a percentagem de porção comestível através de características de carcaça avaliadas por análise de imagem na região 5ª costela

O PCF aliado às características obtidas pela análise de imagem explicaram aproximadamente 96% da variação no PESPC e entre 23 a 48% da variação na PERPC (Tabela 9). Oliván, *et al.*, (2001) avaliaram características de carcaça na região entre a 5ª e a 6ª costelas para predição da carne magra em bovinos não castrados da raça Asturiana de Los Valles e observaram que essas medidas apresentaram um R^2=0,87 e as características observadas entre a 10ª e 11ª costelas apresentaram um R^2=0,87 e concluíram que as características avaliadas nessa região tem poder de predição semelhante àquelas avaliadas na região da 10ª costela.

Johnson, *et al.*, (1995) trabalhando com 49 animais castrados de diferentes grupos genéticos, realizou um comparativo entre a área de olho de lombo medida na 5ª e 10ª costelas e relataram que a área da 5ª possui capacidade de predizer o PESPC assim como a área de olho de lombo da 10ª costela, entretanto, os autores concluíram que melhores predições foram obtidas quando esta variável é associada ao PCF, resultando em um R^2 de 0,78. Os mesmos autores concluíram que a EGS5 apresenta uma pobre contribuição para estimar a PESPC, diferente do observado neste trabalho, onde a EGSC foi uma variável significativa para predizer essa característica.

A equação para estimativa da PERPC em animais castrados apresentou um R^2 de 0,238, valor este inferior a dos animais não castrados (R^2=0,48), entretanto este valor foi superior ao da equação obtida usando características avaliadas na região da 12ª costela. Nade, *et al.*, (2007) trabalhando com animais castrados e novilhas *Japanese Black* x *Limousin*, utilizaram a análise de vídeo imagem para avaliar características de carcaça na região entre a 6ª e a 7ª costelas, relataram que suas equações para estimar o PESPC e PERPC, apresentaram R^2 de 0,90 e 0,79, respectivamente.

Tabela 9 Equações de regressão para predição do peso e percentagem da porção comestível, tendo como variáveis independentes as medidas retiradas da analise de vídeo imagem da secção da 5ª costela.

					Coeficientes de regressão parcial					
Variáveis dependentes	Sexo	EPP	R²	Cp	Intercepto	PCF	AOL5	EGS5	EGI5	ESPCOST
Porção comestível, kg										
	NC	1,87	0,96	4,761	-16.809***	0.833***	0.320*	-0.692***	-	-0.092**
	MC	1,54	0,96	5,978	-2.773	0.699***	0.210*	-0.249*	-	-
	M	1,86	0,97	5,286	-11.803***	0.783***	0.301***	-0.412***	0.088*	-0.070**
Porção comestível, %										
	NC	1,19	0,49	4,899	61.504***	0.069**	0.219*	-0.435***	-	-0.062**
	MC	1,11	0,24	2,950	67.784*	-	0.156*	-0.182*	-	-
	M	1,24	0,50	5,135	63.106***	0.048***	0.210***	-0.279***	0.053*	-0.046**

EPP- erro padrão de predição; R²- coeficiente de determinação; Cp- coeficiente de Pearson; PCF- peso de carcaça fria; AOL5- área de olho de lombo da 5ª costela; EGS5- espessura da gordura subcutânea da 5ª costela; EGI5- espessura de gordura intermuscular; ESPCOST- espessura de costela.

*** P≤0,0001;**P≤0,001; *P≤0,05

Validação das equações de predição para estimar o peso e a percentagem de porção comestível utilizando características avaliadas por análise de imagem na região da 5ª costela, em animais castrados e não castrados.

Na validação das equações de predição do PESPC, observou-se um coeficiente de determinação muito semelhante ao obtido no desenvolvimento das equações nos animais castrados (R^2=0,92; Figura 3), entretanto, para os animais não castrados esse valor foi um pouco menor (R^2=0,83; Figura 4). Esta variação deve-se ao fato de serem dados obtidos de animais de outro ano, entretanto nos indica que a equação pode ser utilizada para predizer o PESPC, mas é necessário mais estudos com um numero maior de animais.

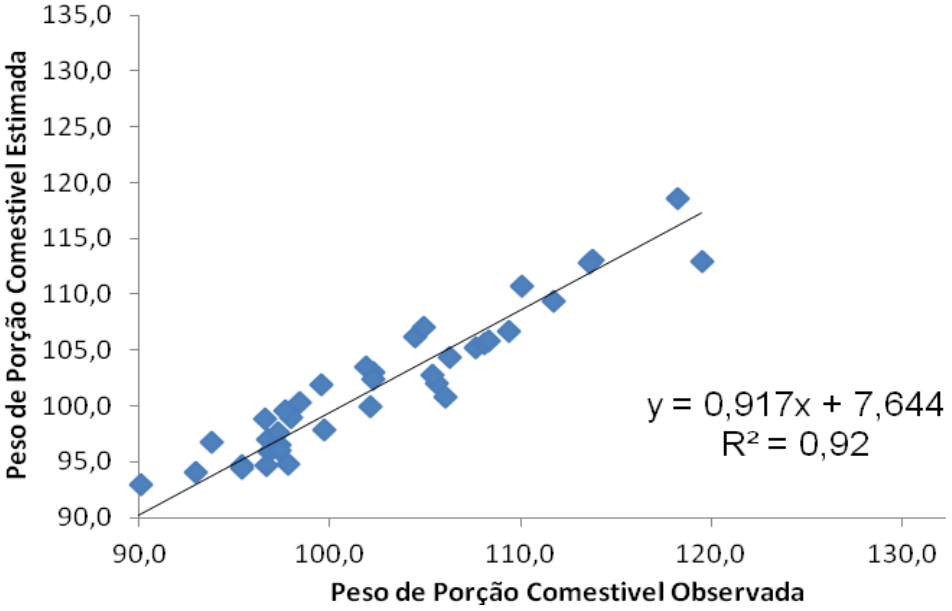

Figura 3. Peso da porção comestível observada e estimada em animais castrados.

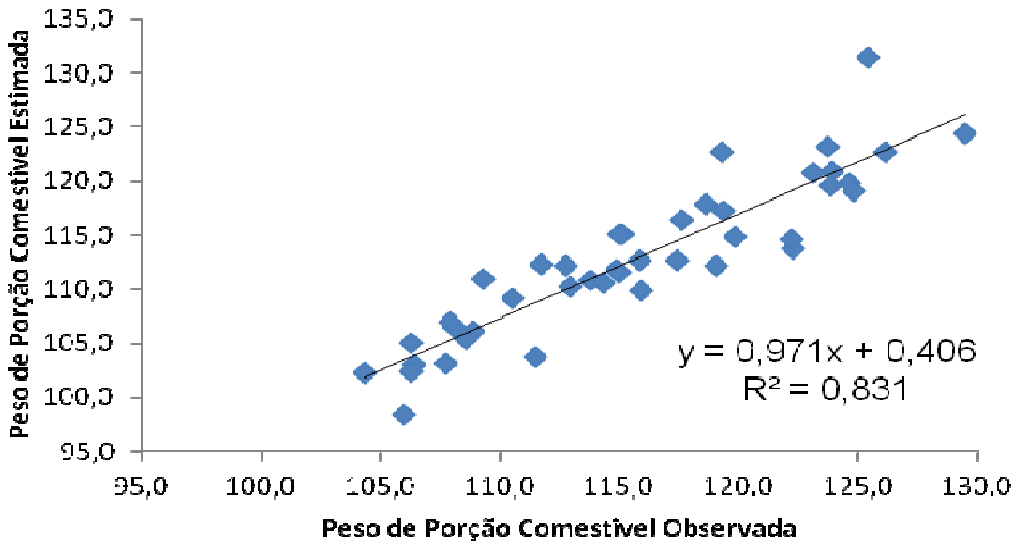

Figura 4. Peso da porção comestível observada e estimada em animais não castrados.

Resultado semelhante foi observado em relação à PERPC, onde o coeficiente de determinação da validação foi menor em relação aos da calibração, tanto para machos castrados quanto para não castrados (Figuras 5 e 6, respectivamente). Semelhante ao observado na equação do PESPC, o coeficiente de determinação da validação foi menor nos animais castrados.

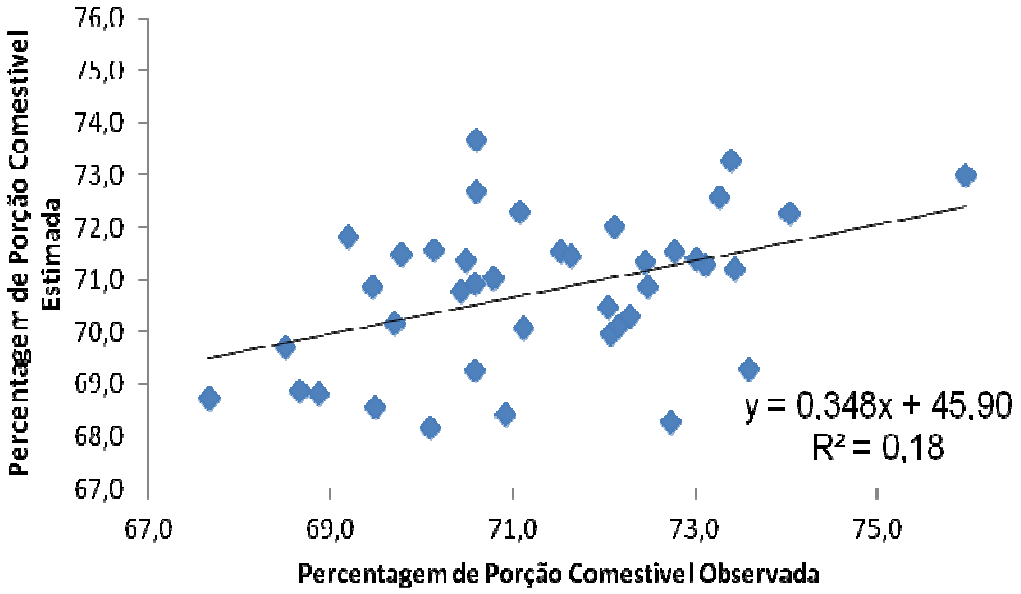

Figura 5 Percentagem da porção comestível observada e estimada em animais castrados.

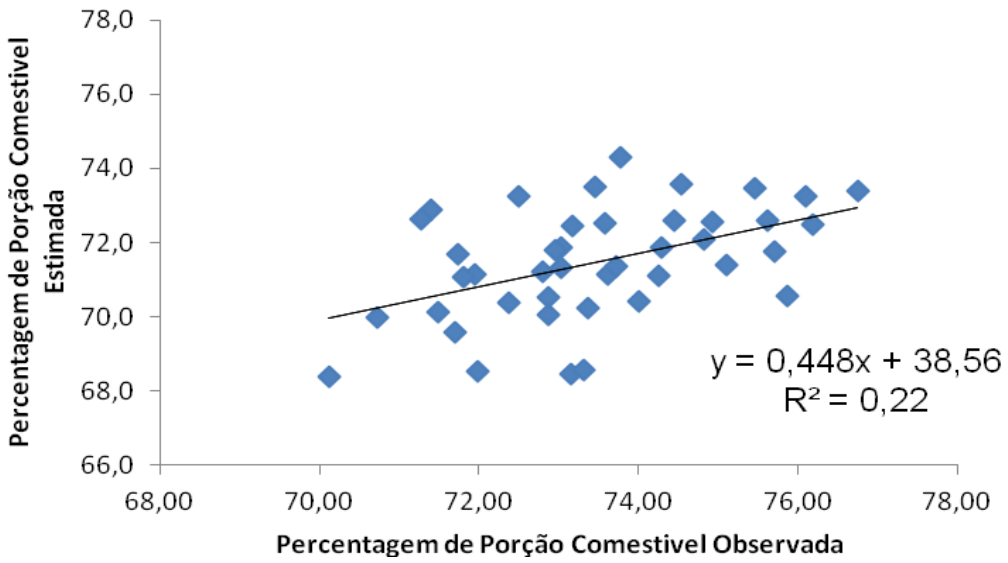

Figura 6. Percentagem da porção comestível observada e estimada em animais não castrados.

CONCLUSÕES

Características avaliadas na região da 5ª costela podem ser utilizadas para estimar o peso da porção comestível, com acurácia semelhante às medidas obtidas na região da 12ª costela.

A percentagem de porção comestível foi estimada com maior acurácia utilizando características avaliadas na região da 5ª costela em comparação com as obtidas na região da 12ª costela, porem em ambos os casos foi baixa.

ANEXOS

Anexo 1. Estatística descritiva de todas variáveis estudadas

Característica	Sexo	Número	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Peso vivo	MI	59	531,5	30,0	460	596
	MC	63	489,4	29,2	414	608
	M	122	509,8	36,2	414	608
Peso de carcaça quente	MI	59	317,9	22,0	265	366
	MC	63	288,6	19,2	240	353
	M	122	307,8	25,3	240	366
Peso de carcaça fria[1]	MI	59	154,6	11,2	127	179
	MC	63	139,8	10,0	116	171
	M	122	146,9	12,9	116	179
Dianteiro	MI	59	58,1	4,3	48,7	65,8
	MC	63	50,0	3,7	40,4	60,4
	M	122	53,9	5,7	40,4	65,8
Músculo do dianteiro	MI	59	40,7	3,5	33,5	47,5
	MC	63	33,3	2,7	26,5	40,1
	M	122	36,9	4,8	26,5	47,5
Ponta de agulha	MI	59	22,8	2,2	18,6	27,1
	MC	63	22,2	2,2	17,6	31,0
	M	122	22,5	2,2	17,6	31,0
Músculos ponta de agulha	MI	59	16,6	1,9	12,4	20,8
	MC	63	15,7	1,6	11,3	19,8
	M	122	16,1	1,8	11,3	20,8
Traseiro	MI	59	70,6	5,4	55,7	84,0
	MC	63	65,6	4,7	54,3	77,7
	M	122	68,0	5,6	54,3	84,0
Carne do traseiro	MI	59	51,6	4,2	40,5	62,4
	MC	63	47,3	3,5	38,0	56,5
	M	122	49,4	4,4	38,0	62,4
Porção comestível kg	MI	59	111,9	9,4	93,4	134,6
	MC	63	98,2	7,3	78,2	118,5
	M	122	104,8	10,7	78,2	134,6
Pesos de retalhos kg	MI	59	14,5	2,4	8,4	19,9
	MC	63	15,5	2,3	12,3	24,2
	M	122	15,0	2,4	8,4	24,2
Ossos total kg	MI	59	28,3	2,1	23,8	33,8
	MC	63	26,0	2,2	21,2	30,9
	M	122	27,1	2,4	21,2	33,8
Porção comestível %	MI	59	72,3	1,7	68,6	75,4
	MC	63	70,3	1,3	67,0	73,4
	G	122	71,3	1,8	67,0	75,4
Ossos %	MI	59	18,3	1,1	16,3	21,1
	MC	63	18,6	1,1	16,3	21,6
	G	122	18,5	1,1	16,3	21,6
Retalhos %	MI	59	9,4	1,5	6,0	13,1
	MC	63	11,1	1,3	9,0	14,9
	G	122	10,3	1,6	6,0	14,9
Área de olho de lombo 12ª	MI	58	75,0	7,0	52,6	89,1
cm²	MC	61	68,2	8,0	54,5	85,9
	M	119	71,5	8,2	52,6	89,1
Gordura subcutânea 12ª mm	MI	58	5,4	1,6	2,8	9,3
	MC	62	5,9	1,9	2,1	12,6
	M	120	5,7	1,8	2,1	12,6
Gordura inguinal, pélvica e	MI	59	10,4	1,8	6,9	14,7
Renal kg	MC	63	11,9	2,3	7,7	16,6

M	122	11,2	2,2	6,9	16,6

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERG, R.; BUTTERFIELD, R. Growth patterns of bovine muscle, fat and bone. **Journal of Animal Science,** v. 27, n. 3, p. 611, 1968.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno**. Zaragoza: Acribia, 1979. 297

BUSCH, D. et al. Predicting edible portion of beef carcasses from rib separation data. **Journal of Animal Science,** v. 27, n. 2, p. 351, 1968.

EPLEY, R. et al. Prediction of weight and percent retail cuts of beef using five carcass measurements. **Journal of Animal Science,** v. 30, n. 6, p. 872, 1970.

GREINER, S. et al. Prediction of retail product weight and percentage using ultrasound and carcass measurements in beef cattle. **Journal of animal science,** v. 81, n. 7, p. 1736, 2003.

HEDRICK, H. Methods of estimating live animal and carcass composition. **Journal of Animal Science,** v. 57, n. 5, p. 1316, 1983.

HERRING, W. et al. Comparison of live and carcass equations predicting percentage of cutability, retail product weight, and trimmable fat in beef cattle. **Journal of Animal Science,** v. 72, n. 5, p. 1107, 1994.

JOHNSON, E.; TAYLOR, D.; PRIYANTO, R. The estimation of beef carcass muscle using cross-sectional area of M. longissimus dorsi at the fifth rib. **Meat science,** v. 40, n. 1, p. 13-19, 1995. ISSN 0309-1740.

KARNUAH, A. et al. Computer image analysis for prediction of carcass composition from cross-sections of Japanese Black steers. **Journal of Animal Science,** v. 79, n. 11, p. 2851-2856, 2001. ISSN 0021-8812.

LUCHIARI FILHO, A. **Characterization and prediction of carcass cutability traits of zebu and crossbreed types of cattle produced in southeast Brazil. Manhattan**. 1986. 89 Doctor, Kansas State University

NADE, T. et al. Estimation of the carcass composition from a cross-section of the rib-loin from crossbred Japanese Black× Limousin F2 cattle by computer image analysis. **Animal Science Journal,** v. 78, n. 6, p. 567-574, 2007. ISSN 1740-0929.

OLIVÁN, M. et al. Estimation of the carcass composition of yearling bulls of Asturiana de los Valles breed from the dissection of a rib joint. **Meat science,** v. 57, n. 2, p. 185-190, 2001. ISSN 0309-1740.

RIUS-VILARRASA, E. et al. Evaluation of Video Image Analysis (VIA) technology to predict meat yield of sheep carcasses on-line under UK abattoir conditions. **Meat science,** v. 82, n. 1, p. 94-100, 2009. ISSN 0309-1740.

SAINZ, R. D.; ARAUJO, F. R. C. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. 2001. Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos Campinas. p.26-55.

SHACKELFORD, S.; WHEELER, T.; KOOHMARAIE, M. Coupling of image analysis and tenderness classification to simultaneously evaluate carcass cutability, longissimus area, subprimal cut weights, and tenderness of beef. **Journal of animal science,** v. 76, n. 10, p. 2631-2640, 1998. ISSN 0021-8812.

TAIT JR, R.; WILSON, D.; ROUSE, G. Prediction of retail product and trimmable fat yields from the four primal cuts in beef cattle using ultrasound or carcass data. **Journal of animal science,** v. 83, n. 6, p. 1353, 2005.

TAROUCO, J. U. et al. Comparação entre medidas ultra-sônicas e da carcaça na predição da composição corporal em bovinos. Estimativas do peso e da porcentagem dos cortes comerciais do traseiro. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 36, n. 6, p. 2092-2101, 2007.

TEIRA, G. A. et al. Digital-image analysis to predict weight and yields of boneless subprimal beef cuts. **Scientia Agricola,** v. 60, n. 2, p. 403-408, 2003. ISSN 0103-9016.

WASSENBERG, R. L.; ALLEN, D.; KEMP, K. Video image analysis prediction of total kilograms and percent primal lean and fat yield of beef carcasses. **Journal of Animal Science,** v. 62, n. 6, p. 1609, 1986.

WILLIAMS, R. et al. Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. **Journal of animal science,** v. 75, n. 1, p. 7, 1997.