

Estimativa do Peso e do Rendimento de Carcaça de Tourinhos Brangus e Nelore, por Medidas de Ultra-sonografia¹

Saulo da Luz e Silva², Paulo Roberto Leme³, Soraia Marques Putrino⁴, Luciane Silva Martello⁵, César Gonçalves de Lima⁶, Dante Pazzanese Duarte Lanna⁷

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi obter equações para estimar o peso de carcaça quente (PCQ) e o rendimento de carcaça (RC) a partir de medidas de ultra-som (US) de 48 machos inteiros, das raças Brangus e Nelore, confinados com dietas com 20, 40, 60 ou 80% de concentrado. As medidas de US obtidas com um equipamento PieMedical Scanner 200 Vet com transdutor linear de 178 mm foram a área de olho de lombo (AOLU) e a espessura de gordura subcutânea (EGSU) entre a 12^a e 13^a costelas e a espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris* (EGPU), além do peso vivo (PV), a cada intervalo de aproximadamente 28 dias. Foram estimadas equações de regressão para cada raça e também uma equação geral. As melhores equações foram selecionadas através da estatística Cp. A correlação entre as medidas por US antes do abate e na carcaça foram de 0,83 entre AOLU e a medida da área na carcaça e de 0,86 entre EGSU e espessura de gordura na carcaça. As equações para estimar o PCQ foram mais acuradas quando realizadas mais próximas ao abate, entretanto, as equações para estimativa do RC foram praticamente constantes durante todos os períodos e com menor acurácia. A equação geral apresentou acuracidade semelhante ou menor para ambas as características, comparadas às equações específicas para cada raça. A estimativa do PCQ e RC usando medidas por US foram semelhantes àquelas em que foram utilizadas as mesmas medidas tomadas diretamente na carcaça. A EGPU não aumentou a acurácia das estimativas, quando a EGSU já estava presente no modelo.

Palavras-chave: área de olho de lombo, bovinos de corte, confinamento, equações de predição, espessura de gordura subcutânea, ultra-som

Prediction of Carcass Weight and Dressing Percentage in Nelore and Brangus Young Bulls, by Ultrasound Measurements

ABSTRACT - The objective of this work was to obtain equations to estimate hot carcass weight (PCQ) and dressing percentage (RC) from ultrasound measurements (US) of 48 young bulls of the Brangus and Nelore breeds, fed diets with 20, 40, 60 or 80% of concentrate. Ultrasonic measurements made with a PieMedical Scanner 200 Vet equipment, with linear array transducer of 178 mm coupled with standoff guide, were ribeye area (AOLU), backfat thickness (EGSU) between 12^a and 13^a ribs and the fat thickness over the *Biceps femoris* (EGPU) muscle and live weight were collected on intervals of approximately 28 days. Regression equations for each breed and an overall equation were established. The best equations were selected through the Cp statistics. Correlations between measurements taken by ultrasound and after slaughter were 0.83 between AOLU and carcass area and 0.86 between EGSU and carcass backfat. Equations to estimate PCQ showed greater accuracy when measurements were taken closer to slaughter. However, equations to estimate RC showed lower accuracy and showed no improvement closer to slaughter. The overall equation showed the same or less accuracy for both characteristics if compared to equations of each breed. Predictions of PCQ and RC using ultrasound measurements showed results similar to those using the same measurements taken directly on carcass. The EGPU measurement did not increase the accuracy of predictions when EGSU already in model.

Key Words: beef cattle, fat thickness, feedlot, prediction equations, ribeye area, ultrasound

Introdução

O potencial da utilização da ultra-sonografia para avaliação de características de carcaça em bovinos vivos, tem sido bastante estudada por vários pesquisadores (Stouffer et al., 1962 ; Wilson, 1992; Kemp et

al., 2002, entre outros). Essa técnica permite uma avaliação rápida, não invasiva ou destrutiva e com boa precisão da composição corporal.

Segundo Wilson (1992), a utilização da ultra-sonografia para estimar a proporção de músculo e a quantidade de gordura é mais acurada do que o peso

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP). Projeto financiado pela FAPESP.

² Aluno de Doutorado FZEA/USP, Bolsista FAPESP. Cx.Postal 23, Pirassununga, SP – CEP: 13.630-000. E.mail: sauloluz@fzea.usp.br

³ Professor Doutor, Depto. Zootecnia, FZEA/USP, Pirassununga, SP. E.mail: prleme@usp.br

⁴ Aluna de Doutorado da FZEA/USP, Pirassununga, SP. E.mail: somarqputrino@ig.com.br

⁵ Aluna de Doutorado da FZEA/USP, Pirassununga, SP. E.mail: martello@usp.br

⁶ Professor Doutor, Depto. Ciências Básicas, FZEA/USP, Pirassununga, SP. E.mail: cegdlima@usp.br

⁷ Professor Doutor, Depto. Zootecnia, ESALQ/USP, Bolsista CNPq. E.mail: dpdlanna@esalq.usp.br

vivo e outras características facilmente medidas.

Vários trabalhos mostram boas correlações entre as medidas realizadas por ultra-som pré-abate e as respectivas medidas na carcaça (Rouse et al., 1992; Silva et al., 2001, entre outros).

Entretanto, as correlações entre as medidas de ultra-som e na carcaça podem ser influenciadas por limitações tecnológicas (aparelhos), experiência do técnico, nível de gordura e músculo, sexo e idade do animal, mudança nas características dos tecidos pós-morte, remoção da gordura junto com o couro e deslocamento dos músculos em relação ao esqueleto (Perkins, 1992).

Muitos pesquisadores têm tentado desenvolver equações matemáticas com o objetivo de estimar a composição da carcaça. Um método confiável para a estimativa da composição corporal é essencial em muitos estudos, principalmente onde é necessário determinar a taxa ou eficiência de crescimento dos tecidos (Luchiari Filho, 1986). O autor também salienta que um método ideal para estimar a composição corporal deve ser preciso, com boa repetibilidade, facilmente conduzido, barato e aplicável a animais de diferentes idades, tamanhos corporais, escores musculares, raças, sexos e graus de acabamento.

Vários métodos têm sido desenvolvidos com o objetivo de estimar a composição da carcaça e, apesar de ser de pequeno valor para este fim, a avaliação visual é a mais utilizada (Luchiari Filho, 1986).

Métodos utilizando medidas realizadas diretamente na carcaça apresentam uma boa correlação com a composição da mesma. Entretanto, esses métodos exigem o abate do animal, demandam muito tempo e são de alto custo (Hedrick, 1983). Isso levou à procura por métodos indiretos não destrutivos, que permitam a obtenção da composição do mesmo animal repetidas vezes (Leme, 1993).

A avaliação da área de olho de lombo (AOLU), espessura de gordura subcutânea (EGSU), gordura intramuscular e espessura de gordura sobre o *Biceps femuris* (EGPU) medidas por ultra-sonografia, aliadas a outras características medidas no animal vivo, tais como o peso vivo, a altura da garupa, a idade e o grupo genético têm sido utilizadas com o objetivo de estimar a composição corporal de animais vivos (Waldner et al., 1992; Hassen et al., 1997; Williams et al., 1997; Wolcott et al., 1997; Hassen et al., 1999; Rouse et al., 2000; Realini et al., 2001).

Hedrick (1983) comenta que na maioria das pesquisas, a área de olho de lombo (AOL) foi sig-

nificativamente e positivamente relacionada com várias medidas de carne magra na carcaça, quando o excesso de gordura foi retirado ou padronizado a uma espessura uniforme. Ainda segundo o mesmo autor, os coeficientes de correlação da AOL com o peso vivo foram maiores do que com a percentagem da porção comestível (PERPC). Porção comestível pode ser definida como a quantidade ou percentagem de cortes cárneos desossados, retirados os excessos de gordura (Luchiari Filho, 1986).

Equações utilizando medidas na carcaça, tais como peso de carcaça quente (PCQ), AOL, EGS, gordura pélvica, renal e cardíaca entre outras, explicam em torno de 95% a 98% da variação encontrada no peso dos cortes comerciais (PCC) e cerca de 40% a 60% na PERPC (Epley et al., 1970; Luchiari Filho, 1986). Características de carcaça avaliadas por ultra-som, no animal vivo, aliadas ao peso vivo (PV) apresentam resultados semelhantes aos obtidos diretamente na carcaça (Williams et al., 1997; Hassen et al., 1997; Wolcott et al., 1997, entre outros).

De acordo com Wolcott et al. (1997), é necessário estabelecer a acurácia e a estabilidade da relação entre as medidas realizadas por ultra-som e PERPC dentro de sistemas específicos de produção e, se essas relações forem estáveis, é importante e necessário verificar se podem ser obtidas no animal ainda jovem. Ainda segundo os autores, medidas obtidas na desmama, por exemplo, podem ser utilizadas como ferramentas para melhor agrupar animais de acordo com as especificações do mercado alvo, bem como um meio de identificar animais de mérito genético superior.

Devitt & Wilton (2001) e Kemp et al. (2002) afirmam que medidas de ultra-som podem ser utilizadas em substituição aos dados avaliados diretamente na carcaça para programas de avaliação genética. Também Reverter et al. (2000) afirmam que medidas de ultra-som oferecem uma maneira relativamente barata de se obter dados de carcaça de animais vivos, com uma acurácia suficiente para estimar valores genéticos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver equações para estimar características de carcaça, utilizando medidas obtidas por ultra-som, em diferentes períodos (idades dos animais) e raças.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo – FZEA/USP, Campus Administrativo de

Pirassununga, Estado de São Paulo.

Foram utilizados 48 machos inteiros, sendo 24 da raça Nelore e 24 da raça Brangus (5/8 Angus x 3/8 Nelore), com peso médio inicial de 236 kg e 322 dias de idade para os animais da raça Brangus e 231 kg e idade média de 297 dias, para os animais da raça Nelore. Os animais foram divididos em 4 grupos e confinados por 142 dias com dietas com 20, 40, 60 ou 80% de concentrado e silagem de milho como fonte de concentrado. Os tratamentos foram sorteados e tiveram seis repetições dentro de cada raça.

As instalações onde foi realizado o experimento eram equipadas com portões eletrônicos do tipo Calan (Calan Systems Inc.), que permitiram o fornecimento de diferentes dietas no mesmo piquete e o controle de consumo individual.

A colheita dos dados foi realizada em intervalos de aproximadamente 28 dias, pois devido às chuvas, que impossibilitaram a colheita dos dados de ultra-som, os intervalos entre as medidas foram de 26, 27, 31, 25, 16 e 17 dias, a partir do início do período experimental (após 28 dias de adaptação).

Além do peso vivo (PV) foram obtidas medidas de ultra-som da área de olho de lombo (AOLU) e da espessura de gordura subcutânea (EGSU) entre a 12^a e a 13^a costelas e espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris* (EGPU). As medidas foram realizadas após os animais serem submetidos a jejum completo de 18 horas.

Para a obtenção das imagens de ultra-som, foi utilizado um equipamento de ultra-som marca Piemedical, modelo Scanner 200 VET, com um transdutor de arranjo linear com frequência de 3.5 MHz e 178 mm de comprimento, com uma guia acústica acoplada para melhor adaptação a anatomia do corpo do animal.

Após a imobilização do animal em um tronco de contenção, foi localizado, por palpação, o espaço entre a 12^a e a 13^a costelas. Sobre o local da medida foi colocado óleo vegetal como acoplante acústico. Sua utilização é de suma importância para uma boa transmissão e recepção das ondas de ultra-som, pois a presença de ar entre o transdutor causa a perda da energia gerada pelo ultra-som antes que ela penetre no corpo do animal. Para a colheita da EGPU, colocou-se o transdutor, sem guia acústica, em linha reta entre o íleo e o ísquio, até a visualização da imagem correta para a realização da medida, ou seja, a borda superior do *Biceps femuris*. As imagens obtidas foram gravadas em um microcomputador acoplado ao

ultra-som para posterior análise, através do programa de computacional EView[®] (Piemedical Inc.).

Imediatamente após o abate foi obtido o PCQ e logo em seguida as carcaças foram colocadas em câmara fria a uma temperatura de 0°C.

Após 24 horas de resfriamento, a meia-carcaça esquerda de cada animal foi seccionada entre a 12^a e a 13^a costelas, para a obtenção da (AOLC), espessura de gordura subcutânea (EGSC) na carcaça. A determinação da AOLC e EGSC foi realizada com o auxílio de uma grade quadriculada (1 cm²) especial para esta finalidade.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. As equações para estimar o PCQ e o rendimento de carcaça (RC) foram determinadas através de regressão múltipla (SAS, 1990), utilizando o PV, AOLU, EGSU, EGPU como variáveis independentes, dentro de cada período e raça. Também foi determinada uma equação geral, também para cada período, utilizando os dados de ambas as raças.

Foram obtidas todas as equações possíveis, e uma foi selecionada de acordo com os seguintes critérios: Cp mais próximo a p, com p mínimo, menor variância residual, maior coeficiente de determinação (R²) e menor número de variáveis independentes.

Segundo MacNeil (1983), o Cp relaciona o R² e a variância residual, e, é um critério de escolha de equações mais adequado que o R² somente, permitindo a identificação de subconjuntos ótimos quando valores de Cp se aproximam de p, com p mínimo.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, encontram-se as médias e os erros-padrão das características avaliadas nas raças Nelore e Brangus. Os animais foram abatidos com idades médias de 455 e 429 dias e peso final de 399 e 366 kg, para os animais Brangus e Nelore, respectivamente. O ganho médio diário foi 1,16 e 0,92 kg para os animais Brangus e Nelore, respectivamente. Os animais Brangus apresentaram PCQ médio de 222 kg e RC de 55,5%, enquanto PCQ dos Nelore foi de 210 kg e o RC de 58,1%.

Neste trabalho, as correlações entre as medidas de AOLU e EGSU foram de 0,83 e 0,86 (p<0,01), com AOLC e EGSC, respectivamente.

Rouse et al. (1992) encontraram correlações de 0,86 entre as medidas de AOLC e AOLU e 0,91 entre EGSC e EGSU, enquanto Silva et al. (2001) obtiveram coeficientes de correlações de 0,74 e 0,87

Tabela 1 - Médias e erros-padrão (EP) das características avaliadas *in vivo* e na carcaça, nos animais Brangus e Nelore
 Table 1 - Means and standard errors (SE) of characteristics evaluated *in vivo* and on the carcass in Nelore and Brangus cattle

Características <i>Characteristics</i>	Raças (<i>Breeds</i>)			
	Brangus (<i>Brangus</i>)		Nelore (<i>Nellore</i>)	
	Média <i>Mean</i>	EP <i>SE</i>	Média <i>Mean</i>	EP <i>SE</i>
Idade média inicial, dias <i>Initial age mean, days</i>	322	3,89	297	3,70
Idade média final, dias <i>Final age mean, days</i>	455	4,40	429	3,79
Peso vivo inicial, kg <i>Initial body weight, kg</i>	236	5,97	231	3,62
Peso vivo final, kg <i>Final body weight, kg</i>	399	9,15	366	6,15
Peso Carcaça Quente, kg <i>Hot carcass weight, kg</i>	222	5,72	210	3,71
Rendimento de carcaça, % <i>Dressing percentage, %</i>	55,5	0,29	58,1	0,23
AOLU inicial, cm ² <i>Initial AOLU, cm²</i>	42,1	1,07	45,2	1,26
AOLU final, cm ² <i>Final AOLU, cm²</i>	66,9	1,72	65,0	1,34
AOLC, cm ² <i>AOLC, cm²</i>	61,4	1,74	62,5	1,69
EGSU inicial, mm <i>Initial EGSU, mm</i>	0,1	0,09	0,2	0,13
EGSU final, mm <i>Final EGSU, mm</i>	4,0	0,34	3,4	0,30
EGSC, mm <i>EGSC, mm</i>	4,4	0,38	3,8	0,37
EGPU inicial, mm <i>Initial EGPU, mm</i>	0,2	0,10	0,1	0,10
EGPU final, mm <i>Final EGPU, mm</i>	4,1	0,38	3,7	0,33

AOLC – área de olho de lombo na carcaça (*Carcass ribeye area*); AOLU – área de olho de lombo por ultra-som (*Ultrasound ribeye area*); EGSC – Espessura de gordura subcutânea na carcaça (*Carcass backfat thickness*); EGSU – Espessura de gordura subcutânea medida por ultra-som (*Ultrasound backfat thickness*); EGPU – Espessura de gordura sobre o *Biceps femuris* medida por ultra-som (*Ultrasound rump fat*).

entre AOLU e EGSU, com as respectivas medidas na carcaça.

Smith et al. (1992) relataram que a medida da EGSU antes do abate foi precisa, o que não ocorreu com a AOLU, ressaltando o cuidado que deve ser observado ao utilizar essas medidas em decisões de estratégias de manejo.

Os dados deste trabalho indicam que essas características podem ser avaliadas com boa acurácia nos animais vivos, possibilitando o monitoramento das alterações das características de carcaça por ultra-som.

As correlações obtidas entre as variáveis independentes e as dependentes, calculadas depois de retirados os efeitos de tratamento, estão dispostas na Tabela 2.

O PV foi a característica que apresentou maior correlação com o PCQ ($p < 0,01$), variando de 0,87 a

0,98 no Brangus e de 0,78 a 0,97 no Nelore. As correlações foram praticamente constantes em todas as medidas, entretanto, maiores valores podem ser observados à medida que foram realizadas mais próximas do abate, para ambas as raças.

Comportamento semelhante foi observado por Hassen et al. (1997), que obtiveram correlações entre PCQ e PV de 0,66 no início do período experimental (90 dias antes do abate) e de 0,90 imediatamente antes do abate. Também Hassen et al. (1999), trabalhando com animais abatidos em diferentes idades (365, 382, 414 ou 448 dias), obtiveram correlações que variaram de 0,75 a 0,78, enquanto que Waldner et al. (1992) relataram uma correlação de 0,91 entre PV e PCQ.

Depois do PV a AOLU foi a característica que apresentou maior coeficiente de correlação ($p < 0,01$)

Tabela 2 - Correlações simples entre as variáveis dependentes e independentes, realizadas em diferentes idades e raças

Table 2 - Simple correlations among dependent and independents variables at different ages and breeds

Variáveis dependentes <i>Dependent variables</i>	Variáveis independentes <i>Independent variables</i>								
	Dias ¹ <i>Days¹</i>	PV, kg <i>PV, kg</i>		AOLU, cm ² <i>AOLU, cm²</i>		EGSU, mm <i>EGSU, mm</i>		EGPU, mm <i>EGPU, mm</i>	
		Brangus <i>Brangus</i>	Nelore <i>Nellore</i>	Brangus <i>Brangus</i>	Nelore <i>Nellore</i>	Brangus <i>Brangus</i>	Nelore <i>Nellore</i>	Brangus <i>Brangus</i>	Nelore <i>Nellore</i>
Peso de carcaça	0	0,87**	0,78**	0,72**	0,73**	0,53**	0,00	0,48*	0,35
Quente, kg	26	0,93**	0,83**	0,75**	0,74**	0,55**	0,41 ^Δ	0,22	0,54**
<i>Hot carcass</i>	53	0,92**	0,93**	0,60**	0,67**	0,50*	0,62**	0,31	0,62**
<i>weight, kg</i>	84	0,94**	0,92**	0,64**	0,74**	0,46*	0,52**	0,28	0,42 ^Δ
	109	0,96**	0,96**	0,70**	0,75**	0,44*	0,54**	0,19	0,54**
	125	0,98**	0,95**	0,72**	0,78**	0,42 ^Δ	0,57**	0,16	0,52**
	142	0,98**	0,97**	0,70**	0,84**	0,42 ^Δ	0,63**	0,16	0,48*
Rendimento de carcaça, %	0	0,33	0,32	0,31	0,28	0,33	0,01	0,36	0,32
<i>Dressing percentage, %</i>	26	0,30	0,29	0,41*	0,31	0,06	0,05	0,22	0,10
	53	0,29	0,34	0,39	0,38 ^Δ	0,14	0,16	0,14	0,06
	84	0,20	0,31	0,34	0,32	0,19	0,11	0,12	-0,08
	109	0,14	0,33	0,33	0,32	0,19	0,06	0,12	-0,07
	125	0,18	0,29	0,25	0,37 ^Δ	0,21	0,05	0,05	-0,06
	142	0,10	0,31	0,21	0,36	0,25	0,17	0,05	0,15

¹dias a partir do início do confinamento (*days after beginning feeding*); PV – peso vivo (*body weight*); AOLU – área de olho de lombo por ultra-som (*ultrasound ribeye area*); ESGU – espessura de gordura subcutânea por ultra-som (*ultrasound backfat thickness*); EGPU – espessura de gordura sobre o *Biceps femuris* por ultra-som (*ultrasound rump fat*).

** p<0,01 * p<0,05 ^Δ p<0,10.

com o PCQ variando de 0,60 a 0,75 no Brangus e de 0,67 a 0,84 no Nelore, também apresentando maiores valores quanto mais próximas ao abate. Esses dados são superiores aos obtidos por Hassen et al. (1997), que obtiveram correlações de 0,28 a 0,52, também superiores aos 0,75 a 0,78 obtidos por Hassen et al. (1999). Waldner et al. (1992) encontraram correlação de 0,54 entre PCQ e AOLC e 0,23 entre PCQ e EGSC.

As ESGU obtidas neste trabalho apresentaram correlações positivas e significativas (p<0,05) em relação ao PCQ, variando de 0,42 a 0,55 nos animais Brangus e de 0 a 0,62 nos animais Nelore, superiores as obtidas por Hassen et al. (1997), (-0,05 a 0,19), enquanto EGPU apresentou correlações inferiores (0,16 - 0,48 no Brangus e 0,35 a 0,62 no Nelore) à ESGU.

Luchiari Filho (1986) encontrou correlação de 0,76 e 0,28 do PCQ com AOLC e EGSC, respectivamente, em machos inteiros da raça Nelore.

Em relação ao RC, as correlações foram baixas e também se mantiveram praticamente constantes em todas as características avaliadas e em ambas as raças.

As correlações obtidas nesse trabalho, nas diferentes características avaliadas, se comportaram de

maneira similar nos diferentes períodos, ou seja, não se alteraram significativamente entre o início e final do trabalho, indicando não haver grande variação quando tomadas em idades jovens ou mais próximas ao abate. Isso pode indicar a possibilidade do uso de medidas de carcaça obtidas por ultra-sonografia em animais jovens sem variações significativas à idade adulta.

Na Tabela 3, encontra-se os resultados das equações para estimativa do PCQ, a partir do PV e características de carcaça obtidas por ultra-som. Foram selecionadas em cada período a melhores equações de acordo com a estatística Cp, conforme descrito anteriormente.

Os resultados obtidos demonstram um aumento nos R², à medida que os dados foram colhidos mais próximos ao abate, para ambas as raças e também na equação geral. As equações para os animais Nelore apresentaram menores R² em relação as equações para os animais da raça Brangus nos dois primeiros períodos do experimento (0 e 26 dias), sendo que a partir do terceiro período os resultados foram semelhantes.

Em todas as equações, o PV foi a característica individual mais relacionada ao PCQ (p<0,05 ou p<0,01), devido à alta correlação entre ambas, em

todos os períodos. Trabalhos de Epley et al. (1970) e Luchiari Filho (1986) relataram correlações de 0,92 e 0,99, respectivamente, entre PCQ e PCC, que indicam alta e positiva associação entre essas características.

Hassen et al. (1997), ao verificarem a viabilidade da utilização de medidas de ultra-som para estimar a composição da carcaça em bovinos, relataram que um modelo incluindo PV, AOLU e EGSU explicou até 81% do PCQ e 80% do PCC, quando as medidas foram obtidas imediatamente antes do abate. Medidas realizadas em intervalos de aproximadamente 28, 56, 84 e 96 dias anteriores ao abate apresentaram R² de 0,77; 0,77; 0,73 e 0,49 para PCQ e 0,76; 0,75; 0,70 e 0,48 para PCC, respectivamente.

Williams et al. (1997) estimaram PCC por intermédio de medidas de ultra-som e PV e, de acordo com os resultados, o PV, a AOLU e a EGSU explicaram 85% do PCC e a adição da EGPU ao modelo causou aumento do R² (87%) e redução do Cp (21,63 para 7,27).

Dados semelhantes foram obtidos por Realini et

al. (2001), em que a mesma equação explicou 80% da variação no PCC, entretanto, a EGPU adicionada ao modelo não alterou sua acuracidade, o que levou o autor a sugerir que a EGPU possui aplicação limitada como estimador da composição da carcaça.

Os resultados deste trabalho concordam com os relatados pelo autor acima. Entretanto, a EGPU quando utilizada no modelo sem a EGSU apresentou resultados semelhantes, demonstrando que pode ser utilizada com a mesma confiabilidade que a EGSU. Isso indica a possibilidade de utilização dessa medida como uma alternativa à EGSU, já que a gordura subcutânea deposita-se primeiramente na região posterior em relação a região lombar. Entretanto, a obtenção de uma segunda medida de ultra-som (EGPU) implica em mais tempo e maior custo, sem melhorar significativamente a precisão da estimativa dos cortes comerciais.

Epley et al. (1970), analisando dados de 199 carcaças de bovinos, relataram que um modelo para estimar o PCC contendo PCQ, AOLC e EGSC apresentou R² de 0,95. A inclusão do peso da gordura

Tabela 3 - Equações para estimativa do peso de carcaça quente (PCQ), utilizando medidas obtidas por ultra-som, nos animais Brangus, Nelore e com ambos os dados (geral), obtidos em diferentes períodos do confinamento
Table 3 - Prediction equations to estimate hot carcass weight (HCW) using measurements taken by ultrasound, in Brangus and Nelore cattle and a overall equation with all data(overall), taken at different feeding periods

Dias ¹ Days ¹	Raça Breed	C _p C _p	R ² R ²	S _{y,x} S _{y,x}	Intercepto Intercept	PV PV	AOLU AOLU	EGSU EGSU	EGPU EGPU
0	Brangus ²	2,19	0,71	15,88	63,759*	0,658**	-	-	14,298 ^Δ
	Nelore ³	2,18	0,49	13,36	114,227**	-	2,111**	-1,668	-
	Geral ⁴	3,26	0,62	15,39	47,925 ^Δ	0,716**	-	-7,899	12,678*
26	Brangus	1,99	0,85	10,98	21,806	0,645**	0,551	-	-
	Nelore	3,17	0,62	12,02	52,592	0,469*	0,636	-	1,920
	Geral	3,09	0,77	11,81	18,402	0,739**	-	-1,560	1,225
53	Brangus	3,02	0,81	13,71	40,277 ^Δ	0,349**	1,247**	3,859 ^Δ	-
	Nelore	3,44	0,84	7,99	0,182	0,724**	-	-3,461	2,835
	Geral	3,57	0,79	11,50	41,046*	0,433	0,778*	2,710 ^Δ	-
84	Brangus	2,36	0,92	8,18	-4,049	0,547**	0,631*	-	-
	Nelore	3,27	0,86	7,43	-13,814	0,713**	-	-1,598	1,333
	Geral	3,05	0,89	8,49	11,869	0,489**	0,695**	-	1,094
109	Brangus	3,32	0,96	6,18	-12,157	0,504**	0,633**	2,451*	-
	Nelore	3,13	0,95	4,48	-34,862*	0,674**	0,304 ^Δ	-0,781	-
	Geral	3,52	0,93	6,49	-0,634	0,489**	0,634**	1,399	-
125	Brangus	3,25	0,97	5,06	-2,311	0,547**	0,149	1,206	-
	Nelore	3,14	0,94	4,89	-23,176	0,572**	0,544*	-	-1,072
	Geral	3,07	0,95	5,61	5,107	0,499**	0,378*	0,778	-
142	Brangus	3,43	0,96	5,69	-12,360	0,575**	-	1,106	-
	Nelore	3,00	0,96	3,94	-23,881 ^Δ	0,591**	0,340	-0,556	-
	Geral	3,00	0,93	6,48	4,985	0,456**	0,504**	1,160	-

¹ Dias após o início do experimento (Days after beginning feeding).

² Raça Brangus (Brangus breed).

³ Raça Nelore (Nelore breed).

⁴ Todos os dados (Overall data).

** p<0,01 p<0,05 Δ p<0,10.

renal, pélvica e cardíaca não causou alteração do R^2 ou redução do erro padrão da estimativa. Também Luchiari Filho (1986), encontrou um R^2 de 0,98 para estimativa do PCC com uma equação contendo PCQ, peso da gordura renal, pélvica e inguinal e EGSC, para machos inteiros. Quando foi estimada uma equação para fêmeas, PCQ, EGSC e AOLC, também explicaram 98% da variação do PCC, com o mesmo erro padrão da estimativa obtido para machos inteiros, utilizando gordura renal.

Os dados obtidos neste trabalho mostram R^2 semelhantes ou maiores que os relatados por outros autores utilizando medidas de ultra-som. Esses valores maiores podem ser explicados pelo fato de que os dados deste trabalho foram analisados com um grupo de animais homogêneos, o que pode ter reduzido a influência de outros fatores não controlados. Esses resultados demonstram a viabilidade da utilização de medidas de ultra-som, juntamente com o peso vivo para a estimativa do PCQ.

Como já foi demonstrado por diversos autores, quando a porção comestível é convertida para uma proporção do peso de carcaça, a acurácia da estimativa da PERPC é marcadamente reduzida, comparada a da estimativa do peso (Luchiari Filho, 1986). Resultado semelhante pode ser observado neste trabalho, quando o PCQ foi transformado em uma proporção do PV, ou seja, RC (Tabela 4).

Os resultados obtidos neste trabalho para estimativa do RC mostraram baixos R^2 em relação a estimativa do PCQ. Também, ao contrário do que ocorreu com a estimativa do PCQ, o RC apresentou R^2 baixos e constantes em todos os períodos de avaliação, variando de 0,21 a 0,31 nos animais da raça Brangus, de 0,13 a 0,28 nos animais Nelore e de 0,12 a 0,26 na equação com os dados de ambas as raças (geral).

Hassen et al. (1997) relataram R^2 de 0,21 ; 0,39; 0,41; 0,50 e 0,53 na equação para estimar a PERPC utilizando PV, AOLU e EGSU, com medidas realizadas 112, 96, 84, 56 e 28 dias antes do abate, respectivamente. Hassen et al. (1999), usando equação semelhante, adicionando a porcentagem de gordura intramuscular obtida por ultra-som, relataram R^2 de 0,53, quando os dados foram ajustados para 448 dias (idade média no momento do abate), 0,57 para 414 dias, 0,61 para 382 dias e 0,60 para uma idade de 365 dias.

Wolcott et al. (1997) relataram que as equações para estimar o rendimento da porção comestível

reduziam sua acurácia, à medida que aumentava o tempo entre a medida realizada por ultra-som e o abate.

Quando se analisaram as equações para estimativa do RC tanto para animais Brangus e Nelore quanto a geral, observou-se que, ao contrário do PCQ, o PV não foi uma característica altamente associada com o RC. Na maior parte das equações, para ambas as raças, os modelos utilizando apenas características medidas por ultra-som apresentaram R^2 semelhante à equações incluindo o PV. A AOLU foi a variável independente incluída na maioria dos modelos, em todas as etapas, juntamente com a EGSU e/ou EGPU.

Da mesma forma que ocorreu com o PCQ, a adição da EGPU ao modelo juntamente com a EGSU não aumentou sua acuracidade, e a utilização de uma ou outra apresentou R^2 semelhantes.

Existe um consenso entre os pesquisadores que a medida da gordura realizada no animal vivo, principalmente de EGSU, é a variável que apresenta maior associação com a PERPC, enquanto que a medida de AOLU está mais associada com o peso dessa porção (Hassen et al., 1999).

Hassen et al. (1997) relataram que a EGSU foi responsável por 29 a 42% da variação na PERPC e por 42 a 48% em Hassen et al. (1999). De acordo com Epley et al. (1970), a EGSC explicou 50% da variação na PERPC. Wolcott et al. (1997) relataram que a EGSU foi o mais importante estimador do rendimento da porção comestível.

Wallace et al. (1977) relataram que a AOLU ou a AOLC não melhoraram significativamente a precisão da equação para estimar peso ou porcentagem dos cortes comerciais e rendimento da porção comestível quando o PV, PCQ e EGSU já estavam no modelo. Luchiari Filho (1986) obteve aumento de 0,42 para 0,47 no R^2 , quando a AOLC foi adicionada ao modelo contendo PCQ e gordura pélvica, renal e inguinal.

Crouse et al. (1985), em um estudo utilizando carcaças de 786 novilhos, concluíram que há forte relação entre médias de grupos de raças e AOLC sobre a porção comestível, indicando, dessa forma, que a medida de AOL pode ser usada para explicar a variabilidade na porção comestível que também está associada às diferenças entre raças.

Também de acordo com os autores acima citados, a AOL pode afetar mais a estimativa, quando houver pequena variabilidade na gordura da carcaça, o que justifica os resultados obtidos neste trabalho, visto que os animais utilizados não apresentavam

Tabela 4 - Equações para estimativa do rendimento de carcaça (RC), utilizando medidas obtidas por ultra-som, nos animais Brangus, Nelore e com ambos os dados (geral), obtidos nas diferentes períodos do confinamento
 Table 4 - Prediction equations to estimate dressing percentage (RC) using measurements taken by ultrasound, in Brangus and Nelore cattle and a overall equation with all data(overall) taken at different feeding periods

Dias ¹ Days ¹	Raça Breed	C _p C _p	R ² R ²	S _{y.x} S _{y.x}	Intercepto Intercept	PV PV	AOLU AOLU	EGSU EGSU	EGPU EGPU
0	Brangus ²	3,00	0,28	1,31	52,399**	0,001	0,061	-	1,062
	Nelore ³	3,03	0,18	1,10	56,158**	-	0,041	-0,265	0,818
	Geral ⁴	3,08	0,26	1,62	54,282**	-0,028 ^Δ	0,204**	-	0,504
26	Brangus	3,00	0,26	1,34	49,382**	-	0,125*	-0,208	0,259
	Nelore	3,04	0,13	1,11	54,345**	-	0,076	-0,267	0,107
	Geral	3,00	0,25	1,62	53,886**	-0,026*	0,197**	0,252	-
53	Brangus	3,30	0,31	1,31	49,720**	-0,005	0,117*	-	0,329
	Nelore	3,00	0,20	1,07	52,125**	0,010	0,059	0,076	-
	Geral	4,09	0,18	1,75	54,288**	-0,018 ^Δ	0,125*	0,393 ^Δ	-
84	Brangus	3,14	0,28	1,31	50,621**	-	0,074 ^Δ	0,402	-0,136
	Nelore	3,01	0,20	1,09	50,942**	0,019	0,028	-	-0,160
	Geral	3,00	0,19	1,71	55,863**	-0,023*	0,131**	0,318 ^Δ	-
109	Brangus	3,05	0,26	1,33	51,425**	-0,004	0,073	0,312	-
	Nelore	3,00	0,26	1,05	49,114**	0,023	0,036	-	-0,296
	Geral	3,00	0,14	1,76	56,434**	-0,020*	0,107*	0,209	-
125	Brangus	3,00	0,21	1,39	51,723**	-	0,045	0,341	-0,108
	Nelore	3,00	0,28	1,04	49,659**	0,012	0,012	0,082	-0,310
	Geral	3,09	0,12	1,77	55,862**	-0,019 ^Δ	0,113*	0,175	-
142	Brangus	3,37	0,26	1,33	51,512**	-	0,042	0,424 ^Δ	-0,131
	Nelore	3,00	0,22	1,05	51,563**	0,004	0,084	-0,138	-
	Geral	3,01	0,19	1,69	58,138**	-0,028**	0,121**	0,316	-

¹ Dias após o início do experimento (Days after beginning feeding).

² Raça Brangus (Brangus breed).

³ Raça Nelore (Nelore breed).

⁴ Todos os dados (Overall data).

** p<0,01 p<0,05 ^Δ p<0,10.

grandes variações de acabamento.

Os modelos utilizando medidas obtidas por ultrasonografia, aliadas ao peso vivo, não foram bons estimadores do RC no momento do abate.

Conclusões

As medidas de carcaça obtidas por ultra-som apresentaram altas correlações com as respectivas medidas na carcaça.

A avaliação de características de carcaça por ultrasonografia, em animais jovens, apresentaram boas correlações com as medidas no momento do abate.

Medidas de ultra-som, aliadas ao peso vivo podem estimar com alta acurácia o peso de carcaça quente e moderadamente o rendimento de carcaça.

Literatura Citada

CROUSE, J.D.; FERREL, C.L.; CUNDIFF, L.V. Effect of sex condition, genotype and diet on bovine growth and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v.60, p.1219-1229, 1985.

DEVITT, C.J.B.; WILTON, J. W. Genetic correlation estimates between ultrasound measurements on yearling bulls and carcass measurements on finished steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2.790-2.797, 2001.

EPLEY, R.J.; HEDRICK, H.B.; STRINGER, W.C.; HUTCHESON, D.P. Prediction of weight and percent retail cuts of beef using five carcass measurements. **Journal of Animal Science**, v.30, p.872-879, 1970.

HASSEN, A.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; WILLHAM, R.L. Prediction of percent retail product, retail product weight and hot carcass weight from serially measured live animal traits. **Beef Research Report**. Ames: Iowa State University, 1997. 4p.

HASSEN, A.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H. Evaluation of carcass, live, and real-time ultrasound measures in feedlot cattle: II. Effect of different age end points on the accuracy of predicting the percentage of retail product, retail product weight, and hot carcass weight. **Journal of Animal Science**, v.77, p.283-290, 1999.

HEDRICK, H.B. Methods of estimating live animal and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.57, n.5, p.1316-1326, 1983.

KEMP, D.J.; HERRING, W.O.; KAISER, C.J. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1489-1496, 2002.

LEME, P.R. **Estimativa da composição química corporal de novilhos Nelore através do espaço de Deutério**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1993. 78p. Tese

- (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, 1993.
- LUCHIARI FILHO, A. **Characterization and prediction of carcass cutability traits of zebu and crossbreed types of cattle produced in southeast Brazil**. Manhattan: Kansas State University, 1986. 89p. Tese (Doctor of Philosophy) - Kansas State University, 1986.
- MacNEIL, M.D. Choice of a prediction equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. **Journal of Animal Science**, v.57, n.5, p.1328-1336, 1983.
- PERKINS, T.L. **The use of real-time, linear-array ultrasound techniques to predict final carcass composition in beef cattle**. Ames: Texas Tech University, 1992. Tese (PhD) - Texas Tech University, 1992.
- REALINI, C.E.; WILLIAMS, R.E.; PRINGLE, T.D. et al. Gluteus medius and rump fat depths as additional live animal ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1378-1385, 2001.
- REVERTER, A.; JOHNSTON, D.J.; GRASER, H.U. et al. Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1786-1985, 2000.
- ROUSE, G.H.; WILSON, D.E.; DUELLO D.A. et al. The accuracy of real-time ultrasound scans taken serially on small-, medium-, and large-frame steers and bulls slaughtered at three endpoints. **Beef & Sheep Research Report**. Ames: Iowa State University, 1992. p.14-19.
- ROUSE, G.H.; GREINER, S.; WILSON, D.E. et al. The use of real-time ultrasound to predict live feedlot cattle carcass value. **Beef Research Report**. Ames: Iowa State University, 2000. p.89-99.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT. User's Guide**. Version 6, 4.ed., v.2, Cary: 1984.
- SILVA, S.L.; LEME, P.R.; FIGUEIREDO, L.G.G. et al. Correlações entre características de carcaça obtidas "in vivo" por ultra-sonografia e na carcaça "post mortem" em novilhos nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.1206-1208.
- SMITH, M.T.; OLTJEN, J.W.; DOLEZAL, H.G. et al. Evaluation of ultrasound for prediction of carcass fat thickness and longissimus muscle area in feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v.70, p.29-37, 1992.
- STOUFFER, J.R.; WALLENTINE, M.V.; WELLINGTON, G.A. Development and application of ultrasonic methods for measuring fat thickness and rib-eye area in cattle and rib-eye in cattle and hogs. **Journal of Animal Science**, v.18, n.4, p.759-767, 1961.
- WALLACE, M.A.; STOUFFER, J.R.; WESTERVELT, R.G. Relationship of ultrasonic and carcass measures with retail beef yield in beef cattle. **Livestock Production Science**, v.4, p.153-163, 1977.
- WALDNER, D.N.; DIKEMAN, M.E.; SCHALLES, R.R. et al. Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thicknesses, longissimus muscle areas, and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years of age. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3044-3054, 1992.
- WILLIAMS, R.E.; BERTRAND, J.K.; WILLIAMS, S.E. et al. Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcass. **Journal of Animal Science**, v.75, p.7-13, 1997.
- WILSON, D.E. Application of ultrasound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, v.70, p.973-983, 1992.
- WOLCOTT, M.L.; THOMPSON, J.M.; FERGUSON, D.M. et al. Prediction of retail beef yield from real-time ultrasound scans recorded at weaning, the commencement of finishing and pre-slaughter. In: ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS CONFERENCE, 12., 1997, Dubbo. **Proceedings...** Dubbo: Australian Society of Animal Breeding Genetics, 1997. p.734-737.

Recebido em: 13/09/02

Aceito em: 11/12/02