

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**UTILIZAÇÃO DO ULTRA-SOM PARA PREDIÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE
CARÇAÇA EM BOVINOS**

JAIME URDAPILLETA TAROUÇO
ZOOTECNISTA, MSc.

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Doutor
em Zootecnia
Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Maio de 2004

DEDICO: *IN MEMORIUM*

Ao meu querido irmão Cláudio Hernani, que continua comigo na lembrança da prazerosa convivência e nos meus sonhos.

Ofereço este trabalho:

Aos meus pais, Jaime e Eda, que abriram mão dos seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus.

À minha esposa, Adriana a qual foi a minha maior incentivadora em todas as fases de convivência mutua durante a minha vida.

Aos meus filhos Rodrigo, Rafael e Eduardo pelo carinho e compreensão pelo tempo que deixamos de conviver devido à realização das etapas do desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu irmão Carlos Augusto Urdapilleta Tarouco pela amizade e incentivo para conclusão dos meus sonhos

À minha madrinha pelo amor e carinho durante toda minha vida

Aos meus tios João Alberto e Eni pela força em todos o momentos da minha vida

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Fernando Piva Lobato, pelos ensinamentos, amizade e confiança na realização deste trabalho.

Ao Médico Veterinário e Produtor Walter José Potter pela oportunidade, pelo incentivo e pela postura inovadora frente a novas tecnologias dentro da pecuária nacional.

Ao Médico Veterinário e irmão Glauco Ivanhoé Massia, pela amizade, pelas discussões de idéias, pelos bons momentos compartilhados e pelo auxílio fundamental na realização deste trabalho.

Ao Eng. Agrônomo e irmão Daniel Benitez Ojeda, pela amizade, pelos ensinamentos de vida fundamentais para o meu crescimento como pessoa e técnico.

Ao Zootecnista Leandro Lunardini, pela amizade, dedicação e auxílio na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra pela amizade e auxílio na realização deste trabalho.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia - Faculdade de Agronomia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento de Pesquisa (CNPq) pelo apoio financeiro para conclusão dos meus estudos e realização deste trabalho.

À Conexão Delta G pelo apoio e incentivo para realização e desenvolvimento deste trabalho

Aos meus amigos Ângelo, Luis Carlos, Gustavo, Leda, Ricardo, Sérgio, Rech, Carminha, Guto, Menélio, Nidia, Hélivio, importantes no convívio diário e torcedores fiéis pelo meu sucesso e paz na vida.

A todos que direta e indiretamente contribuíram e torceram para que este trabalho pudesse se concretizar, Muito Obrigado...

A UTILIZAÇÃO DO ULTRA-SOM PARA PREDIÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE CARÇA EM BOVINOS¹

Autor: Jaime Urdapilleta Tarouco
Orientador: Prof. José Fernando Piva Lobato

RESUMO

Foram utilizados cento sessenta e dois animais, avaliados em dois anos para determinar a acurácia do ultra-som em estimar a espessura de gordura subcutânea (**EGSC**) e a área do músculo *longissimus* (**AOLC**) no sítio anatômico entre a 12^a e 13^a costelas. Dentro de vinte quatro horas antes do abate, foi medida por ultra-som a espessura de gordura subcutânea (**EGSUS**) e a área de músculo longissimus (**AOLUS**) utilizando uma eco câmera da Marca Aloka SSD 500V equipado com um transdutor de 17,2cm e 3,5MHz, no primeiro ano e de um Pie Medical Falcon 100 com transdutor de 18 cm e 3,5MHz no segundo ano. Os coeficientes de correlação simples entre as características medidas por ultra-som e a espessura de gordura subcutânea e área do músculo *longissimus* da carcaça foram de 0,95 e 0,96, respectivamente, considerando todos os animais. Correlações para **EGSUS** e **EGSC** foram iguais (0,95) entre os anos, enquanto as relações entre **AOLUS** e **AOLC** foram estreitamente relacionadas, de 0,96 no ano 1 e de 0,97, no ano 2. Diferenças entre medidas ultra-sônicas e da carcaça foram expressas em base atual (**EDIFF** e **ADIFF**) e em base absoluta (**EDEV** e **ADEV**). As médias da **EDIFF** e **ADIFF** indicaram que o ultra-som superestima a **EGSC** em 0,16mm e subestima a **AOLC** em 0,26cm² considerando ambos os anos. As médias globais da **EDEV** e **ADEV**, que são indicações da taxa média de erro, foram 0,34mm e 1,28cm², respectivamente.

¹ Tese de Doutorado em Zootecnia- Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (182p).

THE USE OF ULTRASOUND FOR PREDICTION OF CARCASS TRAITS IN BEEF CATTLE¹

Author: Jaime Urdapilleta Tarouco
Adviser: José Fernando Piva Lobato

ABSTRACT

One hundred sixty-two animals were evaluated over a 2-yr period to determine the accuracy of ultrasound estimates of carcass 12th-rib thickness (**CFAT**) and *longissimus* area (**CLMA**). Differences between ultrasonic and carcass measurements were expressed an actual and absolute for thickness fat (**FDIFF** and **FDEV**) and *Longissimus* area (**RDIFF** and **RDEV**) basis, respectively. Mean **FDIFF** and **RDIFF** indicated that ultrasound overestimated **CFAT** by 0,16 mm and underestimated by 0,26 cm². Data from animals born in Year 1 (n=102) were used to develop prediction equations using All-Possible Regressions Procedure for Variables Reductions and Stepwise Regression. Final models using live animal variables included live weight (**PVUS**), **ULMA** and **UFAT** for weight of hind-quarter retail product (**PCTT**) ($R^2= 0,77$) and hot carcass weight (**HCW**), carcass *longissimus* muscle area (**CLMA**) and carcass 12th-rib fat thickness (**CFAT**) ($R^2= 0,88$) from models using variables carcass. Results indicate that composition predictions equations developed from live animals and ultrasound measurements can be useful to estimate hind-quarter retail product.

¹ Doctoral Thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, RS, (182p).

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO I - Revisão de Literatura

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Avaliação de carcaças.....	5
2.2. Sistemas de avaliação de carcaças.....	6
2.3. Sistema Nacional de Tipificação de Carcaça.....	7
2.4. Métodos para avaliação da composição corporal.....	18
2.4.1. Determinando a composição da carcaça	19
2.4.1.1. Análise química.....	19
2.4.1.2. Dissecação física	19
2.4.1.3. Medidas lineares.....	20
2.4.1.4. Gravidade específica.....	20
2.4.1.5. Excreção da creatinina urinária (ECU).....	21
2.4.1.6. Avaliação instrumental.....	21
2.4.2. Determinando a composição nos animais vivos.....	23
2.4.2.1. Medidas lineares e avaliações subjetivas.....	23
2.4.2.2. Técnicas de diluição.....	24
2.4.2.3. Medidas hormonais.....	25
2.4.2.4. Medidas biofísicas.....	26

2.5.Utilizando o ultra-som para determinar a composição corporal dos animais vivos.....	26
2.5.1. Propriedades do ultra-som.....	29
2.5.2. Interações da onda de som com os tecidos.....	32
2.5.3. Modos de exibição da imagem.....	35
2.5.4. Fatores afetando a acurácia do ultra-som.....	37
2.5.5. Medidas ultra-sônicas.....	46
2.5.6. Sítios anatômicos alternativos de medidas ultra-sônicas	48
2.5.7. Predição ultra-sônica dos cortes comerciais.....	52
2.5.8. Herdabilidade das características medidas por ultra-som.	54
2.6. Implicações.....	55
CAPÍTULO II-A Relação entre Medidas Ultra-Sônicas e Espessura de Gordura Subcutânea e Área de Olho de Lombo na Carcaça.	
1. INTRODUÇÃO.....	57
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	59
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
4. IMPLICAÇÕES.....	92
CAPÍTULO III - A Acurácia do Ultra-Som na Estimativa do Peso e Percentagem da Porção Comestível do corte traseiro da Carcaça em Bovinos.	
1. INTRODUÇÃO.....	94

2. MATERIAL E MÉTODOS.....	98
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	104
4. IMPLICAÇÕES.....	134
CAPÍTULO IV	
1. RECOMENDAÇÕES E IMPLICAÇÕES.....	136
ANEXO CAPÍTULO II.....	138
ANEXO CAPÍTULO III.....	146
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS....	168

LISTA DE TABELAS - CAPÍTULO II

	página
1. Descrição das abreviaturas.....	63
2. Médias, desvios padrões e amplitudes de medidas da carcaça e ultra- som (n= 162).....	64
3. Coeficientes de correlação entre as medidas de carcaça e ultra-som (n= 162).....	65
4. Médias e Desvios padrões (DP) para as medidas ultra-sônicas e da carcaça por ano.....	72
5. Coeficientes de correlação entre características ultra-sônicas e da carcaça medidas por ano.....	74
6. Médias, desvios padrões e amplitude total para as características ultra- sônicas para o ano 2.....	77
7. Erros Padrões de Predição (EPP) para a espessura de gordura subcutânea (EEPP) e para a área de músculo <i>longissimus</i> (AEPP) por ano.....	81
8. Quadrados Médios Mínimos e Erros Padrões (EP) da acurácia das variáveis pelo EGSC categórico (n= 162).....	87
9. Quadrados Médios Mínimos e Erros Padrões (EP) da acurácia das variáveis pelo AOLC categórico (n= 162).....	89
10. Erros Padrões de Predição para espessura de gordura subcutânea (EEPP) e área de músculo (AEPP) para as diferentes categorias de espessura e área (n= 162).....	91

LISTA DE TABELAS-CAPÍTULO III

	página
1. Descrição das abreviaturas.....	103
2. Estatísticas descritivas para características do animal vivo e na Carcaça para o conjunto de animais usado no desenvolvimento do Modelo (Ano 1999, n= 102).....	105
3. Estatísticas descritivas para características do animal vivo e na Carcaça para o conjunto de animais usado na validação do modelo (Ano 2002, n= 60)	106
4. Modelos de predição para o peso da porção comestível do corte Traseiro (PCTT) a partir de medidas obtidas no animal vivo.....	107
5. Modelos de predição para o peso da porção comestível do corte traseiro (PCTT) a partir de medidas obtidas na carcaça.....	113
6. Modelos de predição para a percentagem da porção comestível do corte traseiro (RCTT) a partir de medidas obtidas no animal vivo..	115
7. Modelos de predição para a percentagem da porção comestível do corte Traseiro (RCTT) a partir de medidas obtidas na carcaça.....	117
8. Equações de predição para estimar o peso e percentagem da porção comestível do corte do traseiro (PCTT) a partir de medidas “in vivo” .	119
9. Equações de predição para estimar o peso e percentagem da porção comestível do corte traseiro a partir de medidas obtidas na carcaça..	125
10. Estatísticas de validação para as equações de peso.....	126
11. Estatísticas de validação para as equações de percentagem.....	129
12. Regressão dos valores originais e preditos para as equações de peso e percentagem da porção comestível do corte traseiro da carcaça...	131

LISTA DE ABREVIATURAS

1. **ACAB** Acabamento da carcaça
2. **ADEV** | AOLUS – AOLC |, cm²
3. **ADIFF** AOLUS – AOLC, cm²
4. **AOLC** Área de olho de lombo na carcaça, cm²
5. **AOLUS** Área de olho de lombo por ultra-som, cm²
6. **CONF** Conformação da carcaça
7. **EDEV** | EGSUS – EGSC |, mm
8. **EDIFV** EGSUS – EGSC, mm
9. **EGSC** Espessura de gordura na carcaça, mm
10. **EGSUS** Espessura de gordura por ultra-som, mm
11. **GSRF** Espessura de gordura por ultra-som no quadril, mm
12. **MAT** Maturidade fisiológica da carcaça, dentição
13. **PATT** Peso das aparas totais do traseiro
14. **PCC** Peso do corte costela e vazio da carcaça, Kg
15. **PCD** Peso do corte dianteiro da carcaça, Kg
16. **PCDT** Peso dos cortes desossados do traseiro, Kg
17. **PCQ** Peso de carcaça quente, Kg
18. **PCT** Peso do corte traseiro da carcaça, Kg
19. **PCTT** Peso da porção comestível do corte traseiro da Carcaça, Kg

- 20.**PGMU** Profundidade do músculo *Gluteus medius*
por ultra-som, cm
- 21.**POSSO** Peso do osso total do traseiro
- 22.**PVUS** Peso vivo na data da medida de ultra-som, Kg
- 23.**RCTT** Percentagem da porção comestível do corte
traseiro da carcaça
- 24.**SEX** Sexo da carcaça, castrado, inteiro, fêmea
- 25.**% PATT** Percentagem das aparas do traseiro
26. **% OSSO** Percentagem do peso do osso total do
traseiro.

LISTA DE SÍMBOLOS

1. Centímetros	cm
2. Centímetros cuadrados	cm ²
3. Hora/s	h
4. Megahertz	MHz
5. Milímetros	mm
6. Quilograma	Kg

CAPÍTULO I
REVISÃO DE LITERATURA
1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a pressão exercida pelos diversos segmentos da sociedade e indústria sobre os setores de produção de proteína animal, para a diminuição do déficit de consumo alimentar e aumento da qualidade do produto, leva os criadores, os técnicos e os pesquisadores a buscarem o desenvolvimento de métodos eficientes de criação e seleção dos animais, com o intuito de minimizar os custos de produção e apresentar um produto competitivo a nível mercadológico.

A tendência de comercialização de animais e suas carcaças conforme objetivos de seleção pré-estabelecidos e dentro de determinadas especificações de mercado, exige o uso de reprodutores que apresentem informações de desempenho conhecidas, para que possam ser exploradas com maior eficiência (Tarouco, 1995).

O rebanho bovino gaúcho está estimado em 12.866.031 (doze milhões, oitocentos e sessenta e seis mil e trinta uma) cabeças (ANUALPEC 99). Dentro destas, 4.870.646 (quatro milhões, oitocentos e setenta mil, seiscentos e quarenta e seis) são vacas e novilhas em idade de reprodução, portanto são necessários

em torno de 48000 (quarenta oito mil) touros por ano. Considerando a reposição de 20% de touros anualmente, 9600 (nove mil e seiscentos) novos touros devem ser introduzidos no rebanho a cada ano. Os animais do rebanho gaúcho que são controlados ou que fazem parte de um programa de seleção tendo a sua performance medida, não representa 10% das necessidades atuais do Estado. E, destes animais que são controlados, muito poucos apresentam informações das características de carcaça ou da qualidade e quantidade de produto final produzido (carne comercializável).

A busca de métodos de avaliação de animais vivos se deve também ao fato de que, segundo a BIF (1990), a medição do ritmo de crescimento, apesar de ser importante para os produtores de gado de corte, não leva em consideração a composição do ganho de peso do animal.

O método de seleção aplicado na identificação de animais com mérito de carcaça superior é baseado em testes de progênie tradicionais, sendo necessário o abate dos seus descendentes para que se obtenham as informações da composição corporal.

O objetivo primário da avaliação genética das características de carcaça é chegar a predições fidedignas do mérito dos pais, a partir dos dados coletados na progênie. Estes dados devem ser processados e sumarizados de forma que as informações do pedigree e manejo possam ser obtidas, para que os efeitos genéticos e de ambiente possam ser diferenciados e separados na estimativa do mérito genético de carcaça dos animais avaliados. Geralmente, o sucesso de um programa de coleta de dados de carcaça envolve a obtenção de

informações em quatro diferentes estágios: acasalamento, nascimento, desmame e abate. Infelizmente, raramente é possível coletar estes dados a partir de grandes grupos de animais de pedigree e raça pura. A avaliação de carcaça se caracteriza pela obtenção de informações na planta frigorífica, sendo necessário a integração produtor- indústria – Associação de Raça, técnicos capacitados, tempo e recursos financeiros para coleta de dados dos animais envolvidos.

A utilização do ultra-som poderia ser uma alternativa atrativa para minimizar alguns dos problemas associados com os programas tradicionais do teste para características de composição corporal em bovinos.

Objetivos deste estudo foram:

- Estabelecer a relação existente entre medidas obtidas no animal vivo por ultra-som e medidas correspondentes na carcaça.
- Verificar a acurácia do técnico na estimativa das medidas da carcaça a partir de medidas ultra-sônicas.
- Verificar a viabilidade de inclusão destas medidas em programas de avaliação do mérito de carcaças em bovinos de corte.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os estudos sobre o desenvolvimento dos animais de corte que foram realizados no país levaram em consideração, quase que, exclusivamente, as características de crescimento e reprodução, sem se preocuparem com as avaliações da composição corporal. As alterações nos depósitos de tecido adiposo, muscular e estruturas esqueléticas são de grande importância porque afetam a composição química e morfológica corporal do animal. As proporções de gordura, músculo e osso, em qualquer estágio de desenvolvimento, são de interesse do produtor, indústria, retalhista e consumidores.

O grau de acabamento e a quantidade de porção comestível presentes nas carcaças, afetam a aceitabilidade da carne por parte da indústria e consumidores e começam a ditar o preço pago ao produtor pelos animais que são abatidos.

A adoção da seleção dos progenitores para as características do mérito de carcaça está em franca expansão pela indústria de carne vermelha.

A variabilidade na composição corporal de animais de corte e suas carcaças são afetadas por várias práticas de criação, produção e comercialização. A maior parte dos animais abatidos é fruto de sistemas extensivos, que normalmente empregam um nível de tecnologia considerado inadequado para alterar os índices de produtividade, ficando à mercê da variação dos efeitos ambientais e métodos de seleção subjetivos que não atendem às necessidades a nível de produção (Tarouco, 1991). Portanto, é importante a identificação de um método econômico, preciso e rápido para estimar a composição das carcaças nos animais vivos.

2.1 Avaliação de carcaças

A interpretação literal do termo "avaliação de carcaças" implica no processo de estabelecimento do valor monetário das carcaças, mas na prática, a expressão se refere à descrição das características físicas das carcaças. As características são avaliadas para uma variedade de propósitos e o grau de detalhes utilizados para descrever as características físicas depende das necessidades de cada situação (Cuthbertson, 1978).

Os animais abatidos são rotineiramente avaliados e comercializados, baseando-se no peso vivo que apresentam por ocasião do abate, não se estabelecendo relação com as características de carcaça; nesse caso; o método de seleção para o abate se torna um estimador não muito preciso da composição

da carcaça, tanto para os criadores, como para a indústria quando compra os animais (Tarouco, 1991).

Em um sistema de produção de gado de corte, o controle no suprimento da cadeia produtiva ocorre em dois pontos principais: na genética e no fluxo da informação recebida pela cadeia de produção a partir dos consumidores.

Conforme Kempster (1989), os esquemas de tipificação e classificação de carcaças estão concentrados sobre avaliações visuais, medidas de gordura subcutânea e/ou na conformação das carcaças, existindo pouca preocupação dos produtores e, mais significativamente, por parte dos fornecedores de genética, em aplicar métodos mais detalhados de avaliação das carcaças nos seus rebanhos.

A raça, o sexo, o tipo do animal, o sistema de produção e a variabilidade genética individual, todos estes fatores influenciam na quantidade de carne limpa, refletindo na quantidade total de tecidos da carcaça que são comercializados. Por estas razões, evidencia-se a preocupação em desenvolver medidas eficientes, de baixo custo e aplicáveis em todas as fases do crescimento e desenvolvimento dos animais, diminuindo o tempo necessário para uma determinação objetiva e detalhada.

2.2 Sistemas de avaliação de carcaças

A aceitabilidade e o valor da carne são primariamente determinados por duas características, a qualidade e o rendimento do produto comercializado.

Conforme Hale et al. (1994), os sistemas de avaliação de carcaças facilitam as informações do mercado, fornecem uma ferramenta para expressar e comparar preços e melhoram o *marketing* e a venda da carne. Os sistemas

também servem como um guia de compra para os consumidores e como uma forma de retorno das informações das preferências destes para os produtores.

Uma das maneiras de elevarmos os lucros é diminuindo os custos de produção, através do aumento da qualidade e rendimento comercial da matéria prima (boi, carcaça e percentagem de porção comestível comercializada) nos três níveis da cadeia da carne. Como fazer isto?

Devemos evoluir para um sistema de comercialização que diferencie o preço pela qualidade e rendimento industrial da carne produzida. Isto levará o produtor a investir na seleção e melhoramento da eficiência de produção dos animais criados. A indústria poderá segregar carcaças que atendam os nichos de mercado que valorizem mais os produtos e os retalhistas poderão adquirir e remunerar melhor estas carcaças, por obterem maior volume de cortes comercializados numa mesma base de peso de produto.

Atualmente, a pressão exercida pelos diversos segmentos da sociedade e indústria sobre os setores de produção de proteína animal para a diminuição do déficit de consumo alimentar e aumento da qualidade do produto, levam os criadores, os técnicos e os pesquisadores a buscarem o desenvolvimento de métodos eficientes de criação e seleção dos animais, com o intuito de minimizar os custos de produção e apresentar um produto competitivo a nível mercadológico.

A tendência de comercialização de animais e suas carcaças conforme objetivos de seleção pré-estabelecidos e dentro de determinadas especificações de mercado, exigem o uso de reprodutores que apresentem

informações de desempenho conhecidas, para que possam ser exploradas com maior eficiência (Tarouco, 1995).

A otimização nos sistemas de produção e as transações financeiras tendem a degradar todos os aspectos da qualidade da carne, se estas não são componentes do preço na comercialização dos animais. Com isto, a seleção genética do gado baseada nas características de carcaça, se torna uma fator importante na estratégia de produção e comercialização.

2.3 Sistema Nacional de Tipificação de Carcaças

O sistema de tipificação de carcaças adotado pela indústria nacional considera cinco parâmetros (Portaria No. 612/89, MA, 1989): Maturidade fisiológica (dentição), sexo do animal, peso de carcaça quente, conformação da carcaça e grau de acabamento da carcaça (gordura de cobertura). O tipo da carcaça é definido pela palavra **BRASIL**, onde as carcaças melhores são codificadas com a letra B e as carcaças piores são codificadas com a letra L.

No sistema brasileiro, a maturidade fisiológica é avaliada pelo exame da arcada dentária. As categorias utilizadas são: animais dente de leite - com apenas a 1ª. dentição, sem queda das pinças; pinças- a partir da queda das pinças da 1ª. dentição até o aparecimento dos primeiros médios, alcançando a metade da altura das pinças; animais quatro dentes definitivos; animais seis dentes definitivos, sem queda dos cantos da 1ª. dentição; e animais oito dentes- possuindo mais de seis dentes definitivos. Os animais são classificados como Jovem: podem ser machos inteiros dentes de leite; castrados e fêmeas até quatro dentes; Intermediário:

castrados e fêmeas de quatro a seis dentes; Adulto: machos castrados e fêmeas, com oito dentes.

Em bovinos, a dentição pode ser utilizada como um meio alternativo em substituição à ossificação esquelética para estimar a idade ou a maturidade do animal (Luckock, 1976).

Conforme Lawrence et al. (2001), a determinação da maturidade fisiológica através da dentição é uma técnica mais precisa para classificar as carcaças bovinas dentro de grupos homogêneos em idade, do que o método subjetivo atualmente utilizado pelo USDA (Sistema Americano de Classificação de Carcaças) que avalia a maturidade por avaliação visual da ossificação do esqueleto e cor da carne magra.

A idade está altamente correlacionada com o peso vivo dos animais e é um dos fatores que mais influenciam a qualidade da carne. Entretanto, temos que diferenciar entre idade cronológica, expressada em dias desde o nascimento e idade fisiológica, que se expressa em porcentagem de peso vivo alcançado e que determina o estado de desenvolvimento do indivíduo; característica que influencia na diferença entre raças, determinando sua precocidade e seu peso de abate (Santolaria, 1993). A idade afeta o pH, a cor, a maciez, a suculência, a capacidade de retenção de água e o sabor da carne (Ciria & Ansenjo, 2000).

A idade é um dos poucos fatores obtidos, tanto subjetivamente, como objetivamente, nos sistemas de avaliação de carcaças comerciais que está relacionado com a qualidade da carne (Kirton, 1989). Animais velhos têm, proporcionalmente, mais tecido conectivo em seus músculos e mais pontes

cruzadas nas fibrilas de colágeno e reticulina de seu tecido conectivo, do que animais jovens; como resultado, a carne de animais velhos e ou carcaças de mais maturidade são geralmente mais duras do que de animais jovens (Berry et al., 1974 a, b; Hilton et al., 1998). A idade também influencia as características quantitativas da carcaça. Segundo Abaid (1981), as carcaças de animais com menos de 30 meses de idade apresentaram maior percentagem de porção comestível e menor percentagem de osso ($p < 0,05$), do que os animais com mais de 30 meses. O que concorda com os resultados de Felício et al. (1982), onde os animais com menos de 36 meses de idade apresentaram um maior rendimento de traseiro em relação aos mais velhos. Sugerindo o último autor, que se tendo em conta o diferencial de preços a favor do traseiro especial, as carcaças de maturidade jovem deveriam proporcionar melhores resultados econômicos para os abatedouros. Os retalhistas também seriam beneficiados pelo maior rendimento dos cortes do coxão e alcatra completa; aumentando a demanda de animais jovens, a eficiência de produção também seria melhorada.

A idade obtida pelo exame da dentição sofre influência pelo tipo biológico dos animais que estão sendo avaliados. Animais com maior proporção de sangue zebuino na sua composição genética são mais tardios na troca da dentição. Por este motivo, quando queremos selecionar animais para o mérito genético de carcaça em programas de seleção dentro de grupos biológicos, utilizamos a idade cronológica, porque a idade em dias é uma das fontes de variação que mais influenciam no peso vivo e no peso de carcaça dos animais dentro do grupo contemporâneo.

Com relação ao sexo do animal são estabelecidas as seguintes categorias: Machos - estão englobados neste item, o tourinho e o touro; Macho castrado – o novilho; Fêmea - a novilha e a vaca.

O sexo do animal tem influência no crescimento dos tecidos corporais e, portanto, afeta a composição da carcaça e a distribuição das massas dentro dos tecidos. A influência mais pronunciada do sexo na composição da carcaça é no estado de acabamento; as fêmeas apresentam maior proporção de gordura corporal a pesos mais baixos do que em machos castrados e estes mais baixos que os touros (Berg & Butterfield,1978). Portanto, os pesos ótimos de abate, conforme os graus de acabamento exigido pelo mercado consumidor, diferem entre sexos.

Shahin et al. (1995) observaram que o sexo influencia na proporção dos tecidos corporais, os touros apresentaram 4,9% a mais de músculo e 5,5% a menos de gordura do que as fêmeas. Os touros apresentam uma relação músculo: osso maior do que as fêmeas e do que os machos castrados em um mesmo nível de gordura corporal (Berg & Butterfield,1978).

O sistema brasileiro utiliza o peso de carcaça quente, que é o peso da carcaça antes de entrar na câmara de resfriamento, para valorizar as carcaças comercialmente, quando a venda é realizada baseada no seu rendimento.

Existem pesos de carcaças mínimos em relação ao sexo dos animais. Os machos inteiros enquadrados na categoria jovem devem ter no mínimo 210 Kg, assim como os castrados; as fêmeas devem obter 180Kg de carcaça quente para serem consideradas nesta categoria. Na classe intermediária, as fêmeas podem

ter o mesmo peso, o que altera é sua dentição, entretanto, os machos castrados devem alcançar no mínimo 220 kg. Já nos animais de oito dentes o peso de carcaça quente mínimo para os machos castrados é de 225 kg. A exigência de pesos mínimos de carcaça quente se deve à necessidade da indústria retalhista obter cortes comerciais desossados de tamanho e peso conforme as especificações do mercado alvo. O peso de carcaça é um critério prático e que permite uma avaliação quantitativa em um sistema de comercialização (Osório et al. 1983).

A maior influência sobre a quantidade dos vários tecidos e tamanhos dos músculos expostos sobre o corte é o peso de carcaça, sendo de importância aos retalhistas na operação de técnicas de cortes para a produção de tamanhos de cortes aceitáveis ao consumidor, ao considerar carcaças fora das especificações normais de peso (Cuthbertson, 1978). Com relação ao tamanho dos cortes, a National Beef Quality Audit (National Cattlemen's Association, 1994) considerou como deficiência de qualidade, a inconsistência no tamanho dos músculos (tamanho da porção), sendo um fator diretamente ligado à genética dos animais.

Hedrick (1983), em sua revisão sobre o assunto, afirma ser o peso de carcaça o melhor indicador das maiores diferenças em peso de carne magra ou dos cortes a varejo em bovinos, particularmente em animais até o ponto de crescimento e desenvolvimento, onde o ritmo de deposição de gordura excede o crescimento muscular. Entretanto, existe uma significativa variação na percentagem dos tecidos corporais em animais com o mesmo peso de carcaça

dependendo da raça e ritmo de crescimento (Kempster et al. 1982). Segundo Greiner et al. (1996), o peso de carcaça não é um bom estimador da percentagem dos cortes comerciais desossados. Isto se deve ao fato de que carcaças mais pesadas, geralmente, apresentam maior quantidade de ossos e gordura e esses tecidos são retirados durante a desossa e o toailete dos cortes, diminuindo a percentagem do corte em relação ao peso de carcaça. Entretanto, entre animais ou dentro de grupos de animais de idades similares, criados sob condições semelhantes e comparados em pesos iguais, os animais maiores, de rápido crescimento, tendem a ter altos rendimentos de cortes comerciais e baixa percentagem de gordura (Beef Improvement Federation-BIF, 1990). O peso é a primeira variável a ser considerada nos modelos de predição da composição da carcaça e esta é usada em testes de progênie para o mérito de carcaça.

A conformação da carcaça traduz, em tese, o maior ou menor grau de desenvolvimento das massas musculares. Este parâmetro é obtido pela verificação visual dos perfis musculares, os quais definem anatomicamente as regiões de uma carcaça. A musculosidade da carcaça é definida como a espessura do músculo em relação às dimensões do esqueleto (Charteris & Garrick, 1997). A conformação é uma avaliação subjetiva realizada visualmente, que mede a espessura das fibras musculares, gordura intermuscular e subcutânea em relação às dimensões do esqueleto (Boer et al., 1974). Desse modo, na medida em que a carcaça for convexa, arredondada, exprimirá maior desenvolvimento; sendo côncava refletirá o contrário, isto é, menor

desenvolvimento muscular. No nosso sistema as carcaças são descritas conforme a conformação em: Covexa; subconvexa; retilínea; sub retilínea e côncava.

A determinação da conformação como medida da composição e qualidade da carcaça, tem sido um tema polêmico nos últimos tempos. A conformação pode ser considerada como um fator qualitativo, levando-se em conta que animais de maior hipertrofia muscular proporcionam cortes com melhor aparência para o consumidor mais exigente, ou como fator quantitativo. Nesse último caso, a afirmação se baseia no fato de que carcaças de melhor conformação tendem a apresentar menor proporção de osso e maior de porção comestível. Conforme Dumont & Herlincourt (1984), a conformação é um fator importante no valor comercial das carcaças, particularmente nos bovinos, e especialmente em países onde existem raças de morfologias muito variáveis. É um indicador indireto do rendimento de carne na carcaça. Segundo (Berg & Butterfield, 1978), se tem considerado tradicionalmente que a forma do animal influencia tanto na proporção de carne em relação ao osso, como na proporção dos cortes de maior valor comercial (traseiro especial). Conforme Kempster et al. (1982 a), a conformação pode ser um indicador do rendimento de carne magra na carcaça em bovinos cruzados. Hedrick et al. (1976) afirma que considerável ênfase tem sido dada à conformação na seleção, produção e venda dos bovinos de corte. Hedrick (1983) ressalta que, embora a conformação não seja uma medida que permitam estimar com precisão a proporção da carcaça que é vendida, como cortes aparados (desossados ou parcialmente desossados), ela é de importância no atual sistema de produção e mercadológico, devido ao aspecto

da visão estética, de importância para os envolvidos na produção e comercialização de carne.

A gordura tem grande influência sobre a conformação, tanto a sua quantidade total, como a sua distribuição nos diferentes depósitos, principalmente nos intermuscular e subcutâneo. Berg & Walters (1983) concluíram que o principal problema é estimar a relação carne/osso, independente do acabamento das carcaças. Bass et al. (1981) afirmam que existe dificuldade em fazer ajustes mentais para o efeito da gordura subcutânea quando se avalia a conformação, especialmente em carcaças gordas. Conforme Kempster et al. (1982 a), um ajuste impreciso para igual estado de acabamento do animal pode, facilmente, reduzir a relação entre a carne magra e a conformação. O que concorda, em parte, com as conclusões de Johnson (1994), de que a conformação é estreitamente influenciada pela deposição de gordura subcutânea, podendo gerar várias interpretações e o seu uso em estudos genéticos parece ser contra-indicado.

Conforme Purchas (1986a), geralmente o aumento no grau de musculosidade é associado com o aumento na relação músculo/osso; entretanto, isso nem sempre acontece, porque carcaças com piores musculosidades podem possuir uma relação mais elevada por apresentarem ossos leves. Ao contrário, carcaças bem musculosas podem não ter uma alta relação músculo/osso, se os ossos são grossos e pesados. O que concorda com as observações de Purchas et al. (2002b), que afirmam existir inconsistências na associação entre musculosidade e relação músculo/ osso dentre diferentes classes de carcaças e que se a conformação da carcaça for utilizada como um indicador da relação

músculo/ osso, o rendimento de carne magra não pode ser constantemente estimado sem a presença de um viés.

Colomer-Rocher et al. (1980), relacionando a conformação com o peso de carne do traseiro e peso dos sete músculos principais do traseiro (*Gluteus medius*, *Biceps femoris*, *Semimenbranosus*, *Quadriceps femoris*, *Psoas major* e *Longissimus dorsi*), obtiveram uma relação positiva e significativa, isto é, aumentou o peso de carne e dos músculos do traseiro quando o perfil era côncavo e não convexo. Entretanto, Tarouco (1991) concluiu que a conformação é um estimador pouco preciso dos pesos de carcaça quente, serrote, dianteiro, costilhar e dos cortes desossados do serrote; e não deve ser utilizada isoladamente como índice quantitativo num sistema de tipificação de carcaças.

O acabamento traduz a distribuição da gordura externa sobre a carcaça, sendo descrita através dos seguintes números: 1- Magra-gordura ausente; 2- Gordura escassa- 1 a 3 milímetros (mm) de espessura; 3- Gordura mediana-acima de 3 e até 6 mm de espessura; 4- Gordura uniforme-acima de 6 e até 10 mm de espessura; 5- Gordura excessiva-acima de 10 mm de espessura.

A aferição da gordura é realizada em três locais diferentes da carcaça que são:

- à altura da 6^a costela, sobre o músculo grande dorsal em sua parte dorsal
- a altura da 9^a costela, sobre o músculo grande dorsal, em sua parte ventral
- à altura da 12^a costela sobre o músculo serrátil dorsal caudal.

Na impossibilidade de aferir-se a gordura nos locais acima indicados, proceder-se-a a verificação na região lombar ou coxão.

A avaliação visual da gordura de cobertura é um método rápido para estimar o conteúdo de gordura das carcaças bovinas, sendo um dos fatores que produzem maior variação no valor comercial de uma carcaça.

Conforme Espejo et al. (2000), o acabamento ideal é o que mantém um equilíbrio entre a quantidade mínima de gordura para satisfazer a preferência do consumidor e uma quantidade suficiente para assegurar uma boa apresentação e conservação da carcaça aliado ao aroma e sabor.

A cobertura é considerada importante em todos os sistemas de avaliação de carcaças devido à associação com o rendimento de carne comercial (Kirton, 1989). O acabamento da carcaça, historicamente, tem sido associado com a maciez da carne, embora agora novas evidências sugiram que tais relações são induzidas, em grande parte, por práticas de manejo pós-morte e não por qualquer relação inerente à carcaça que tenha sido processada para evitar o encurtamento pelo frio (Tatum, 1981). Esta medida é muito importante para toda a cadeia produtiva. Animais que acabam numa idade mais jovem são mais precoces fisiologicamente e podem ser abatidos mais cedo do que animais mais tardios. Isto diminui o tempo e o custo de manutenção dentro do sistema de produção, pois quase todas as decisões de seleção e comercialização de animais para o abate são tomadas em função do grau de acabamento. Ele também é importante para a tomada de decisões do manejo reprodutivo das fêmeas que ingressam no ciclo de produção. Geralmente se considera o escore de condição corporal destas fêmeas

para se estimar o sucesso como futura reprodutora. Para a indústria e retalhistas, evita problemas com a conservação das carcaças e cortes de carne, por exemplo, evita o encurtamento das fibras musculares pela ação do frio diretamente no músculo, o que diminui a maciez da carne; evita a queima do músculo pelo frio que altera sua coloração normal, pois carnes escuras são rejeitadas pelo consumidor; evita uma maior desidratação da carne e perda de peso das carcaças estocadas nas câmaras frigoríficas, entre outros fatores. O preço, o destino e a classificação das carcaças, em quase todos os sistemas comerciais, se baseiam no seu grau de acabamento. Para o consumidor é importante, porque está associada positivamente com a maciez, suculência, sabor e auxilia na tomada de decisão do destino culinário a que vai ser submetido o produto.

Dentre os parâmetros apenas dois: peso de carcaça quente e sexos do animal são objetivos e, efetivamente, poderiam ser utilizados com segurança num sistema de seleção para o mérito de carcaça ou teste de progênie tradicional de características de carcaça. A idade obtida pelo exame da dentição, por sua vez, sofre influência pelo tipo biológico dos animais e a maior proporção de sangue zebuíno na sua composição genética retarda a troca da dentição.

A conformação e o grau de acabamento da carcaça são medidas subjetivas, obtidas por avaliação visual, portanto dependentes da experiência dos avaliadores envolvidos na coleta das informações, sendo mais difícil de padronizar em larga escala, em diferentes grupos biológicos e em diferentes regiões do País.

Perry et al. (1993) afirmam que onde medidas objetivas sobre a carcaça são possíveis, é de pequeno valor a utilização de medidas visuais subjetivas para predição do rendimento de carne.

2.4 Métodos para avaliação da composição corporal

A utilização de uma boa técnica para a predição da composição corporal é uma ferramenta básica na otimização da quantidade de carne produzida, seja pela manipulação genética ou nutricional da sua composição tecidual.

Atualmente, várias técnicas existem para estimar a composição corporal, mas elas variam consideravelmente em custo, praticabilidade, condição, rapidez e exatidão. A avaliação visual do bovino consiste numa avaliação da conformação, qualidade e rendimento e está influenciada pela aparente distribuição do osso, músculo e gordura. Métodos de avaliação da composição baseados no julgamento pessoal têm sido usados na comercialização do gado, mas os pesquisadores continuam a desenvolver meios alternativos de determinação da composição corporal (Perkins, 1992).

A acurácia é muito mais importante do que a velocidade de medição. A pesquisa tem se concentrado em métodos mais complexos de avaliação do que em técnicas simples de medidas aplicáveis nas fazendas, embora estas últimas sejam comercialmente importantes (De Campeneere et al. 2000).

Conforme Hedrick (1983), não existe um método simples para a predição da composição dos animais e de suas carcaças que seja aplicável em todas as situações.

2.4.1 Determinando a composição da carcaça

2.4.1.1 Análise química

A análise do corpo como um todo oferece vantagem porque se poderiam determinar mais precisamente todos os seus elementos nutritivos. Atualmente, as análises químicas estão restritas à carcaça comercial e, talvez, a algumas partes da carcaça e órgãos. Seus inconvenientes são os altos custos, lentidão, difícil obtenção de amostras representativas, como também, não diferencia os tecidos comestíveis ou de maior valor comercial dos não comestíveis (Berg & Butterfield, 1978).

Conforme (Perkins, 1992), este método até pode ser biologicamente importante, mas não é usual ou prático nas condições comerciais.

2.4.1.2 Dissecação física

A dissecação física é utilizada para determinar as quantidades de músculo, osso e gordura na carcaça. Os trabalhos de Luitingh (1962), Berg & Butterfield (1978) foram elucidativos com relação às alterações da composição e distribuição dos tecidos corporais durante o crescimento dos bovinos de corte. Entretanto, não pode ser um processo de rotina em projetos comerciais e sim, um ponto de referência para validar métodos menos diretos e precisos na determinação da composição da carcaça.

2.4.1.3 Medidas lineares

Medidas lineares das carcaças como comprimento, altura, profundidade, circunferência, entre outras, foram utilizadas com sucesso na determinação da composição por Yeates (1952). Entretanto, Busch et al. (1969);

Kempster (1986) e Topel & Kauffman (1998) afirmam que as medidas lineares não são úteis como preditores individuais do conteúdo de músculo, osso e gordura dos animais.

2.4.1.4 Gravidade específica

A utilização da gravidade específica (GE) ou densidade, como medida de predição da composição da carcaça foi apresentada por Garrett (1968).

O método está baseado no princípio de Arquimedes de que “todo corpo submerso em água libera um volume igual ao seu próprio”. Assim, a densidade da carcaça pode ser determinada pesando-a no ar e pesando-a na água. A água usualmente está a uma temperatura de 20°C.

Preston & Willis (1974) reportaram que a GE da carcaça foi altamente correlacionada com a sua quantidade de água, proteína e com a composição da gordura. Entretanto, apesar de ser um método simples e facilmente determinado sem depreciar o preço da carcaça, não é útil na predição da sua composição no animal vivo e desta forma de uso limitado (Perkins, 1992).

2.4.1.5 Excreção da creatinina urinária (UCE)

Em 1905, Folin propôs que dois tipos de proteína existiam no corpo do animal, uma de origem do metabolismo endógeno e outra de origem exógena. De acordo com esta teoria, o metabolismo endógeno é representado pela excreção de creatinina urinária em ritmo relativamente constante e independente da ingestão protéica. Como o tecido que forma carne magra pode ser considerado como um tecido que não se altera marcadamente dia a dia, pode-se esperar que a excreção de creatinina tenha valor na predição das diferenças do conteúdo de

tecido magro nos animais (Lofgreen & Garrett, 1954). Estes autores encontraram uma correlação de $R=0.67$, entre a UCE e a percentagem de carne magra nos tecidos moles da 9-10-11^a costelas, em um estudo com novilhos Hereford.

De Campeneere et al. (1999b) obtiveram altas correlações entre UCE e peso do corpo vazio e proteína do corpo vazio ($R^2 = 0.95$ e 0.97 , respectivamente).

Com exceção da coleta da urina, esta técnica é muito simples, não consome muito tempo, não requer altos investimentos e proporciona bons resultados.

2.4.1.6 Avaliação instrumental

A introdução de novas tecnologias na indústria de carne a nível de abatedouros, retalhistas e distribuidores não são fáceis. Estes segmentos trabalham com grandes volumes e com pequena margem de lucratividade (Swatland et al. 1994). A instrumentação na classificação de carcaças tem sido utilizada com limitado sucesso (Perkins, 1992).

Para evitar a subjetividade influenciando a avaliação visual, técnicas foram desenvolvidas para medir a conformação, a quantidade de carne magra e a qualidade da carne das carcaças. A análise de vídeo imagem (VIA), que é baseada num sistema composto de câmara e computador pode ser considerada como o estágio mais desenvolvido da fotogrametria. Esta técnica tem sido considerada uma alternativa para substituir ou complementar a avaliação visual porque não produz viés e não depende do operador. Cross et al. (1983) usaram a

VIA para prever a composição da secção da 3ª costela a partir de carcaças de novilhos e tourunos e observaram que as equações desenvolvidas utilizando características medidas instrumentalmente tinham um valor de predição maior do que as mesmas características não medidas por aparelhos. Wassenberg et al. (1986) obtiveram um coeficiente de determinação de 95,6, usando a VIA sobre secções transversais das carcaças de 115 novilhos para prever a quantidade total em kg de carne magra.

Karnuah et al. (2001) usando imagens de área, circunferência, comprimento e distância geométrica entre músculos realizados entre a 6-7ª costelas e obtidas e analisadas por computador em carcaças de novilhos, para estimar a quantidade em kg e percentagem de carne magra, gordura e osso, obtiveram coeficientes de determinação para as equações de regressão múltiplas de 0.76, 0.82, e 0.69, respectivamente. Enquanto que, para a percentagem de carne magra, gordura e osso eles foram de 0.57, 0.66, e 0.42, respectivamente.

Shackelford et al. (2003) avaliando o sistema de análise de imagens de carcaças do U.S. Meat Animal Research Center's para prever o grau de rendimento, área de olho de lombo e escore de marmoreio on-line no abatedouro, obtiveram coeficientes de determinação de 90,88 e 76%, respectivamente. Concluindo que a tecnologia proposta pelo estudo poderia ser utilizada pela indústria para determinar mais acuradamente o grau de rendimento das carcaças.

2.4.2 Determinando a composição nos animais vivos

A falta de coordenação na cadeia produtiva tem como um dos seus principais efeitos a falta de rastreabilidade dos produtos. Isso significa que o

consumidor não consegue estabelecer as ligações entre o produto que adquire e o fornecedor. Os frigoríficos, em sua maioria, trabalham sem marcas. Os açougues, quase por definição, não podem assegurar a procedência da carne. Os produtores entregam animais em situações diferenciadas de idade, raça, sexo, gordura, etc. (Filho & Paula, 1997).

A busca de métodos de avaliação de animais vivos se deve também ao fato de que, segundo a BIF (1990), a medição do ritmo de crescimento, apesar de ser importante para os produtores de gado de corte, não leva em consideração a composição do ganho de peso do animal.

2.4.2.1 Medidas lineares e avaliações subjetivas

A técnica mais simples e de menor custo para estimar a composição de um animal baseia-se na avaliação da conformação corporal. Isto pode ser realizado por medidas lineares e por uma avaliação subjetiva e /ou visual. Várias medidas lineares, comprimento, altura e profundidade do corpo, largura e circunferência da perna, entre outras, têm sido estudadas por inúmeros autores. Bass et al. (1962) utilizaram 19 medidas lineares no animal vivo e encontraram que o peso vivo foi a medida com maior correlação com o rendimento dos cortes comerciais desossados. O que concorda com os resultados de Kempster et al. (1986); onde o peso corporal foi a medida de maior valor preditivo, sendo as medidas lineares de baixo valor na estimativa da composição corporal. Uma correlação negativa entre o tamanho (altura) do animal e percentagem de gordura e positiva com o rendimento da porção comestível foi obtida por Williams & Bailey (1984).

As medidas lineares e técnicas de avaliação subjetiva são muito rápida e, na maioria das vezes, baseadas na experiência do operador. Na prática, estas técnicas não são satisfatórias para estimar a composição corporal e podem ser consideradas como alternativas (De Campeneere et al., 2000).

2.4.2.2 Técnicas de diluição

As técnicas de diluição envolvem medidas da quantidade de um traço conhecido antiparina, N-acetil-1,4 aminoantiparina, uréia, água tritiada (TOH) ou óxido deutério (D₂O) no corpo do animal, após este alcançar o equilíbrio para estimar a composição química do corpo. Está baseada numa relação constante entre volume de água corporal e os componentes do corpo do animal.

Segundo Perkins (1992), as técnicas de diluição consomem tempo e, algumas vezes, tem um alto custo, porque a carne dos animais contém traços radiativos, não sendo apropriada para o consumo humano. Este método tende a ser mais apropriado para ambientes experimentais, do que em condições de campo. Além do que, conforme Hammond & Waldo (1985), as equações de predição devem ser realizadas separadas para diferentes raças, a fim de obter uma maior precisão.

2.4.2.3 Medidas hormonais

Alguns hormônios têm um papel importante no crescimento e desenvolvimento e em taxas metabólica, podendo influenciar a composição corporal. A insulina regula o metabolismo dos carboidratos e influencia na síntese de proteína. Gregory et al. (1980) encontraram para bovinos, que somente diferenças em acabamento relacionadas à idade, podem ser estimadas a partir da

secreção de insulina, enquanto que diferenças em acabamento entre animais de mesma idade não estão associadas com a habilidade de secreção de insulina.

Outros importantes hormônios podem influenciar no metabolismo do crescimento, como adrenalina e noradrenalina, hormônio do crescimento, tiroxina e triiodotironina.

Recentemente, o hormônio Lepitina tem sido considerado no controle da ingestão de alimento e na composição corporal. O principal sítio de produção da leptina são os adipócitos e quando estes aumentam sua massa, as concentrações periféricas deste hormônio, também aumentam (Ahima & Flier, 2000). Geary et al. (2003) encontraram correlações positivas ($P < 0.01$) entre leptina no soro e escore de marmoreio ($r=0.35$ e 0.50), espessura de gordura de cobertura ($r=0.34$ e 0.46);concluindo que este hormônio pode ser um indicador adicional do conteúdo de gordura em animais confinados.

2.4.2.4 Medidas biofísicas

Dentro deste grupo com resolução local estão incluídas as técnicas: Tomografia Computadorizada (raio-X), que atualmente está sendo utilizada em ovinos no Reino Unido, na predição de carne magra (Simm, 1998). Segundo Young et al. (1996), esta técnica combinada com medidas de peso corporal explicou a maior parte da variação total da gordura ($R \times 100 = 92\%$), músculo ($R \times 100 = 91$) e osso ($R \times 100 = 71\%$). Apesar da alta precisão na estimativa dos tecidos corporais, caracteriza-se por ser lenta, de alto custo, pouco prático e não se adapta a grandes animais. O mesmo acontecendo com a técnica de Ressonância Magnética Nuclear (RMN).

2.5 Utilizando o ultra-som para determinar a composição corporal dos animais vivos

Tradicionalmente, a técnica de ultra-sonografia empregada na medicina humana, na indústria de transformação e na inspeção de equipamentos de grande responsabilidade, pode atualmente ser empregada como um método de avaliação animal. Caracteriza-se por ser um método rápido, não invasivo e que não deixa resíduos nocivos na carne, oferecendo meios objetivos de avaliar os animais vivos em relação a sua composição corporal. Influencia positivamente na melhor comunicação em todos os setores envolvidos na indústria de carne vermelha. A identificação de animais que fornecem produtos uniformes e específicos, conforme o nicho de mercado poderá melhorar os contratos comerciais e levar aos produtores a oportunidade de comprar progenitores que assegurem a produção de descendentes eficientes dentro dos sistemas de produção em que são criados.

A história da tecnologia do ultra-som iniciou com o desenvolvimento dos efeitos piezoelétricos no ano de 1880, pelos irmãos Curie. A primeira aplicação prática destas ondas foi sugerida por Langevin em 1917 e, primeiramente, utilizada na Segunda Guerra Mundial (1940) na forma de SONAR (Sound Navigation and Ranging) para detectar submarinos.

O termo “ultra-som” se refere às ondas de som ou vibrações numa frequência acima da amplitude audível pelo ouvido humano. O ultra-som tem sido usado para diagnósticos de imagens de tecidos moles, na indústria animal, desde

meados dos anos 50 (Wild, 1950). Segundo o autor, a técnica de ultra-som é humana, não destrutiva e possibilita um meio de identificação quantitativa do músculo e tecido adiposo no animal vivo.

Temple et al. (1956) reportaram a aplicação do uso do ultra-som para medir a espessura de gordura no gado vivo. No final da década de 50, a técnica foi desenvolvida para medir a profundidade e área do músculo em bovinos por Stouffer (1959).

Gillis et al. (1973) concluíram que o ultra-som deveria ter um grande potencial de aplicação para estimar a composição corporal e das carcaças porque não haveria a necessidade do abate dos animais. Em 1979, a NASA conjuntamente com o *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) identificou duas tecnologias que potencialmente poderiam ser utilizadas pela indústria de carne americana para identificar o mérito genético de carcaça dos animais; o Ultra-Som e a Análise de Vídeo Imagem (VIA). Conforme Anselmo et al. (1979), pesquisadores do JPL, o ultra-som teria potencial para medir o marmoreio pela análise da percentagem de gordura presente na superfície da carne. Com o desenvolvimento do ultra-som B-Mode e “real-time” no final dos anos 70 e utilizando arranjo linear dos cristais no transdutor, a área do músculo longo dorsal passa a ser obtida usando esta técnica. O desenvolvimento de um novo protótipo de transdutor de 17,2 cm de comprimento e 3,5MHz de frequência, no final dos anos 80, melhorou a acurácia e a precisão das medidas ultra-sônicas no animal vivo.

Na metade da década de 80, Recio et al. (1986) reportaram que os recentes avanços na tecnologia de ultra-som poderiam levar a um novo interesse

na utilização desta, para a estimativa da composição corporal nos animais de corte.

Em 1989, a Federação de Melhoramento de Gado de Corte (BIF) dos USA reportou que o método mais promissor para incorporação das diferenças esperadas nas progênes (DEPs) do mérito de carcaça dentro dos programas de melhoramento das raças era a utilização da ultra-sonografia em tempo real para predição dos atributos de carcaças (Perkins,1992). Como a indústria da carne busca um sistema de venda baseado no valor básico de mercado, o ultra-som pode ser uma técnica promissora para estimar a composição corporal pré-abate (Fursey et al. 1991).

Cross & Belk (1994) mencionaram várias vantagens da técnica de Ultra-sonografia: 1) pode ser usada nos animais vivos; 2) pode ser utilizada nas plantas de abate antes da remoção do couro; 3) pode predizer com precisão características relacionadas à palatabilidade (ex. marmoreio); 4) não oferece danos à saúde; 5) poderia levar à completa automação da classificação das carcaças e remover o elemento do erro humano. E também, conforme Wilson (1999), a utilização do ultra-som em tempo real traria como benefícios: 1) uma objetiva predição da carne magra e gordura nos animais vivos; 2) a habilidade de, objetivamente, medir a percentagem de gordura intramuscular no animal vivo; 3) a avaliação da percentagem de gordura intramuscular a partir da área de olho de lombo para determinar o grau de qualidade das carcaças (marmoreio); 4) a informação da composição dos animais vivos, eliminando o custo e tempo necessário pelo teste de progênie tradicional para o mérito de carcaça.

Revisões sobre o desenvolvimento da técnica de ultra-sonografia e sua aplicabilidade em bovinos foram realizadas por Stouffer (1965); Barton (1967); Simm (1983); Thwaites (1984); Henningsson (1987); Houghton & Turlington (1992); Wilson (1992,1999).

No Brasil, a partir de 1993, a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), através do Departamento de Avaliação e Reprodução Animal do Instituto de Zootecnia-IZ, iniciou estudos utilizando a técnica de ultra-sonografia “real-time” em bovinos e ovinos com objetivo de estimar a composição corporal dos animais, medindo a área de olho de lombo e a espessura de gordura de cobertura em um rebanho da raça Canchim e ovinos da raça Ile de France. Atualmente, várias raças de bovinos utilizam esta tecnologia para estimar valores do mérito genético da carcaça.

2.5.1 Propriedades do ultra-som

O som é uma onda mecânica de compressão e refração que se propaga dentro de um meio. A onda de som pode ser comparada a uma onda longitudinal, tendo comprimento, frequência e velocidade. O comprimento de onda é a distância entre dois pontos similares sobre uma dada onda. A frequência é o número de ciclos ou comprimentos de ondas ocorrendo em um dado período de tempo; geralmente, 1 segundo. A velocidade é derivada a partir da computação da frequência e do comprimento de onda. A frequência é descrita em ciclos/ segundo ou hertz (Hz). O som audível varia entre 20 até 20.000 Hz. O diagnóstico de ultra-som utiliza uma amplitude de 2 a 10MHz (milhões de ciclos por segundo), que é muito além da amplitude audível (Houghton & Turlington, 1992).

A imagem ultra-sônica é efetuada pela produção de pulsos curtos de ultra-som que são refletidos e dispersados pelos tecidos e interfaces teciduais (Nyborg & Ziskin, 1985).

Os equipamentos ultra-sônicos utilizam transdutores, que alternadamente transmitem um feixe de onda sonora e recebem o retorno de ecos a partir das interfaces, onde os materiais de diferentes propriedades acústicas se agrupam. A unidade relevante aqui é a impedância acústica, que corresponde ao produto da velocidade do ultra-som no material e sua densidade (Thwaites, 1984).

Os transdutores possuem cristais com propriedades piezoelétricas (pressão elétrica). Os cristais são formados por quartzo cristalino e são rígidos e impermeáveis à umidade. Sais de rochas podem também ser usados, mas a maior parte dos transdutores contém titanato de bário ou outros cristais titanatados. Na prática, uma pequena lâmina é cortada em forma de disco a partir do cristal escolhido, onde a espessura do disco determina a profundidade de operação e o diâmetro determina as características dos feixes de onda ultra-sônica (Perkins, 1992; Thwaites, 1984).

Os equipamentos utilizados para avaliar a composição corporal dos animais usam cristais com arranjo linear. O tipo de arranjo dos cristais refere-se à disposição destes no transdutor. No arranjo linear, a disposição dos cristais é lado a lado ao longo do transdutor (Ginther, 1986). Quando os cristais são deformados por pressão, a eletricidade é produzida. Caso ocorra inversamente, ou seja, quando uma corrente elétrica é aplicada, os cristais podem deformar. Este é o processo pelo qual o ultra-som é gerado e recebido pelo transdutor. Quando

refletido, o som retorna ao transdutor e uma leve deformação dos cristais é produzida; isto gera uma corrente elétrica.

A corrente elétrica quando passa pelo osciloscópio gera uma imagem das interfaces dos tecidos (Rantanen & Ewing, 1981).

Aos cristais são ligados dois eletrodos, quando uma corrente direta é aplicada aos eletrodos, a lâmina de cristais sofre uma alteração na sua espessura. Quando uma corrente alternada é aplicada, há uma alteração da espessura dos cristais e eles vibram na mesma frequência da corrente. Os cristais são eletricamente controlados a partir do instrumento, onde o gerador de pulso está localizado. Os pulsos ultra-sônicos são produzidos pela aplicação de voltagem elétrica ao transdutor. Em alguns equipamentos, o gerador de pulso é ajustável, para que uma frequência apropriada possa ser selecionada, conforme o tecido que se queira analisar. Em outros equipamentos, a frequência do pulso gerador é fixa, sendo necessária a troca de transdutores de frequência específica para obtenção de melhores resultados (Perkins, 1992; Thwaites, 1984).

O campo de som resultante dos pulsos ultra-sônicos é chamado de feixe. O feixe é dividido em duas regiões; uma chamada de campo proximal e a outra chamada de campo distal, ambas, são importantes na focalização do feixe. O campo proximal está associado à visualização e nitidez (resolução) de imagem das estruturas dos tecidos próximos aos cristais do transdutor, ou seja, tecidos e estruturas periféricas do corpo do animal. O campo distal, ao contrário, está associado à visualização e nitidez de imagem dos tecidos e das estruturas profundas.

2.5.2 Interações da onda de som com os tecidos

A reflexão do ultra-som é a base da aplicação biológica desta tecnologia, que é referida como refletância ou sistema pulso/ eco (Thwaites, 1984).

Quando um feixe de som passa através dos tecidos corporais, uma porção do feixe é refletida e retorna ao transdutor. A reflexão ocorre nas interfaces dos tecidos de diferentes impedâncias acústicas (Houghton & Turlington, 1992).

A impedância acústica é a resistência exercida pelo tecido para a propagação do som e está na dependência da densidade dos tecidos e da velocidade do som (Amin, 1995).

Os feixes de som que passam através dos tecidos são exibidos como um eco sobre a tela do equipamento. O eco é representado na imagem por diferentes graus de cinzas, variando do branco ao preto (Perkins, 1992).

Uma porção da onda penetra no tecido, é absorvida, e outra é refletida, retornando ao transdutor. Os ecos que retornam para a fonte do som (transdutor) são detectados e exibidos na tela da unidade principal, como um corte transversal do tecido anatômico. As imagens geradas permitem uma avaliação e, conforme o tipo de eco-textura pode identificar condições normais ou patológicas destes tecidos (Widmer, 1993).

A amplitude do retorno do eco é determinada pela diferença absoluta da impedância acústica de um tecido comparado com outro. Uma pequena diferença na impedância acústica de um tecido para outro, vai resultar num pequeno retorno do eco (Herring & Bjornton, 1985).

O equipamento ultra-sônico calcula o tempo entre a emissão do pulso e o retorno do eco, isto leva a computação da exata distância da interface acústica a partir do transdutor.

Os feixes de som atravessam os tecidos moles com uma velocidade de 1,540 m /s, ou aproximadamente 1,5 mm em um milionésimo de segundo (Christensen, 1988). Portanto, a variável que contribui para a diferença em impedância acústica de um tecido mole para outro é sua densidade (Houghton & Turlington, 1992). Quando dois tecidos moles de diferente densidade estão em contato é criada uma interface acústica ou uma superfície refletiva. O som atravessa o osso em aproximadamente 3,100 m/ s. A densidade do osso é muito maior, quando comparada com os tecidos moles, portanto, uma diferença muita alta de impedância ocorre numa interface osso / tecidos moles (Herring & Bjornton, 1985).

O valor absoluto da impedância acústica de qualquer tecido não é relativamente importante, mas a magnitude da diferença destas nas interfaces dos tecidos é que determina a quantidade de reflexão do feixe de onda (Rantanen & Ewing, 1981).

As características dos vários tecidos moles e das suas interfaces é que, em ultima instância, determinam que proporção da onda sonora possa ser refletida e recebida pelo transdutor (Perkins, 1992).

Stouffer (1988) reportou velocidades médias de 1500, 1700, 1430 e 1620 m/s para a água, pele, gordura e músculo nos tecidos em bovinos, respectivamente.

A temperatura também influencia a velocidade do ultra-som. A temperatura dentro dos tecidos moles no corpo dos animais vivos tem uma variação normal de somente 3 - 5°C. A velocidade do ultra-som no músculo de bovinos variou de 1513 m/ s a 10° C até 1611m/ s a 38°C (Davis, 1963).

A passagem do feixe sonoro através dos tecidos causa uma perda de energia. Esta energia removida é referida como atenuação. A atenuação é causada por dois processos predominantes. O primeiro processo é a absorção, que é conversão de movimentos ordenados do ultra-som dentro de movimentos desordenados de calor, o segundo é a dispersão do feixe de som devido a pequenas interfaces dos tecidos, resultando na perda de energia do feixe sonoro. Estes dois processos são dependentes da freqüência (Houghton & Turlington, 1992).

A profundidade da penetração do ultra-som depende da freqüência e é baseado em uma taxa de atenuação de aproximadamente 1 decibel por centímetro por MHz (1 dB/cm/MHz). Por exemplo: um feixe de ultra-som de 3.0 MHz poderia ser atenuado a uma taxa de 3.0 decibéis por centímetro. Cristais de alta freqüência (ex.: 7.5 MHz) têm o mesmo número de ondas por pulsos do que cristais de freqüência mais baixa (ex.: 3.5 MHz). Entretanto, as mais altas, têm pulsos mais curtos, melhorando a resolução, porém se perde em profundidade de penetração; as freqüências mais baixas, que têm um pulso mais longo, perdem em resolução e ganham em profundidade de penetração (Wildmer, 1993).

O comprimento de onda do som diminui, quando a freqüência aumenta. Isto permite que pontos de diferentes densidades (impedância acústica) sejam

captados, ou seja, tem-se uma maior resolução axial, porém a onda sofrerá uma maior atenuação. Atenuação é um progressivo enfraquecimento das ondas sonoras quando atravessam os tecidos, que limita a profundidade da penetração. Transdutores de baixa frequência poderão penetrar mais profundamente, porque eles têm comprimento de onda longo. Os equipamentos de ultra-som compensam a atenuação.

2.5.3 Modos de exibição da imagem

O primeiro modo de exibição foi chamado A-mode, refere-se à modulação da amplitude e é uma exibição uni-dimensional da imagem ultra-sônica (Temple et al. 1956). Ecos que retornam ao transdutor aparecem como picos na exibição. À distância entre cada pico corresponde à distância entre as sucessivas interfaces (Wilson, 1994). A altura de um pico corresponde à amplitude do som em uma dada profundidade do tecido.

Em 1968, a forma A-mode de exibição foi modificada, levando ao desenvolvimento do B-mode, modulação de brilho. B-mode é uma exibição de imagem de múltiplos sinais A-mode. O brilho de cada ponto(s) é determinado pela amplitude do eco. O tempo gasto pelo eco para retornar ao transdutor, determina a localização ou posição do ponto(s) na tela (Wilson, 1994). Estes ecos são produzidos como sombras (tonalidades) de cinza. O B-mode usa 126 tonalidades de cinza, enquanto o modo A usa somente 16. Os ecos são transformados em sinais elétricos e, após, em ondas de radio frequência pelo cristal. As ondas de radio frequência são digitalizadas e acessadas na memória do computador (unidade principal). O número de escalas de cinza varia de 1 a 126 tonalidades.

Então, a exibição final da imagem se dá em sombras de cinza. Escalas de cinza permitem ver as diferenças na textura dos tecidos (Wildmer, 1993). Não é possível fazer a distinção entre o tecido do músculo vermelho ou gordura branca, exceto pela textura. Tecidos densos dão pontos brancos. Tecidos de média densidade dão pontos cinza.

Ultra-som *real-time* ou ultra-som em “tempo real” é uma versão do B-mode. Esta versão cria imagens que são vistas instantaneamente e em movimento. Equipamentos de ultra-som real-time de arranjo linear foram desenvolvidos para aplicações médicas e foram adaptados para avaliação de animais, em 1984. A unidade real-time produz “vida”, proporciona movimento instantâneo de imagens pelas rápidas trocas elétricas de elemento para elemento no feixe (Houghton & Turlington, 1992).

Os equipamentos de ultra-som em tempo real são mais efetivos para utilização com animais (Thrall, 1986).

2.5.4 Fatores afetando a acurácia do ultra-som

Alguns fatores podem afetar a acurácia e a precisão das estimativas da composição corporal dos animais por ultra-som. Isto inclui as limitações tecnológicas, técnica ou experiência do técnico, nível de acabamento e musculosidade, sexo do animal, idade do animal, alterações nas características dos tecidos pós-morte, remoção do couro na desfola, método de contenção, raça ou indivíduo, altura do pêlo, desbaste ou não do pêlo, umidade do pêlo do animal, tipo e temperatura do acoplante acústico, redução da escala da imagem, tipo de equipamento e efeito do manejo da carcaça pós abate.

Temple et al. (1965) reportaram que os erros na avaliação ultra-sônica dos animais vivos que resultaram em decréscimo na acurácia e precisão na estimativa da carne magra e gordura foram: 1) variação individual do animal, 2) alterações teciduais durante o abate, 3) interpretação da imagem e 4) manipulação do equipamento.

O primeiro ponto a ser considerado na avaliação dos animais por ultrassom é a calibração do equipamento. Stouffer et al. (1961) utilizaram agulhas de aço de comprimento conhecido dentro da carne resfriada como meio de calibração. Meyer et al. (1966) calibrou seu equipamento usando o tempo que a onda sonora levou para atravessar um vasilhame de água de profundidade conhecida. Métodos de calibração mais modernos atualmente estão disponíveis no próprio equipamento. Por exemplo, os campos distal e proximal devem ser ajustados conforme o software utilizado para coleta e interpretação da imagem. O equipamento da marca Pie Medical utiliza um phantom, que possui um termômetro para calibração de diferentes escalas de temperatura. O ganho total, que oferece um ótimo balanço entre os tons de cinzas e ajusta o brilho global da imagem, deve ser calibrado conforme a profundidade dos tecidos. Conforme Ginther (1994), o controle do ganho ajusta o equipamento para que a intensidade de brilho seja similar nas diferentes profundidades dos tecidos.

Os equipamentos de sistemas de modo B são calibrados para a velocidade dos tecidos moles ou água (Perkins, 2000). Isto é realizado pelo ajuste do viés médio e medidas de phantoms (Amin, 1995). A velocidade varia com o tipo e temperatura dos tecidos.

O comprimento do transdutor utilizado até 1990, limitou a capacidade de obtenção de imagens da área de olho de lombo em bovinos, porque era necessária a sobreposição da imagem ultra-sônica para produzir uma completa visualização do músculo longo dorsal (Moore et al.,1985). Entretanto, esta limitação foi removida com os protótipos de transdutores mais longos atualmente utilizados com 17,2cm e de 18 cm.

Os erros entre medidas ultra-sônicas e da carcaça podem ser atribuídos à posição e pressão aplicadas ao transdutor, limpeza da área a ser avaliada, ajuste do campo distal e proximal para a resolução da imagem e interpretação da imagem produzida pelo técnico (Stouffer, 1961).

A falha no acoplamento do transdutor à pele do animal é a causa mais comum de imagens ultra-sônicas de má resolução. As ondas ultra-sônicas são rapidamente dissipadas no ar e para operações normais de medidas, uma camada líquida deve ser colocada em toda a superfície do transdutor em oposição à pele do animal (Thwaites, 1984). A possibilidade de produção de ecos aberrantes devido à presença de bolhas de ar entre os pelos dos animais foram identificados por Temple et al. (1956). A incidência de falhas em detectar as interfaces dos tecidos foi verificada por Campbell et al. (1959), onde foi verificada a diminuição das falhas de 35% para 10% quando os animais sofreram desbaste do pêlo na área de medida. Atualmente, a utilização do desbaste da área de medida depende da altura do pêlo, número de animais a ser avaliado por turno, grau de sujeira e impureza presente no pêlo do animal e grau de dificuldade de obtenção de imagens ultra-sônicas de alta resolução.

O tipo de acoplante acústico e a temperatura deste influenciam na resolução da imagem obtida. Geralmente se utiliza como acoplante acústico um óleo vegetal porque são menor de custo, de fácil obtenção e como reportado por Thwaites (1984), são compatíveis com as secreções da pele dos animais.

A temperatura ambiente e do acoplante influenciam a qualidade das imagens ultra-sônicas devido à velocidade de transmissão do som. Conforme Gresham (1996), melhores resultados são obtidos em relação à resolução das imagens com temperaturas do acoplante próxima a temperatura corporal do animal, em torno de 36-38°C. Wilson (1999) observa que quando a temperatura ambiente esta abaixo dos 15°C, existe a necessidade de aquecer o acoplante acústico para obtenção de imagens de melhor qualidade.

Suficiente pressão deve ser aplicada ao transdutor para melhorar o contato acústico com a pele do animal. Heckmatt et al. (1988) observaram que a pressão aplicada ao transdutor durante o procedimento da coleta da imagem ultra-sônica pode causar distorção dos tecidos e afetar a acurácia da medição da espessura de gordura subcutânea porque este tecido é facilmente comprimido. Estes autores notaram também que a aparente profundidade do tecido é afetada pelo ângulo de colocação do transdutor em relação à estrutura tecidual que esta sendo analisada.

As variações na pressão aplicada ao transdutor durante as medições no animal vivo podem causar dois problemas. Primeiramente, quando muita pressão é aplicada pode distorcer os tecidos moles, particularmente na gordura, e contribui para subestimar a sua espessura (Stouffer et al. 1961; Bacchus,1963). Em

segundo lugar, variações na pressão aplicada ao transdutor entre e pelo mesmo operador podem reduzir a repetibilidade das medidas ultra-sônicas (Thwaites,1984).

Sample & Erickson (1980), observaram que uma causa comum dos pobres resultados é o inadequado contato acústico entre o transdutor e a pele do animal que não elimina as bolhas de ar que ficam na superfície de medida.

A pesquisa tem demonstrado que a acurácia é altamente dependente do técnico e melhora com a experiência (Brown,1964; Handerson-Perry et al.,1989).

Watkins et al., (1967) afirmam que quando o operador ganha em experiência ele estima com maior acurácia o tamanho do músculo e a espessura de gordura subcutânea. O que concorda com os resultados de Perkins et al.(1992); Robinson et al. (1992); McLaren et al. (1991); Herring et al. (1994); Hassen et al (1998) e Charagu et al.(2000); que erros de várias magnitudes podem ser introduzidos durante a aquisição e a interpretação da imagem, captada conforme a experiência do operador.

Alguns trabalhos indicam que o erro é maior na interpretação da imagem e que maior ênfase deve ser dada para uma avaliação das diferenças entre técnicos de interpretação de uma mesma imagem e como tais diferenças estão relacionadas com a experiência pessoal (Hassen et al. 2003).

Conforme Wallace & Stouffer (1974), não foi observada diferença significativa entre medidas ultra-sônicas de espessura de gordura e área de olho de lombo entre quatro diferentes operadores de equipamentos ultra-sônicos, mas

houve diferenças na interpretação das imagens captadas. Hedrick et al. (1963) notaram que a determinação subjetiva da parte medial e lateral final do músculo *longissimus* era muitas vezes necessária.

Stouffer (1988) sugeriu que uma das possíveis razões para o aumento da variação e a dificuldade de visualização da parte medial e lateral desta medida, poderia ser explicada pelas interfaces paralelas às ondas ultra-sônicas do músculo longo dorsal e porque, segundo Cross (1989), há refração das ondas de som devido à curvatura final do músculo e uma elevada atenuação do som em tecidos profundos.

Waldner et al. (1991) observaram que o aumento do nível de experiência do operador não melhorou a acurácia do ultra-som em estimar a espessura de gordura e área de olho de lombo, entretanto, o aumento da experiência do interpretador aumentou a precisão da estimativa da área de olho de lombo.

Os resultados de Perkins et al. (1992b) sugerem que a tomada e a interpretação das imagens ultra-sônicas de espessura de gordura e área de olho de lombo em bovinos são acuradas e repetíveis entre e dentro de técnicos com experiência. O que concorda com os resultados recentes de Greiner et al. (2003a), que indicam que a tecnologia de ultra-som tem um potencial para determinar a espessura de gordura e área de olho de lombo com alto grau de acurácia quando realizada por um técnico experiente.

Estudos de repetibilidade (Wallace et al., 1977; Bailey et al. 1988; McLaren et al., 1991b; Perkins et al., 1992b; Herring et al. 1994; Hassen et al.,

1997), têm demonstrado que a interpretação da imagem é uma fonte de variação mais significativa do que a aquisição da imagem. Estes resultados sugerem que o melhoramento na acurácia pode ser alcançado com a automação da análise da imagem (McLaren et al., 1989a), e efetivamente com a remoção da subjetividade humana na interpretação da imagem (Perkins, 1992).

As técnicas de abate e esfolamento do couro (facas, facas elétricas, serras elétricas, rolos mecânicos), métodos de suspensão da carcaça alteram a configuração dos vários tecidos durante o início do *rigor mortis*, no corte da meia-carcaça e nos cortes das regiões de medida, podendo interferir na predição e na acurácia das medidas ultra-sônicas em bovinos de corte. Na retirada do couro, dependendo do método de esfolamento, pode retirar a gordura em áreas localizadas e nos pontos de medida desta característica na carcaça, principalmente, na região lombar. Temple et al. (1965), reportaram que os sítios anatômicos de medidas ultra-sônicas sobre o animal vivo foram alterados em relação ao esqueleto em mais de 5 cm quando a carcaça foi suspensa nos trilhos. A posição dos tecidos moles em relação ao esqueleto se move cranialmente na região da extremidade torácica e de maneira caudal na região lombar (Miles et al., 1972). Os autores também notaram movimentos na superfície dos tecidos devido à força gravitacional, a coluna vertebral foi também distorcida, portanto complicando a interpretação das imagens obtidas a partir do animal vivo.

Mersman (1982) sugeriu que as alterações que os tecidos experimentam durante os processos de resfriamento e os efeitos da posição da

carcaça na gordura, podem explicar em parte as discrepâncias na acurácia do ultra-som para predizer as características de carcaça no animal vivo.

Turlington (1990) concluiu que a suspensão da carcaça influencia as medidas tomadas nesta. Tanto as medidas de gordura como de área de olho de lombo foram influenciadas pela suspensão da carcaça quando comparadas com medidas realizadas no animal vivo.

Stouffer et al. (1961) estudou a variação nas medidas ultra-sônicas de área de olho de lombo entre a 12^a e 13^a costelas e concluiu que a área de olho de lombo obtida por ultra-som estava mais associada com a medida diretamente realizada no centro entre as costelas do que as realizadas próximas as costelas.

Estes resultados sugerem erros adicionais entre as medidas ultra-sônicas e na carcaça da área de olho de lombo e espessura de gordura, porque nem sempre nos abatedouros o corte das carcaças no sítio anatômico de medida são realizados no ponto exato em que as medidas no animal vivo foram realizadas.

Stouffer (1988) sugere também que a sujeira presente no pêlo do animal, a espessura da pele, a espessura do pêlo e da gordura podem diminuir a resolução das imagens e com isso diminuir a exatidão da medida da área de olho de lombo.

O grau de acabamento e a musculosidade dos animais podem influenciar a exatidão da relação entre medidas obtidas por ultra-som e na carcaça.

Segundo Perkins (1992), as estimativas realizadas por ultra-som foram mais precisas para animais com área do músculo *longissimus* menor do que 83,9 cm². Smith et al. (1992); demonstraram que a área de olho de lombo é geralmente superestimada se a área na carcaça é menor do que 71cm² e subestimada quando é maior do que 84cm². Eles também reportaram que a espessura de gordura é subestimada em animais gordos. Uma tendência similar foi obtida por Robinson et al., (1992); Herring et al. (1994); Hassen et al. (1998); Charagu et al., (2000). Conforme Perkins (1992), a acurácia do ultra-som foi mais influenciada pelo grau de acabamento e musculosidade do animal do que a experiência do técnico.

Esta conclusão foi confirmada, recentemente, pelo estudo de Greiner et al. (2003 a), onde os animais mais magros, com menos de 5,1mm de gordura de cobertura foram superestimados e os com mais de 10,2mm de espessura de gordura na carcaça foram subestimados por ultra-som. Animais com áreas de olho de lombo na carcaça menores que 71cm² foram superestimados e com mais de 90,3cm² subestimados por ultra-som. Os resultados suportam a teoria, de que o aumento da cobertura de gordura subcutânea torna mais difícil obter uma imagem clara, de alta qualidade, particularmente na porção ventral desta. Como resultado, a determinação dos limites do músculo *longissimus* torna-se difícil e, portanto, reduz a acurácia das medidas ultra-sônicas.

Alguns autores fazem referência de sexo e raça como fonte de variação na acurácia e precisão das medidas obtidas por ultra-som (Hassen et al. 1999; Charagu et al. 2000).

McReynolds & Arthaud (1970) encontraram que a correlação entre ultra-som e espessura de gordura da carcaça tendeu a melhorar (0.33 para 0.61) quando os touros aumentaram em idade e espessura de gordura de cobertura.

Lamb et al. (1990) reportaram uma correlação de 0.39 entre o ultra-som e a espessura de gordura da carcaça de touros de sobreano da raça Hereford.

Conforme Perkins (1992), as correlações entre espessura de gordura subcutânea por ultra-som e carcaça tendem a serem mais baixas nos touros do que em novilhos e novilhas em decorrência da menor variabilidade e baixos níveis de acabamento apresentado por esta categoria.

Entretanto, Rouse et al. (1993), trabalhando com novilhos e touros durante três anos, reportaram correlações entre a área de olho de lombo e espessura de gordura de cobertura para os novilhos e touros de 0.71, 0.81; e 0.82, 0.79, respectivamente. Concluindo que independente de sexo, alta correlação e pequena diferença média foi encontrada e que as medidas ultra-sônicas para estas características podem ser usadas para predizer a composição corporal dos animais vivos. Charagu et al. (2000), trabalhando com novilhos, novilhas e touros, concluíram que a diferença na acurácia da predição da área de olho de lombo na carcaça, por ultra-som, parece ser mais influenciada pelo tamanho do músculo.

Hassen et al. (1999) concluíram que se os dados de ultra-som vão ser considerados em programas de avaliações genéticas, apropriados fatores de ajuste para idade e possíveis diferenças nos componentes de variância devido ao sexo devem ser considerados.

2.5.5 Medidas ultra-sônicas

As estimativas ultra-sônicas da espessura de gordura subcutânea e área do músculo *longissimus* no animal vivo tem sido avaliada extensivamente em bovinos (Stouffer, 1965; Greiner et al. 2003).

Com a nova geração de equipamentos ultra-sônicos que dispensa a necessidade de sobreposição de imagens para avaliar a área de olho de lombo e a incorporação de softwares para microcomputadores para coleta e interpretação de imagens a partir da década de 90, resultou num aumento significativo de utilização desta tecnologia.

A espessura de gordura subcutânea é uma variável importante em todos sistemas comerciais e esta altamente relacionada com a composição corporal dos animais. Murphey et al. (1960) notaram uma estreita associação entre espessura de gordura medida na 12^a costela e o rendimento de cortes nas carcaças bovinas. Segundo Kempster et al. (1982), é um indicador dos mais usados como estimador da composição global da carcaça em programas de seleção de raças e esquemas de classificação de carcaças, e envolve a medida de espessura de gordura subcutânea.

Atualmente com a utilização da técnica de ultra-sonografia podemos estimar a gordura da carcaça em diferentes depósitos (intramuscular, intermuscular e subcutâneo). Com o ultra-som podemos estimar não só a espessura de gordura na superfície da carcaça, mas também a sua distribuição, realizando várias medidas em diferentes sítios anatômicos.

O músculo *longissimus* é o maior do corpo do animal e se estende por toda a região lombar e dorsal. Conforme Kempster et al. (1982), representa 6,7% do peso da musculatura total. Segundo Berg & Butterfield (1978), os músculos ao redor da coluna vertebral são de ímpeto de crescimento médio. Com isto podemos obter uma estimativa geral da musculatura total avaliando músculos desta região.

As medidas ultra-sônicas são realizadas em vários pontos anatômicos das regiões dorsal e lombar para estimar o peso e percentagem de músculo na carcaça, entretanto, o sítio anatômico onde a medida da área do músculo *longissimus* apresenta maior repetibilidade e onde a localização é de fácil obtenção é entre a 12^a e 13^a costelas. Além do que, conforme Stouffer (comunicação pessoal) é das regiões utilizadas para medidas ultra-sônicas onde há maior repetibilidade, e onde, existe menor número de outros músculos, o que torna a interpretação da imagem mais exata e fácil. O que concorda com a afirmação de Andersen (1975), que as medidas ultra-sônicas no animal vivo estão concentradas sobre a musculatura e nas camadas de gordura subcutânea no lombo e dorso. Nestas regiões, a musculatura consiste, principalmente, do músculo longo dorsal. Uma razão adicional é que nesta região do esqueleto os sítios anatômicos de medida são fáceis de localizar e as posições das medidas são repetíveis de animal para animal.

Moylan et al. (1990), utilizando o novo protótipo de equipamento, reportaram correlações entre medidas por ultra-som e suas correspondentes na carcaça, de 0.87 e 0.76 para a espessura de gordura e área de lombo, respectivamente. Resultados similares foram obtidos por Perry et al (1990);

Bullock et al. (1991); Perkins et al. (1992b); Smith et al. (1992); Bergen et al. (1996); Silva et al. (2001); Crews et al. (2002), onde os coeficientes de correlação entre as medidas de gordura e músculo por ultra-som e carcaça foram de 0,96 e 0,90; 0,79 e 0,90; 0,86 e 0,79; 0,82 e 0,63; 0,84 e 0,80; 0,87 e 0,74, respectivamente.

Hassen et al. (1998); May et al. (2001) reportaram correlações simples mais baixas entre a espessura de gordura e área de olho de lombo por ultra-som e carcaça de 0,71 e 0,48; 0,73 e 0,55; 0,64 a 0,86 e 0,79 a 0,87, respectivamente.

Greiner et al. (2003a), examinando o efeito do mesmo técnico na acurácia de estimar características de espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo na carcaça a partir do ultra-som em dois anos diferentes, reportaram coeficientes de correlação entre características e anos de 0,86, 0,90 e 0,91, 0,79, respectivamente.

2.5.6 Sítios anatômicos alternativos de medidas ultra-sônicas

A identificação de sítios alternativos como indicadores da composição das carcaças têm sido estudados por vários autores. Segundo Perkins (1992), estão disponíveis limitados resultados que definem a possibilidade de sítios alternativos para predição ultra-sônica de fatores de rendimento e grau de qualidade em bovinos de corte.

Johnson & Vidyadaran (1981) realizaram um estudo para identificar sítios alternativos para medir a espessura de gordura subcutânea e determinar o acabamento de carcaças bovinas. Estes autores identificaram como promissores dois sítios alternativos, um localizado no ângulo caudal-dorsal do Músculo *Biceps*

femoris e outro situado a 3 cm lateral ao ponto mais alto da crista sacral. Este último, mais tarde, seria utilizado como indicador do grau de acabamento no sistema Australiano de classificação de carcaças e chamado de P8. O segundo sítio localizado no músculo **Johns** seria adaptado para medição por ultra-som, sendo chamado de *Rump Fat*. Johnson (1987) estudou a habilidade das medidas de gordura na 12ª costela e do *Rump Fat* para prever o rendimento de carne vendável em carcaças de novilhos Hereford. Os resultados demonstraram que as medidas realizadas na região do quadril (*Rump Fat*) geralmente, apresentavam erros padrões da estimativa mais baixos, do que as medidas realizadas na 12ª costela, na predição do peso e percentagem de carne comercial e gordura de recorte. Wallace et al. (1977) estudaram quatro sítios anatômicos para medir a espessura de gordura subcutânea: paleta, extremidade ventral do músculo *trapezius* entre a 5ª e 6ª costelas, posterior ao eixo da escápula; sobre as costelas e áreas musculares lombares, a $\frac{3}{4}$ da largura do músculo *longissimus*, perpendicular a superfície; e no quadril (5cm lateral a partir linha média no centro do osso pélvico) e dois sítios para medir a área do músculo *longissimus* (entre a 12ª e 13ª costelas e na segunda vértebra lombar), por ultra-som. Obtiveram coeficientes de correlação altamente significativos ($P < 0,01$) entre as medidas de espessura de gordura subcutânea por ultra-som e suas medidas correspondentes na carcaça de 0,70; 0,77; 0,74; e 0,89; respectivamente. Com relação às medidas de área do músculo *longissimus*, os coeficientes de correlação foram de 0,58-0,77, para as medidas na região dorsal, e de 0,28- 0,48 para a região lombar.

Miller et al. (1988) reportaram que medidas ultra-sônicas de gordura subcutâneas realizadas na 12ª costela, paleta e quadril foram úteis na explicação da variação da percentagem de gordura das carcaças entre classes de idade em bovinos. Estas mesmas medidas em conjunto com a área de olho de lombo por ultra-som, explicaram 71% da variação da percentagem de gordura na carcaça, com um erro padrão da estimativa de 2,9%.

Bullock et al. (1991) encontraram coeficientes de correlação de 0,88 e 0,76 entre medidas ultra-sônicas no quadril e paleta, respectivamente, com a gordura total na carcaça de vacas. A gordura medida na paleta foi mais exata em vacas de baixa condição corporal, enquanto que, as medidas ultra-sônicas do quadril (*Rump Fat*) foram de baixa exatidão para vacas magras e de alta, para as outras categorias. As duas medidas ultra-sônicas de gordura deram altas correlações (0,88 e 0,76 vs 0,85 e 0,74, respectivamente), com a gordura total da carcaça do que a mesma medida na carcaça. Segundo Johnson (1993), em gado *Bos indicus e taurindicus* as medidas de espessura de gordura realizadas no quadril (P8, *Rump Fat*) fornecem de forma consistente predições mais exatas quando estas são utilizadas. A acurácia das equações é melhorada dentro de raça ou tipo e dentro de definidos pesos de carcaça. Conforme Greiner et al. (1996), a medida do quadril obtida por ultra-som, pode ser mais útil em gado magro com menor espessura de gordura na 12ª costela.

Johns & Brackelsberg (1991) observaram que medidas ultra-sônicas obtidas no quadril, foram úteis na predição do peso e percentagem de carne magra na carcaça e gordura em ovinos. Johns et al. (1993), encontraram

coeficientes de correlação de 0,59 e 0,42 entre medidas ultra-sônicas da profundidade dos músculos *Biceps femoris* e *Gluteus medius*, respectivamente, com a percentagem de carne magra em novilhos.

Williams et al. (1997) reportaram um aumento no coeficiente de determinação das equações para estimar a percentagem de cortes comerciais de 14,3% e de 1,8% na estimativa do peso dos cortes comerciais, com a inclusão da variável espessura de gordura no rump obtida por ultra-som. A inclusão das medidas dos músculos do quadril por ultra-som não aumentou a explicação da variação nos mesmos modelos. Realini et al (2001) observaram um acréscimo adicional de 10% na explicação da variação dos kg de gordura da carcaça, quando adicionaram a profundidade de gordura no rump e do *Gluteus medius* às medidas do peso final, área de olho de lombo e espessura de gordura na 12^a costelas por ultra-som. O que concorda com a afirmação de Tait et al. (2003), que a inclusão da medida de profundidade do músculo *Gluteus medius* por ultra-som, poderia ajudar no aumento da explicação da variação dos cortes comerciais nos modelos baseados em características obtidas no animal vivo.

Greiner et al. (2003b) desenvolveram equações de predição para o peso e percentagem dos cortes comerciais a partir de medidas ultra-sônicas, e concluíram que a adição da espessura de gordura do quadril e a espessura corporal total (medida entre a 12^a e 13^a costelas, 4 cm ventral ao *longissimus*, perpendicular a superfície externa corporal), aumentam a acurácia dos modelos.

2.5.7 Predição ultra-sônica dos cortes comerciais

Vários trabalhos têm avaliado a eficiência da utilização da ultrasonografia “real-time” na predição da quantidade e percentagem de carne comercializável,

(Cross and Whittaker ,1992 ; Wilson , 1992 ; Houghton and Turlington, 1992 ; Wilson et al.,1993 ; Herring et al.,1994 ; Hamlin et al. , 1995 ; Shepard et al., 1996 ; Williams et al., 1997; Hassen et al.,1998 e 1999 ; Wilson et al.,2000). A maioria destes autores tem concluído que os modelos de predição baseados nas medidas obtidas por ultra-som “in vivo“ apresentam uma acurácia, tal quais os baseados sobre medidas de carcaça post-mortem.

A área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea obtidas por ultra-som estão altamente relacionadas à percentagem e peso dos cortes desossados das carcaças bovinas (Perry et al., 1993; Herring et al., 1994; Greiner et al., 1995; Wolcott et al., 1997; Hassen et al., 1999).Greiner et al., (1996) obtiveram coeficientes de correlação entre medidas de ultra-som da área de olho de lombo e peso dos cortes comerciais de 0,61 e com a percentagem dos cortes de 0,27 em novilhos de diferentes raças. Resultados dos estudos de Willians et al., (1997) e de Hassen et al., (1999), evidenciaram a mesma tendência dos autores anteriormente citados, coeficientes de correlação entre a medida da área de olho de lombo por ultra-som e o peso dos cortes comerciais de 0,48 e 0,42, respectivamente. Entretanto, para a percentagem de cortes comerciais, os coeficientes de correlação foram mais baixos de 0,002 e 0,15, respectivamente.

A espessura de gordura subcutânea e a percentagem dos cortes comerciais estão inversamente relacionadas; alta espessura de gordura subcutânea implica em baixa percentagem dos cortes comerciais. A área de olho de lombo é positivamente correlacionada com o peso dos cortes comerciais (Wallace et al., 1978; Koch et al., 1982, Wheeler et al., 1997).

Coefficiente de correlação de -0,76 foi obtido entre a espessura de gordura subcutânea por ultra-som e a percentagem de cortes comerciais no estudo de Greiner et al, (1996). Resultados semelhantes foram obtidos por Hassen et al. (1999), com coeficiente de correlação de -0,64 entre as características anteriormente citadas. Entre a espessura de gordura subcutânea por ultra-som e os pesos dos cortes comerciais obtiveram um coeficiente de correlação positiva, porém muito baixo de 0,07.

Willians et al. (1997) obtiveram resultados com a mesma tendência, sendo o coeficiente de correlação negativo entre a espessura de gordura subcutânea por ultra-som e percentagem de cortes comerciais (-0,38) e positivos com o peso dos cortes comerciais (0,26), porém mais elevado.

Com relação à estimativa da composição do corte traseiro (corte serrote ou pistola), poucos estudos foram realizados a partir de características obtidas por ultra-som. Isto ocorre em decorrência do padrão de cortes utilizados nos sistemas de comercialização e desossa da carcaça ser diferente entre países.

Andersen (1975) reportou dois experimentos com touros jovens, em média 15 meses de idade, utilizando diferentes equipamentos para a obtenção de medidas ultra-sônicas, os coeficientes de correlação; entre a área de olho de

lombo e a percentagem de carne magra no corte pistola nos experimentos; foram positivos e significativos ($P < 0,001$), de 0,37 e 0,42.

2.5.8 Herdabilidade das características medidas por ultra-som

Perkins et al. (1992a) sugeriram que o ultra-som deveria ser utilizado para a coleta de dados de campo, visando o desenvolvimento das diferenças esperadas na progênie (DEP's) para o mérito de carcaça em bovinos de corte. Para que o processo de seleção seja eficiente, as características que objetivamos melhorar devem estar sobre controle genético e o germoplasma apresentar variação entre indivíduos.

A herdabilidade do peso dos cortes comerciais de 0,44 foi obtida por Robinson et al. (1993); e de 0,32 por Hassen et al. (1999). Já para a percentagem de cortes comerciais, ela variou de 0,24 a 0,48 (Cundiff et al. (1969); Robinson et al. (1993); Koots et al. (1994); Angus (1999); Hassen et al. (1999)).

A herdabilidade da área de olho de lombo obtida por ultra-som varia de 0,11 a 0,61; sendo que a idade da medida e a raça podem também ter efeito neste valor. Para a espessura de gordura subcutânea na 12^a e 13^a costelas, os valores obtidos apresentam uma amplitude maior, de 0,14 a 0,56, e de 0,36 a 0,51 para espessura de gordura subcutânea no músculo *Gluteus medius* (alcatra), provavelmente, pelo efeito do nível de nutrição ser mais intenso nesta característica (Johnson et al., 1993 ; Robinson et al., 1993 ; Shepard et al. , 1996; Moser et al., 1998; Reverter et al., 2000; Crews & Kemp, 2001; Kemp et al, 2002; Stelzleni et al., 2002; Hassen et al., 2003 a; b; Johnston et al., 2003). Como estas características de composição corporal, obtidas por ultra-som são de média a alta

herdabilidade, pode-se alterar significativamente a composição corporal em um curto espaço de tempo com uma intensa pressão de seleção (Lamb et al.,1990; Arnold et al., 1991; Johnson et al., 1993; Robinson et al., 1993; Kriese et al.,1995; Shepard et al., 1996; Wilson et al.,1995; 1999), se a população que está sendo selecionada apresentar alta variabilidade genética. O que concorda com a afirmação de Cundiff, (1987) de que a variação genética que existe nas proporções de músculo e gordura nas carcaças bovinas é grande e está sobre alto controle genético.

2.6 Implicações

A ultra-sonografia é uma tecnologia que se caracteriza por ser um método rápido, não invasivo e que não deixa resíduos nocivos na carne. Oferecem meios objetivos de avaliar os animais vivos em relação a sua composição corporal. A identificação de animais que produzem produtos uniformes e específicos, de acordo com o nicho de mercado, poderá melhorar os contratos comerciais e dar a oportunidade aos produtores de comprar progenitores que assegurem a produção de descendentes eficientes dentro dos sistemas de produção em que são criados. As características medidas por ultra-som têm um alto grau de acurácia, quando associadas a programas e softwares de coleta e interpretação de imagens. Atualmente, o aumento relativo da quantidade de informação genética disponível sobre as características obtidas por ultra-som para estimar as DEP's de carcaça e tomar decisões de seleção, oferece aos produtores de carne uma nova ferramenta para o melhoramento das características da composição corporal de seus rebanhos. A aplicação desta tecnologia na fazenda

possibilita que os touros; as novilhas de reposição e os novilhos para o abate; possam ser classificados em grupos, conforme as especificações de mercado, orientando o produtor na seleção, na indústria na compra de matéria-prima de melhor qualidade e o retalhista na aquisição de carcaças que apresentem maior rendimento de cortes desossados.

Este *feed-back* orienta o produtor na seleção do animal com maior valor agregado, por atender as necessidades da indústria com produtos de melhor qualidade e oferece meios para, objetivamente, avaliar os animais “in vivo” em relação a sua composição corporal. Podendo influenciar no melhoramento da comunicação em todos os setores envolvidos na indústria da carne vermelha, principalmente, por diminuir o tempo necessário para integração da cadeia produtiva.

CAPÍTULO II

A RELAÇÃO ENTRE MEDIDAS ULTRA-SÔNICAS E A ESPESSURA DE GORDURA SUBCUTÂNEA E ÁREA DE OLHO DE LOMBO NA CARÇA EM BOVINOS DE CORTE

1. INTRODUÇÃO

A utilização da tecnologia de ultra-sonografia em tempo real para estimar a composição da carcaça em bovinos “in vivo” não é um conceito novo. Começou a ser utilizado na década de 50 nos EEUU. Entretanto, no Brasil, os primeiros estudos com bovinos de corte somente foram divulgados na década de 90. Esta técnica foi desenvolvida para medir a espessura de gordura subcutânea por Temple et al. (1956) e para medir a área e a profundidade do músculo em bovinos por Stouffer (1959).

O desenvolvimento de equipamentos ultra-sônicos na área médica em conjunto com a área de informática possibilitou um aumento na qualidade e na precisão da coleta e interpretação das imagens, facilitando os registros de dados a campo, dando a oportunidade de avaliação em grande número de animais.

A variação para características de carcaça dentro dos rebanhos, onde os animais de mesmo sexo, nascidos no mesmo ano e manejados dentro de um mesmo grupo, provavelmente, será pequena, na ordem de poucos milímetros para a espessura de gordura subcutânea e menos de 20cm² para a área de músculo.

Portanto, um nível muito alto de acurácia das medidas ultra-sônicas é necessário para classificar os animais com razoável precisão (Robinson et al., 1992).

Recentemente, a maioria dos pesquisadores tem encontrado que a estimativa da espessura de gordura da carcaça pelo do ultra-som apresenta uma alta acurácia (Perry et al., 1990; Crews et al., 2002; Greiner et al. 2003). Resultados para a área do músculo têm sido menos conclusivos (Perkins et al. 1992; Smith et al., 1992; Hassen et al., 1998a). Entretanto, alguns autores obtiveram alta acurácia na estimativa da área de músculo da carcaça medida pelo ultra-som (Perry et al., 1990; Bullock et al., 1991).

Segundo Greiner et al. (2003), a variação na acurácia das medidas de ultra-som realizadas pelo mesmo técnico em populações similares de gado, ao longo dos anos, não tem sido investigada. A maioria dos estudos está focada no efeito do animal, do técnico e do equipamento, entretanto, conforme o mesmo autor, grandes diferenças na acurácia do ultra-som em anos sucessivos têm implicações no progresso genético quando o produtor utiliza esta tecnologia em animais progenitores.

Os objetivos deste estudo foram 1) determinar a relação existente entre as medidas da área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea obtidas por ultra-som e na carcaça em populações similares de bovinos e 2) Verificar a exatidão das estimativas da área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea na carcaça e por ultra-som obtidas pelo mesmo técnico em anos diferentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em cooperação com a Conexão Delta G, Dom Pedrito, RS. Foram utilizados cento e sessenta e dois (162) animais da raça Braford com diferentes graus de sangue, divididos em dois grupos de abate por ano. No grupo 1 (Ano 1-1999), foram utilizados cento e dois (102) animais, sendo cinquenta (50) animais machos inteiros e cinquenta e dois (52) machos castrados ao desmame; no grupo 2 (Ano 2-2002), foram utilizados sessenta (60) animais, sendo trinta (30) animais machos inteiros e trinta (30) machos castrados ao desmame. Os animais apresentavam uma idade média de 12 meses e pertenciam a um mesmo grupo contemporâneo e de manejo dentro de ano. Após o desmame (6 meses), os animais foram mantidos confinados e alimentados com ração contendo 16% de proteína bruta (**PB**) e 81% de nutrientes digestíveis totais (**NDT**) até o abate. Todos os animais foram identificados com brinco e tatuagem na orelha. Esta identificação foi única e permanente e correlacionada com a da carcaça por ocasião do abate, da esfolagem e da desossa do animal.

A cada ano, os animais foram pesados entre vinte quatro (24h) a trinta e seis (36h) horas antes do abate. O peso vivo foi tomado na fazenda, na mesma data da realização das medidas ultra-sonográficas (**PVUS**). Foi considerado o peso do

animal individualmente, com jejum de sólidos e hídricos de pelo menos doze (12) horas, obtido por meio de balança eletrônica.

Produção e aquisição das imagens ultra-sônicas (digitalização das imagens): as imagens ultra-sônicas foram obtidas, utilizando-se uma unidade principal - eco câmera da marca Aloka SSD 500V (Eletro Medicina Berger, Ltda), equipado com um transdutor linear UST 5049 de 3,5MHz de frequência e com 17,2cm de comprimento, no primeiro ano e uma unidade principal - eco câmera da marca Pie Medical Falcon 100 Vet (Nutricell, Ltda), equipado com um transdutor linear de 3,5MHz de 18cm, no segundo. Para assegurar o contato acústico entre o transdutor e a superfície do sítio anatômico de medida no animal foi utilizado como acoplante acústico um óleo vegetal. Para melhorar o contato acústico, também foi utilizada uma guia acústica para o ajuste do transdutor à conformação do animal. No sítio anatômico de medida não foi realizado o desbaste do pêlo, simplesmente foi realizada uma limpeza da área a ser avaliada para evitar interferência da transmissão do feixe de onda sonora. As medidas ultra-sônicas da área do músculo *longissimus* (**AOLUS**) e espessura de gordura subcutânea (**EGSUS**) foram obtidas entre 12^a e 13^a costelas, com auxílio da guia acústica. As medidas da **AOLUS** e **EGSUS** foram realizadas, respectivamente, delimitando a área total do músculo entre o espaço intercostal da 12^a e 13^a costelas, utilizando uma escala de medida em centímetros quadrados (cm²). Em todas as medidas, os músculos intercostais, *longissimus costarum* e a depressão de gordura ("acorn fat") na parte proximal do músculo *longissimus*, foram excluídos. Para obtenção da espessura de gordura subcutânea, foi medida a profundidade do tecido a $\frac{3}{4}$ de distância a partir do lado medial do músculo *longissimus* para seu lado lateral, utilizando uma escala em

milímetros (mm), através de um planímetro eletrônico presente no software de interpretação de imagens. Após este procedimento, as imagens obtidas foram armazenadas no disco rígido de um computador portátil e interpretadas *a posteriori* com o software específico. Somente uma imagem por animal foi armazenada para cada característica medida por ultra-som. Após o atordoamento destes, as carcaças foram devidamente identificadas antes de entrar na câmara de resfriamento. Elas foram avaliadas, sendo coletadas as medidas rotineiras do Sistema de Tipificação: peso de carcaça quente (**PCQ**), acabamento (**ACAB**), maturidade (**MAT**), sexo (**SEX**), conformação (**CONF**). A meia carcaça direita foi utilizada para a obtenção das medidas de área de olho de lombo (**AOLC**) e a espessura de gordura subcutânea (**EGSC**) na carcaça e dos pesos dos cortes principais: peso do traseiro (**PCT**), costilhar (**PCC**) e dianteiro (**PCD**) e o peso dos cortes desossados do traseiro (**PCDT**).

A espessura de gordura subcutânea (**EGSC**) utilizada para avaliar a acurácia da medida ultra-sônica foi uma medida não ajustada, obtida a $\frac{3}{4}$ de distância a partir do lado medial do músculo *longissimus* para seu lado lateral, aferida com um paquímetro. A área de olho de lombo (**AOLC**) foi traçada sobre um papel acetato e posteriormente medida com uma grade plástica de pontuação AS-235e, distribuído pela Iowa State University of Science and Technology, Ames, Iowa, USA (1991). Todas as medidas realizadas no animal vivo e na carcaça foram tomadas no lado direito do animal e na meia carcaça direita, respectivamente.

A análise estatística foi conduzida utilizando o SAS (SAS Inst., INC., Cary, NC, 2001). Coeficientes de correlação de Pearson foram utilizados para avaliar as relações entre as medidas ultra-sônicas e da carcaça. Análise de variância (vide

anexo) foi realizada para verificar diferenças nas características ultra-sônicas e de carcaça entre os dois anos de experimentação. Como nas variáveis de ultra-som e de carcaça, só foi verificada diferença significativa a 1% entre anos para a variável **AOLC**, os animais dos dois anos foram considerados em conjunto. Análise de variância (vide anexo) também foi realizada para verificar diferenças entre abates no ano 1(1999), sendo verificada diferença significativa a 1% entre abates para variável **EGSC**, logo todos os animais foram considerados para as análises. Várias variáveis foram criadas para avaliar a acurácia das medidas ultra-sônicas em relação às medidas da carcaça (TABELA 1).

Análise de variância foi realizada para avaliar as amplitudes específicas das medidas da carcaça, para que a acurácia das medidas ultra-sônicas pudessem ser comparadas dentro das seguintes quatro classes de **EGSC**: 1) **EGSC** \leq 2,0mm; 2) **EGSC** $>$ 2,0 e \leq 3,0mm; 3) **EGSC** $>$ 3,0 e \leq 4,0mm; 4) **EGSC** $>$ 4,0. Similarmente, quatro classes para **AOLC** foram criadas: 1) **AOLC** \leq 50cm²; 2) **AOLC** $>$ 50 e \leq 55cm²; 3) **AOLC** $>$ 55 e \leq 60cm²; 4) **AOLC** $>$ 60cm².

Foi aplicado o teste de Diferença Mínima Significativa (DMS) para verificar a diferença entre as médias dentro de classes para as variáveis estudadas.

Como o uso dos coeficientes de correlação como medida de acurácia é, muitas vezes, criticado devido a sua dependência da variância da amostra (Kempster et al., 1982 e Houghton & Turlington, 1992), os Erros Padrões de Predição, ajustados para o viés médio nas subclasses de interesse, foram calculados para as variáveis **EGSUS** e **AOLUS**. O erro padrão de predição (**SEP**) é a estatística utilizada para avaliar a acurácia do técnico de ultra-som e é medida como o desvio padrão da diferença entre medidas ultra-sônicas e carcaça para um dado técnico. Esta

estatística é a medida primária que avalia a habilidade do técnico em classificar ou prever diferenças entre animais corretamente (Wilson, 1999).

TABELA 1 - Descrição das abreviaturas.

Abreviatura	Definição
PVUS	Peso vivo na data da medida de ultra-som, Kg
PCQ	Peso de carcaça quente, kg
ACAB	Acabamento da carcaça
MAT	Maturidade fisiológica da carcaça, denteção
SEX	Sexo da carcaça, castrado, inteiro, fêmea
CONF	Conformação da carcaça
AOLUS	Área de olho de lombo por ultra-som, cm ²
AOLC	Área de olho de lombo na carcaça, cm ²
GSRF	Espessura de gordura por ultra-som no quadril, mm
PGMU	Profundidade do músculo gluteus Medius por ultra-som, cm
EGSUS	Espessura de gordura por ultra-som, mm
EGSC	Espessura de gordura na carcaça, mm
PCT	Peso do corte traseiro da carcaça, kg
PCC	Peso do corte costilhar da carcaça, kg
PCD	Peso do corte dianteiro da carcaça, kg
PCDT	Peso dos cortes desossados do traseiro, kg
EDIFF	EGSUS – EGSC, mm
EDEV	EGSUS – EGSC , mm
ADIFF	AOLUS – AOLC, cm ²
ADEV	AOLUS – AOLC , cm ²

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As descrições das abreviaturas das variáveis estão contidas na TABELA 1. A média e a amplitude do **PCQ** (TABELA 2) foi de 157,29 Kg e 87,80 Kg, respectivamente, para todo o conjunto de dados. Para a **EGSC** e **AOLC**, considerando os dados dos dois anos em conjunto (TABELA 2), a média foi de 3,65mm, com um desvio padrão de 1,24mm; e de 53,74cm² e 6,05cm²; respectivamente. Os desvios padrões para a **EGSC** (1,24mm) e **AOLC** (6,05 cm²) são bem inferiores aos valores reportados por Perkins et al. (1992a); Smith et al. (1992); Greiner et al. (2003); de 3,8; 3,6; 3,5mm; e 9,2; 8,0; 8,69 cm², respectivamente. O menor desvio padrão apresentado neste estudo, para as características anteriormente citadas, se deve a que os animais eram oriundos de uma população de um mesmo tipo biológico, com carcaças mais leves e submetidas a um manejo alimentar diferente.

TABELA 2. Médias, desvios padrões e amplitudes de medidas da e ultra-som (n=162)^a.

Característica	Média	Desvio padrão	Amplitude
PVUS	295,90	26,81	134,00
PCQ	157,29	14,71	87,80
EGSU	3,80	1,11	6,00
AOLU	53,48	5,50	26,64
EGSC	3,65	1,24	6,50
AOLC	53,74	6,05	33,54
EDIFF	0,16**	0,40	2,20
EDEV	0,34	0,25	1,20
ADIFF	-0,26	1,66	12,57
ADEV	1,28	1,09	7,99

^a Ver TABELA 1 para descrição das abreviaturas

** Médias diferem a partir de zero (P< 0,001)

Os coeficientes de correlação entre as medidas de carcaça e ultrassônicas (TABELA 3) para a espessura de gordura subcutânea (0,94) e área de músculo (0,96) são similares aos obtidos por Perry et al. (1990); Bullock et al., (1991); Brethour (1992); Bergen et al. (1996); e Greiner et al. (2003a) que obtiveram coeficientes de 0,96 e 0,90; 0,90; 0,92 para área de músculo; 0,92 para espessura de gordura; 0,90; 0,90 e 0,91, respectivamente. Os valores dos coeficientes se aproximam dos obtidos por técnicos altamente treinados para a aplicação da técnica de ultra-sonografia. O que concorda com os resultados de Robinson et al. (1992), onde os melhores técnicos que estavam participando do exame de credenciamento na Austrália, obtiveram coeficientes de correlação de 0,97 para a espessura de gordura subcutânea na 12^a costela e de 0,91 para área do músculo. A alta relação encontrada no presente estudo, pode ser devida à somatória de vários fatores.

TABELA 3 - Coeficientes de correlação entre as medidas de carcaça e ultra-som (n=162)^a.

Característica	EGSUS	AOLUS	EGSC	AOLC
EGSUS	—	-0,037	0,948**	-0,08
AOLUS		—	-0,057	0,963**
EGSC			—	0.101
AOLC				—

^a Ver TABELA 1 para descrição das abreviaturas

**Coeficientes de correlação diferem a partir de zero (P< 0,001)

1) A experiência do técnico (o técnico do presente estudo, já avaliou mais de trinta mil animais), o que concorda com a afirmação de vários autores de que a repetibilidade e a acurácia das medidas ultra-sônicas aumentam com experiência (Wallace & stouffer, 1974; Herring et al., 1994; Hassen et al., 1998). 2) A utilização de transdutores com comprimentos de 17cm (ano 1) e de 18cm (ano 2), evitando a necessidade de sobreposição de imagens para medir a área de músculo e com isso aumentou a acurácia na tomada da medida. 3) A utilização de um computador e de um software específico na coleta e interpretação das imagens ultra-sônicas que, segundo Robinson et al (1992), aumenta a acurácia em 10% da medida de área de músculo. 4) O fato de todos os animais avaliados apresentarem uma espessura de gordura de cobertura menor do que 10mm, possibilitando o estreitamento dos valores da mesma medida obtida na carcaça. Existe uma relação entre a espessura de gordura, a qualidade de imagem e a visualização da área do músculo na sua porção medial. Conforme Wilson et al.(1999), em animais gordos (>12mm) há uma maior dificuldade na obtenção de uma imagem clara e de alta qualidade, diminuindo a acurácia das medidas musculares. A combinação de animais gordos com um longo período de resfriamento (48 horas), utilizado normalmente nos estudos e abatedouros comerciais de outros países, entre o abate e a realização das medições nas carcaças pode contribuir para os resultados. No nosso estudo, os animais apresentavam gordura de cobertura entre 1,8 mm a 7,8 mm, com uma média de 3,8mm, o que pode ter influído na qualidade das imagens e, conseqüentemente, na acurácia, estreitando a relação entre as características avaliadas. O período de

resfriamento utilizado neste experimento foi de 24 horas e as carcaças, com estas medidas de cobertura de gordura, teoricamente, não sofreriam desidratação a ponto de influenciar na estrutura dos tecidos moles. Utilizando-se um período de resfriamento menor, na ocasião do corte da carcaça no local onde a medida é realizada os tecidos corporais moles podem não estar o suficientemente firmes para facilitar este procedimento e, por conseqüência, influenciar negativamente na forma do músculo e da gordura, podendo alterar os valores obtidos. Este fato pode ocorrer, principalmente, em carcaças de maior tamanho e peso, como também é dependente da ordem de entrada destas na sala de desossa. Carcaças que são manejadas no final do período, provavelmente, sofram mais, devido ao aumento da temperatura dos tecidos moles. O tamanho da área do músculo também pode ser considerado como uma fonte de variação na relação obtida entre as medidas ultra-sônicas e carcaça. Conforme Perkins et al. (1992), à medida que a área de olho de lombo dos animais aumentou, a correlação diminuiu e, segundo Wilson et al. (1999), Duello (1993) e Greiner et al. (2003), há uma tendência das áreas musculares menores serem superestimadas e as maiores ser subestimadas pela técnica de ultra-som. O avaliador que realiza a medição da área de músculo da carcaça pode influenciar na relação entre as características (Robinson et al. 1992; Rouse et al. 1993). O método de medida feito na carcaça, também influencia a sua repetibilidade, Steiner et al. (2003) obtiveram uma diferença média absoluta de 1,29 cm² entre medidas individuais utilizando a grade de pontuação diretamente no sítio de medida na carcaça e de 1,35 cm² coletando com papel acetato e medindo a *posteriori* com planímetro.

Outra fonte de variação é o manejo da carcaça após o abate. O procedimento da esfolagem, dependendo da espessura de gordura apresentada pelas carcaças e a maneira como é realizado, mecânica ou manual, influencia a retirada de gordura subcutânea aderida ao couro. Em animais mais gordos submetidos à esfolagem mecânica, a quantidade de gordura que é retirada aderida ao couro é maior, diminuindo a relação entre as medidas ultra-sônicas e da carcaça referentes ao tecido adiposo subcutâneo. Esta afirmativa concorda com o comentário de Brethour (1992), de que quando a remoção do couro é mecânica, retiram-se pedaços de gordura aderidos ao couro ou separam-se as camadas de gordura da carcaça.

Assim como o método de desfolagem pode influenciar na obtenção das medidas na carcaça, o procedimento do corte da meia carcaça ao nível da 12ª e 13ª costelas e dos cortes primários utilizando-se serra elétrica com fita, também deve ser considerado. A espessura da fita, assim como um resfriamento inadequado da carcaça, pode danificar a região anatômica da medida e originarem cortes com superfícies não uniformes e irregulares. Após o período de resfriamento durante o corte da carcaça para obtenção do sítio de medida da área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea, se o procedimento de corte é realizado com a serra elétrica de fita, usada para separar as meias carcaças ou os cortes primários. Isto, pode danificar a região anatômica de medida, devido à espessura da fita utilizada na serra e ou por um resfriamento não adequado da carcaça que originaria cortes com superfícies não uniformes e irregulares.

No presente estudo, foi utilizado um sistema de software e computador para a coleta e a interpretação das imagens. Os animais apresentavam uma espessura de gordura subcutânea média de 3,8mm, considerada o suficiente para não interferir na qualidade de imagens e não exagerada para sair em grande quantidade aderida ao couro. O que concorda com Perkins (1992), onde afirma que o ultra-som é mais preciso em estimar a espessura de gordura na carcaça em bovinos com menor grau de acabamento na 12^a costela.

A área de músculo média de 53,48 cm² obtida, esta dentro de uma faixa aceitável entre boa resolução de imagem e alta precisão. Apesar de os resultados de programas de certificação de técnicos nos EEUU indicarem uma pequena diferença na acurácia para os diferentes tamanhos de **AOLUS** (Wilson, 1999).

O mesmo avaliador obteve as medidas ultra-sônicas nos animais a nível de fazenda e na carcaça na planta frigorífica. Para tentar diminuir o efeito do manejo de desossa das carcaças, utilizamos uma serra de fita para corte de peças pequenas com uma menor espessura da fita. O corte para obtenção do sítio anatômico foi realizado não na carcaça, e sim na peça completa do corte comercial do contra-filé, evitando com isso, em parte, a influência dos fatores anteriormente citados.

Apesar do coeficiente de correlação ser útil, apresenta a limitação de não explicar o viés das medidas, ou seja, a tendência de subestimar ou superestimar medidas da carcaça com as de ultra-som (Greiner et al., 2003).

A análise do viés médio (**EDIFF**) revelou que o ultra-som superestimou a espessura de gordura da carcaça em 0,16mm (Tabela 2) e essa diferença é significativamente diferente de zero ($t=5,01$; $P<0,0001$). Resultados semelhantes foram obtidos por diversos autores, que afirmam que quando a espessura de gordura subcutânea é menor do que 8 mm, o ultra-som tende a superestimar a gordura na carcaça. Herring et al. (1994) e Hassen et al. (1998) reportaram que o ultra-som superestima a espessura de gordura de novilhos magros e poucos musculosos, animais com menos de 8 mm e 7,2mm, respectivamente.

Charagu et al. (2000) observaram a mesma tendência com animais com menos de 6,5mm, com o ultra-som superestimando a gordura da carcaça em 1,2mm. Greiner et al. (2003) encontraram que o ultra-som superestima em 1,0mm, animais com menos de 5,1mm. No presente estudo, os animais apresentavam uma espessura menor do que 6 mm, com uma média de 3,8mm. Todos os estudos reportaram que as medidas de ultra-som são maiores do que da carcaça nas categorias de gordura citadas. A média da **EDEV** indicou uma diferença absoluta média de 0,34mm entre a **EGSUS** e **EGSC**. Este valor é inferior aos resultados obtidos por Duello (1992; 2,3mm); Perkins et al. (1992; 1,9mm); Charagu et al. (2000; 2,2mm); e Greiner et al. (2003; 1,38mm).

Os resultados obtidos pelos autores citados, poderiam ser em parte devido a afirmativa de Robinson et al. (1992) de que existe uma relutância dos técnicos em reportar medidas entre 0 ou 1mm, ou talvez, a convenção de tomar medidas a partir da parte superior da banda, indicando os limites entre as camadas da gordura e o músculo. O mesmo autor comenta que embora a linha

superior que separa o tecido represente o limite das camadas de gordura subcutânea, a profundidade das fâscias é mais distinguível em animais mais gordos. No nosso caso, os valores obtidos foram mais baixos, e pode ser porque estamos mais familiarizados em avaliar animais com menor grau de acabamento, ou seja, animais de reprodução e criados em regime nutricional mais baixo, conseqüentemente, animais mais magros do que os técnicos Australianos e Americanos estão acostumados a avaliar. Isto nos proporciona maior experiência na coleta e interpretação de imagens de animais com pouco grau de acabamento. As inconsistências nos nossos resultados podem ser devidas, em parte, ao erro do técnico na coleta e interpretação das imagens, pela calibração do equipamento, porque segundo Brethour (1992), não se faz a correção da velocidade do som na gordura dos bovinos, que é 7% mais baixa do a velocidade calibrada no equipamento (1540m/s); e pelo manejo da carcaça pós abate.

Ao passo que, a medida de ultra-som subestimou a área de músculo (**ADIFF**) em média em 0,26 cm², com um desvio padrão de 1,66 cm² (tabela 2), e esta não diferiu significativamente de zero (t=-1,98; P=0,0489). A mesma tendência foi observada por Perkins et al. (1992^a) de 1,7cm² para novilhos; e Crews et al. (2002) de 4,25cm²; 5,66cm²; 1,23cm² para novilhos, touros e novilhas, respectivamente, concordando com os resultados de May et al. (2000) onde reportaram que a maioria das observações (64,7%) foi subestimada.

A diferença média absoluta (**ADEV**, Tabela 2) entre **AOLUS** e **AOLC** foi de 1,28cm², com um desvio padrão de 1,09cm², sendo mais acurado do que o obtido por Herring et al. (1994; 4,94 a 6,76 cm²) e Greiner et al. (2003; 3,31cm²)

ambos, trabalhando com um equipamento idêntico ao utilizado no primeiro ano deste. A análise de variância revelou que o ano pode ser uma significativa fonte de variação para as variáveis medidas por ultra-som (TABELA 4).

TABELA 4. Médias e Desvios padrões (DP) para as medidas ultrassônicas e da carcaça por ano^a

Característica	Ano 1 (n= 102)		Ano 2 (n= 60)	
	Média	DP	Média	DP
PCQ	158,25	16,28	155,65	11,51
EGSUS	3,94	1,23	3,58	0,83
AOLUS	52,68	5,29	54,84	5,63
EGSC	3,73	1,35	3,50	1,03
AOLC	52,53	5,51	55,79	6,42
EDIFF	0,20**	0,41	0,08	0,36
EDEV	0,37	0,27	0,29	0,21
ADIFF	0,15	1,54	-0,95**	1,64
ADEV	1,11	1,08	1,57	1,05

^a Ver TABELA 1 para descrição das abreviaturas

** Médias diferem a partir de zero (P< 0,001).

As médias do **EDIFF** e **EDEV** foram maiores em magnitude no ano 1. O ultra-som superestimou a espessura de gordura subcutânea em média 0,20 milímetros e essa diferença diferiu significativamente de zero (t= 4,99, P< 0,0001), ao passo que a diferença entre a **AOLUS** e **AOLC** foi em média de 0,15cm² e esta não diferiu significativamente de zero (t= 0,96, P= 0,3414), para o ano 1. O que foi confirmado pelos valores pequenos das características **ADIFF** (0,15cm²) e da **ADEV** (1,11cm²). Resultados similares foram obtidos para a variável **ADIFF** por Greiner et al. (2003; 0,55cm²) em animais com áreas entre 77,4cm² a 83,9cm² e com a mesma tendência, porém, com valores superiores, por Perkins et al. (1992;

1,1cm²), trabalhando com novilhos cruzados. Com relação a variável **ADEV**, valores superiores foram obtidos por Crews et al. (2002) de 4,96; 5,96 e 3,32cm²; para novilhos, touros e novilhas, respectivamente e por Greiner et al. (2003; 2,87cm²) trabalhando com novilhos com menos de 5,1mm de espessura de gordura de cobertura. Os valores mais elevados encontrados pelos autores mencionados, revelam uma maior variação nas características em relação ao presente estudo, o que influenciou na magnitude da acúrcia obtida, isto se deve, em parte, à diferença dos tipos biológicos dos animais estudados; diferentemente do presente estudo, em que os animais pertenciam a um mesmo tipo biológico, mesmo grupo contemporâneo e submetidos a um mesmo manejo e nível nutricional desde o nascimento.

As diferenças obtidas para a **EDIFF** podem ser parcialmente atribuídas à tendência de que os animais do ano 1 tinham maior espessura de gordura subcutânea na carcaça (3,74mm) do que ano 2 (3,50mm), como também apresentavam maior variação (DP1=1,35mm; DP2=1,03mm).

Vários trabalhos têm demonstrado que a magnitude das diferenças entre **EGSUS** e **EGSC** aumenta quando a espessura de gordura subcutânea na carcaça se eleva (Brethour, 1992; Duello, 1992, Herring et al., 1994). O que foi confirmado pelo valor médio da característica **EDEV** (0,37mm). Entretanto, as correlações entre **EGSUS** e **EGSC** (TABELA 5) foram iguais ($r= 0,95$ e $0,95$) para o ano 1 e ano 2, respectivamente. O que reforça a afirmação de Herring et al. (1994) de que devemos ter cuidado ao interpretar os coeficientes de correlação e,

quando possível, utilizar outra estatística para confirmar a repetibilidade e acurácia das medidas.

Resultados similares foram obtidos por Greiner et al. (2003) utilizando a mesma metodologia deste estudo. Eles reportam que apesar de que a diferença entre as médias de **EGSUS** e **EGSC** em diferentes anos tenha sido considerada pequena (1 mm) e a diferença entre os desvios padrões não tenham sido elevadas (0,5mm), as diferenças entre as médias de **EDIFF** foram significativas ($P < 0,001$), assim como os coeficientes de correlação obtidos entre **EGSUS** e **EGSC** foram similares ($r = 0,86$ e $0,90$), para os anos 1 e 2, respectivamente.

TABELA 5 - Coeficientes de correlação entre características ultra-sônicas e da carcaça medidas por ano^a

Características	EGSC	EGSUS	AOLC	AOLUS	GSRF	PGMU
ANO 1						
EGSC	–	0,95**	-0,11	-0,11	–	–
EGSUS		–	-0,06	-0,02	–	–
AOLC			–	0,96**	–	–
AOLUS				–	–	–
ANO 2						
EGSC	–	0,95**	-0,028	0,02	0,53**	0,004
EGSUS		–	-0,012	0,04	0,58**	0,022
AOLC			–	0,97**	-0,03	-0,008
AOLUS				–	-0,04	0,040
GSRF					–	-0,093
PGMU						–

^a Ver TABELA 1 para descrição das abreviaturas

**Coeficientes de correlação diferem a partir de zero ($P < 0,001$)

O ultra-som, no ano 2, subestimou a área de olho de lombo em média em 0,95 centímetros quadrados (**ADIFF**) e essa diferença foi significativamente diferente de zero ($t=-4,47$, $P<0,0001$), ao passo que a diferença entre as médias **EGSUS** e **EGSC** foi de 0,08mm e esta não diferiu significativamente de zero ($t=1,63$, $P=0,1079$). Esta não significância pode ser confirmada pela diminuição da **EDEV** do segundo ano (0,2mm) comparada ao do primeiro ano (0,37mm). Apesar de que segundo Hassen et al. (1998), durante o processo de computar médias absolutas (isto é, viés médio absoluto), há um total cancelamento dos desvios negativos e positivos e, conseqüentemente, um viés médio próximo a zero pode não, necessariamente, implicar numa medida acurada. Mas quando se utiliza o viés em módulo (**EDIFF**) se evita este problema de anulação dos desvios, que pode ser confirmado pela diferença entre os valores obtidos entre os anos nesta variável, (TABELA 4, **EDIFF** ano 1=0,20mm, $P<0,001$; **EDIFF** ano 2=0,08mm). Isto quer dizer que a estimativa da **EGSC** por ultra-som no segundo ano foi mais exata do que no ano 1. Quando examinamos os coeficientes de correlação por ano (TABELA 5), verificamos que estes são similares entre as características **EGSUS** e **EGSC** entre anos ($r=0,952$ ano 1; $r=0,948$ ano 2), o que confirma as afirmações de Herring et al. (1994) que a repetibilidade e acurácia das medidas ultra-sônicas descrita muitas vezes pelas correlações entre as características pode não render uma precisa avaliação; e de Houghthon & Turlington (1992) que sugerem que a magnitude das correlações é muito dependente da variação populacional e não reflete o viés das características.

As médias para as características **ADIFF** (-0,95cm²) e **ADEV** (1,57cm²) foram maiores em magnitude no ano 2. A diferença em relação ao ano 1 pode ser em parte explicada pelo aumento do **ADEV** de 1,11cm² no primeiro ano, para 1,57cm² no segundo, indicando que a estimativa da **AOLC** pelo ultra-som foi mais acurada no primeiro ano, apesar de apresentar um coeficiente de correlação mais elevado que o do ano 2 ($r=0,97$). A explicação para este resultado, provavelmente, está na variação apresentada por esta característica no segundo ano. A **AOLC** no referido ano de estudo, apresentou uma média de 54,84cm², com um desvio padrão de 5,63cm² (TABELA 4) e uma amplitude de 33,54cm² (Anexo), mais elevada do que a média de 52,53cm², com um desvio padrão de 5,51cm² e uma amplitude (Anexo) de 25,80cm². Estes resultados são confirmados pela afirmativa de Kempster et al. (1982) de que o coeficiente de correlação é influenciado pela amplitude dos valores da amostra em que está baseado. Embora satisfatório para comparar preditores na mesma amostra de carcaças, o coeficiente de correlação não é adequado para a comparação da precisão, quando os dados de carcaça são obtidos em diferentes amostras. Adicionalmente, os resultados de Perkins et al. (1992) indicam que a acurácia está mais na dependência do grau de acabamento e musculosidade dos animais, do que da experiência do técnico ao longo dos anos.

Outro fator que pode ter contribuído para os resultados foi o tipo de equipamento usado na coleta das imagens e a experiência do técnico na calibração deste, que diferiram nos dois anos de experimentação. No primeiro ano foi utilizado uma eco câmera da marca Aloka SSD 500V, com transdutor linear de

3,5MHz de 17cm de comprimento e no segundo ano, um ultra-som da marca Pie Medical Falcon 100 equipado com um transdutor de 3,5MHz de 18 cm de comprimento. A calibração dos equipamentos não é a mesma em termos dos campos distais e proximais e nem com relação ao ganho total, isto pode ter influenciado na qualidade das imagens coletadas e, conseqüentemente, na interpretação destas com relação à **AOLUS**. A pesquisa tem demonstrado que existe o efeito do equipamento na acurácia das estimativas das características de carcaça, principalmente, na exatidão das medidas de **AOLUS** (McLaren et al., 1991; Robinson et al., 1992; Herring et al., 1994; Charagu et al., 2000). Entretanto, estes autores não utilizaram o equipamento da marca Pie Medical Falcon 100 que é relativamente novo no mercado. A calibração do equipamento no presente estudo, provavelmente, pode ter afetado mais a acurácia na estimativa da **AOLC** do que o tipo do equipamento.

TABELA 6 - Médias, desvios padrões e amplitude total para as características ultra- sônicas para o ano 2^a

Características	Média	Desvio padrão	Amplitude
GSRF	3,94	1,09	5,40
PGMU	5,09	0,51	2,29

^a Ver TABELA 1 para descrição das abreviaturas

No segundo ano, foram coletadas imagens de sítios anatômicos diferentes dos tradicionais. O sítio anatômico no quadril (**GSRF**), geralmente considerado como medida do grau de acabamento dos animais e carcaças

apresentou uma média de 3,94mm, com um desvio padrão de 1,09mm e uma amplitude de 5,40mm (TABELA 6). Resultados mais elevados da média da característica ao do presente estudo foram reportados por Willians et al. (1997; 15,4mm); Tait et al. (2000; 13,07mm); Realini et al. (2001; 14,8mm); e Greiner et al. (2003; 10,9mm). Isto foi devido ao peso de carcaça e grau de acabamento medido na 12ª costela dos animais que os autores trabalharam, com no mínimo de 299,1Kg e 10mm a 342,5Kg a 15,4mm, respectivamente. Coeficientes de correlação altamente significativos foram obtidos entre o **GSRF** medido por ultra-som, com as características **EGSUS** e **EGSC**, de 0,58 ($P < 0,0001$) e de 0,53 ($P < 0,0001$), respectivamente (TABELA 5). Os coeficientes de correlação indicam que existe uma relação moderada entre as variáveis estudadas e que quando a espessura de gordura subcutânea no sítio **GSRF** aumenta, a gordura no sítio anatômico da 12ª costela também se eleva. Visualizando as médias das características **EGSUS** e **EGSC** (TABELA 2) e **GSRF** (TABELA 6) verifica-se que a gordura subcutânea se deposita em maior quantidade neste último sítio. Este resultado é importante para o nosso sistema de criação, onde mais de 80% do rebanho brasileiro é composto por zebuínos e suas cruzas. Segundo Johnson (1993), este sítio é melhor estimador do grau de acabamento, do que a gordura na 12ª costela para zebuínos ou cruzas zebuínos. Conforme Greiner et al. (2003), este sítio poderia ser uma alternativa para medir a espessura de gordura subcutânea em animais com um grau de acabamento menor, por exemplo, animais progenitores, porque poderíamos identificar diferenças na espessura de gordura subcutânea mais facilmente por ultra-som. Este sítio anatômico utiliza

como ponto de referência a junção muscular entre o músculo *Gluteus medius* e *Biceps femoris* na região proximal do quadril. É diferente do **P8** utilizado no sistema de classificação de carcaças na Austrália e o usado por Robinson et al. (1992), no qual não apresenta um ponto de referência claro para ser medido por ultra-som, portanto, a repetibilidade da medida pode ficar comprometida. Robinson et al. (1992) relatam que as medidas de espessura de gordura realizadas no quadril por ultra-som foram 20% mais consistentes do que as medidas realizadas na carcaça, e que a acúrcia da medida realizada no quadril foi similar a da 12^a costela.

Resultados similares aos do nosso estudo foram obtidos por Perkins et al. (1992) entre as mesmas características de 0,55 ($P < 0,01$) e de 0,49 ($P < 0,01$), respectivamente. Greiner et al. (2003) obtiveram coeficientes de correlação superiores ao do nosso estudo utilizando o mesmo sítio anatômico do quadril de 0,61 e de 0,70 com **EGSC** e **EGSUS**, respectivamente. O que pode ser explicado pelo maior grau de acabamento apresentado pelos animais deste autor, já que as características são positivamente correlacionadas.

A média da variável **PGMU** (TABELA 6) obtida foi de 5,09cm, com um desvio padrão de 0,51cm e uma amplitude de 2,29cm. Resultados mais elevados foram obtidos por Tait et al. (2000; 9,55cm) e Realini et al. (2001; 7,76cm). Isto foi devido ao mais adiantado estado de desenvolvimento dos animais em relação ao presente estudo, porque segundo Berg & Butterfield (1979), este músculo é de alto-médio ímpeto de desenvolvimento e, provavelmente, devido a idade fisiológica de nossos animais, este músculo não estava totalmente desenvolvido

em relação aos animais dos outros estudos. Estes sítios anatômicos não foram avaliados na carcaça neste experimento, devido a dificuldade de localização dos mesmos na carcaça, como também pela depreciação dos cortes que este procedimento acarretaria.

No Brasil desconheço algum estudo semelhante ao nosso, que tenha reportado o efeito do ano, utilizando o mesmo técnico para a coleta das medidas ultra-sônicas e da carcaça sobre uma população de bovinos de mesmo tipo biológico, na acurácia do ultra-som em estimar características da carcaça.

Segundo Greiner et al. (2003), até o momento da publicação dos seus resultados, a maioria dos estudos sobre a acurácia do ultra-som tinha examinado o efeito do operador, equipamento, animal e sexo. E que poucos estudos tinham reportado o efeito do ano utilizando o mesmo técnico e máquina sobre uma população de gado semelhante. Concluindo que a diferença na acurácia notada entre anos, pode ser devido a erros cometidos pelo técnico na coleta e interpretação das imagens. Como também, devido ao longo tempo de experimentação, tendências do técnico que interpretava as imagens podem ter desviado para um lado ou outro dos pontos de referência, quando da interpretação da **EGSUS** ou **AOLUS**, resultando em diferenças observadas entre os anos. Em adição, observa que as medidas da carcaça não são obtidas sem que erros sejam cometidos e isto poderia, também, afetar os resultados sobre a acurácia do ultra-som.

O trabalho de Robinson et al. (1992) e de Steiner et al (2003), ilustram bem este fato, onde reportaram diferenças de até 1,87cm² entre medidas

repetidas na mesma carcaça, por um mesmo avaliador, num mesmo sítio anatômico, provavelmente, devido aos desvios na identificação dos limites do músculo.

O trabalho do referido autor é similar ao presente estudo, mas não utilizou diferentes equipamentos através dos anos e os animais que compunham sua população pertenciam a vários tipos biológicos com diferenças marcantes em tipo de maturidade, grau de acabamento e musculosidade e estava submetido a um sistema alimentar com alto grau de concentrado na ração.

TABELA 7 - Erros Padrões de Predição (**EPP**) para a espessura de gordura subcutânea (**EEPP**) e para a área de músculo *longissimus* (**AEPP**) por ano.

Ano	n	EEPP,mm	AEPP,cm ²
1	102	0,41	1,54
2	60	0,36	1,64
Total	162	0,40	1,66

O erro padrão de predição (**EPP**) para as características estudadas está na TABELA 7. Esta estatística é utilizada em programas de certificação de técnicos em vários países, como Austrália, EEUU e Canadá. Foi primeiramente proposta por Robinson et al. (1992) para medir o grau de variabilidade que ocorria na predição de medidas da carcaça a partir de medidas ultra-sônicas. Esta estatística leva em consideração o viés do técnico ou do equipamento, porque cada medida é desviada da sua média (Herring et al., 1994). Segundo Robinson et

al. (1992), esta estatística foi escolhida para substituir a média absoluta das diferenças devido a sua aceitação geral como medida de variabilidade e, porque, quando as diferenças são elevadas ao quadrado, um pequeno número de erros grandes são considerados mais importantes, do que um grande número de pequenas discrepâncias. O **EPP** também é considerado a medida primária para a avaliação da habilidade dos técnicos em classificar corretamente ou predizer diferenças entre animais quando utilizam a tecnologia de ultra-sonografia (Greiner et al. 2003).

Este procedimento foi considerado importante no nosso estudo, porque, no Brasil, ainda não temos estimativas de parâmetros estatísticos da acurácia desta tecnologia para certificar os técnicos que a utilizam em programas de seleção genética para as características de carcaça em animais de tipos biológicos criados nos nossos sistemas de produção.

O **EEPP** foi similar entre anos, embora um viés maior fosse verificado no primeiro ano, como pode ser observado pelos valores da **EDIFF** (TABELA 4). Desta forma, após a correção para os vieses, os dados sugerem que a acurácia do ultra-som de medir a **EGSC** foram similares para ambos os anos (TABELA 7).

Os resultados obtidos no presente estudo são inferiores aos obtidos por Robinson et al. (1992) para a espessura de gordura, onde o **EEPP** por ultra-som (Aloka DX210 e Toshiba SAL 32B) variou de 0,67 mm a 1,26mm para diferentes técnicos com três dias de aperfeiçoamento na utilização da tecnologia, trabalhando em animais com uma média de 4,5mm de espessura de gordura subcutânea na carcaça. Herring et al. (1994) reportaram valores de **EEPP** para a

espessura por ultra-som (Aloka DX210 e SSD 500V) entre 1,2mm e 2,0mm, trabalhando em animais com uma média de espessura de gordura na carcaça de 10,6mm, sendo que o intervalo entre a medida com ultra-som e a medida na carcaça foi de 48 horas.

Charagu et al. (2000) obtiveram valores do **EEPP** para a **EGSC** entre 1,2mm e 2,8mm, trabalhando em animais com uma média de 10 mm de **EGSC**, sendo que o intervalo entre a medida com ultra-som (SSD-Aloka 1100 Flexus) e a medida na carcaça foi de 7 a 17 dias. Crews et al. (2002) reportaram valores do **EEPP** por ultra-som (SSD-Aloka 1100 Flexus) para a **EGSC** entre 0,87mm a 1,51mm, trabalhando em animais, cuja média de espessura de gordura na carcaça era de 13,19 mm; 4,52mm e 7,76mm para novilhos; touros; e novilhas, respectivamente, sendo a medida ultra-sônica coletada dentro de um intervalo de 3 a 7 dias.

Greiner et. al. (2003) obtiveram **EEPP** para a mesma característica de 1,9mm e de 2,1mm para o ano 1 e 2, respectivamente, trabalhando com animais de **EGSC** de 10,2mm, em média, sendo que a medida ultra-sônica foi coletada (Aloka SSD 500 V) 5 dias antes do abate. O autor ressalta que os valores do **EEPP** obtidos por ele, são menores do que o exigido pelo protocolo da BIF (1997) para o credenciamento de técnicos no EEUU que é de 3,0mm.

O melhor resultado obtido no presente estudo, pode ser devido ao tipo de equipamento, intervalo de tempo transcorrido entre a medida ultra-sônica e o abate (24 horas), grau de acabamento dos animais utilizados na experimentação, refinamento do software de coleta e interpretação de imagens, melhor

aperfeiçoamento da calibração do equipamento. Alguns dos estudos referidos foram realizados há doze anos atrás e a evolução da acurácia da tecnologia cresceu muito neste período, mas um dos fatores mais importantes a considerar foi à experiência do técnico em avaliar animais com este menor padrão de acabamento.

Os estudos de Smith et al. (1992); Waldner, (1991); May et al. (2000) têm questionado a acurácia do ultra-som para predizer a **AOLC**. Entretanto, estes autores utilizaram um equipamento Aloka DX210 com um transdutor de 11 cm de comprimento que exigia a sobreposição de imagens para que a área do músculo fosse delimitada. Em contraste à característica de espessura de gordura, os dados para a área do músculo foram menos viesados no primeiro ano, consultar valores **ADIFF** (TABELA 4), refletindo em um valor mais elevado do **AEPP** no segundo ano. O valor do **AEPP** sugere que **AOLC** foi mais acuradamente predita no primeiro ano. Isto pode ter ocorrido devido à calibragem do equipamento utilizado no segundo estudo. Principalmente em relação aos ajustes nos campos proximal e distal que influenciam na qualidade da imagem ultra-sônica. Outro fator pode ter sido a incompatibilidade do software utilizado para coleta e interpretação de imagens.

A escala de medida do planímetro eletrônico do software estava calibrada para uma sonda de 17,2cm de comprimento e o transdutor utilizado para a coleta possuía 18 cm, o que pode ter afetado a acurácia da medida da área, mesmo após as correções terem sido realizadas. O manejo pós abate já demonstrou ser uma fonte de variação a ser considerada quando estamos

medindo a acurácia das medidas ultra-sônicas de área de músculo. Os animais do segundo experimento foram abatidos e suas carcaças desossadas numa planta frigorífica diferente daquela onde os animais do ano 1 foram manejados. Robinson et al. (1992) obtiveram valores do **AEPP** de 5,0cm² na estimativa da **AOLC** por ultra-som. Crews et al. (2002) obtiveram valores do **AEPP** de 4,49cm², 4,75cm² e de 4,93cm² para novilhos, novilhas e touros, respectivamente, na estimativa da **AOLC** por ultra-som.

Conforme Greiner et al. (2003), o baixo **AEPP** (4,49cm²) obtido pelo estudo, indica que o ultra-som pode ser usado para, acuradamente, identificar diferenças em **AOLC** entre animais. A BIF (1997) exige **AEPP** máximo de 7,74cm² para a certificação de um técnico na utilização do ultra-som em programas de seleção genética para as características de carcaça. O nosso **AEPP** médio foi de 1,66cm², bem abaixo do exigido pela BIF. Isto poder ser devido ao tamanho dos animais utilizados no nosso experimento, diminuindo as fontes que influenciam nas inconsistências na coleta e interpretação das imagens ultra-sônicas. A correta localização e visualização da porção medial do músculo *longissimus* é afetada pela quantidade de eco que retorna ao transdutor. Este retorno é menor em animais com alto grau de acabamento e em animais com musculatura muito desenvolvida, devido a maior profundidade que a onda sonora precisa penetrar para a visualização dos limites teciduais. Com isso, há uma maior atenuação do feixe sonoro devido à dispersão e absorção pelo calor, acarretando uma menor resolução da imagem quando o tecido a ser avaliado está a uma maior profundidade. Conforme Cross (1989), o discernimento dos limites do músculo

longissimus é problemático nos equipamentos de ultra-som em tempo real e pode ser explicado pela refração das ondas sonoras na curvatura final do músculo, bem como pelo aumento da atenuação em tecidos profundos. Segundo Perkins(1992), o ultra-som estima mais precisamente a **AOLC** de animais com áreas de músculos pequenas e a acurácia é mais influenciada pelo grau de acabamento e musculabilidade dos animais, do que pela experiência do técnico. Esta tendência pode ser confirmada, em parte, pelos nossos resultados, onde o valor do **AEPP** (TABELA 10) aumentou, à medida que a área de músculo excedeu os 50cm².

Com a finalidade de avaliar as diferenças em acuracidade do ultra-som, como resultado da magnitude das medidas da carcaça, os dados foram divididos em quatro classes baseadas nas características de **EGSC** e **AOLC**.

Os quadrados médios mínimos e erros padrões da acurácia das variáveis **EGSC** e **AOLC** dentro de categorias estão contidos nas TABELAS 8 e 9, respectivamente. As médias de **EDIFF** por **EDEV** categórico indicam que animais mais magros (<4 mm **EGSC**) foram superestimados e animais com mais de 4 mm de **EGSC** foram subestimados utilizando-se o ultra-som (TABELA 8). Para as classes de espessura de gordura na carcaça, verificam-se diferenças significativas para **EDIFF**, **EDEV**, e **ADIFF**. Os quadrados médios mínimos da **EDEV** por categoria de **EDEV** sugerem que as diferenças absolutas entre **EGSUS** e **EGSC** foram similares nas categorias extremas de gordura (< 2 mm e > 4 mm); as categorias de 2-3 mm e 3-4 mm também foram similares, assim como as categorias de > 4 mm e 2-3 mm. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as categorias com < 2 mm e de 2-3 mm e entre as categorias 3-4 mm e mais de 4

mm. Isto quer dizer que as diferenças absolutas são maiores nas categorias de < 2 mm e de mais de 4 mm e que o ultra-som foi mais exato na sua predição, quando os animais apresentavam uma espessura de gordura subcutânea entre 3 a 4 mm, o que é confirmado pelo valor mais baixo da **EDIFF** (0,11) nesta categoria.

TABELA 8 - Quadrados Médios Mínimos e Erros Padrões (**EP**) da acurácia das variáveis pelo **EGSC** categórico^a (n= 162).

EGSC Categórico	n	EDIFF ,mm	EDEV ,mm	ADIFF ,cm ²	ADEV ,cm ²
< 2 mm	19	0,44 ^b ±0,08	0,48 ^b ±0,07	-0,71 ^{cd} ±0,28	1,20±0,17
2 – 3 mm	51	0,30 ^b ±0,04	0,36 ^{cd} ±0,03	-0,91 ^d ±0,21	1,36±0,16
3 – 4 mm	51	0,11 ^c ±0,05	0,25 ^d ±0,03	0,46 ^b ±0,26	1,32±0,19
> 4 mm	41	-0,10 ^d ±0,07	0,38 ^{bc} ±0,04	-0,14 ^{bc} ±0,21	1,17±0,11

^a Ver TABELA 1 para descrição das abreviaturas.

Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente (P<0,05) pelo teste DMS.

Os resultados do nosso trabalho estão de acordo, em parte, com os resultados de Greiner et al. (2003), onde encontraram a mesma tendência nas categorias de animais magros (< 5,1mm), nas quais o ultra-som superestimou e em animais gordos (>7,6mm), a técnica subestima a espessura de gordura na carcaça. A mesma tendência foi obtida por Herring et al. (1994), onde relatam que o técnico também poderia ser responsável pela resposta de superestimar a **EGSC** e a **AOLC** em novilhos poucos musculosos e magros e superestimar as mesmas características em novilhos de alta musculosidade e grau de acabamento quando estas eram obtidas por ultra-som. Os resultados

podem ser explicados, em parte, pela constatação de Robinson et al. (1992) de que em função do sítio anatômico entre a 12^a e 13^a costelas estar localizado sobre uma área côncava, a suspensão da carcaça na nória, faz com que as camadas de gordura agrupam-se neste ponto, aumentando a espessura de gordura subcutânea, se comparada em animais com posição ereta, sendo que este efeito é maior em animais com maior grau de acabamento.

Com a mesma tendência dos resultados de Greiner et al. (2003), que encontraram que em animais com menos de 5,1 mm de **EGSC**, o ultra-som subestima a **AOLC**, os nossos resultados, pelos valores e sinal negativo da **ADIFF** (TABELA 8), demonstram que até 3 mm de **EGSC**, a área de músculo é subestimada. Entretanto, a maior acurácia na estimativa da **AOLC** por ultra-som se deu na categoria de > de 4 mm, como podemos verificar pelo valor da **ADIFF** (-0,11cm²). O resultado neste caso foi devido, provavelmente, ao fato de que animais com maior espessura de cobertura de gordura apresentavam, geralmente, uma conformação mais convexa, o que facilitou um maior contato entre o transdutor e a região a ser avaliada. Com isso, obtivemos uma imagem de alta resolução em comparação aos animais mais magros, de conformações mais côncavas, que dificultaram o contato da área de medida com a sonda ultra-sônica.

Para as classes de área de músculo, verificam-se diferenças significativas para a **ADIFF** e **ADEV** (TABELA 9). Os resultados demonstram que os animais com áreas menores do que 50cm² de **AOLC** são

superestimados por ultra-som. E animais com áreas maiores do que 50cm² de **AOLC** são subestimados quando a estimativa é realizada por ultra-som. A média do **AOLC** Categórico (<50cm²) difere significativamente (P<0,005) das demais. Não há diferença significativa entre as médias do **AOLC** Categórico (50 – 55cm²) e da categoria de **AOLC** de áreas entre 55- 60cm². A média do **AOLC** Categórico (50 – 55cm²) não difere significativamente da média da categoria de **AOLC** de > de 60cm². A média da **ADIFF** da classe de **AOLC** entre 50 – 55cm², mostra uma tendência de maior acurácia de estimativa por ultra-som nesta amplitude de área. O que está confirmado pelos valores menores para esta classe da **ADEV** e do **EP** de 0,95±0,10, respectivamente (TABELA 9).

TABELA 9 - Quadrados Médios Mínimos* e Erros Padrões (**EP**) da acurácia das variáveis pelo **AOLC** categórico^a (n= 162).

AOLC Categórico	n	EDIFF ,mm	EDEV ,mm	ADIFF ,cm ²	ADEV ,cm ²
< 50cm ²	44	0,12±0,05	0,27±0,03	0,73 ^b ±0,28	1,35 ^c ±0,17
50 – 55cm ²	58	0,10±0,06	0,38±0,04	-0,29 ^c ±0,15	0,95 ^c ±0,10
55 –60cm ²	34	0,29±0,06	0,36±0,05	-0,66 ^{cd} ±0,26	1,25 ^c ±0,17
> 60cm ²	26	0,17±0,08	0,38±0,05	-1,34 ^d ±0,35	1,94 ^b ±0,22

^a Ver TABELA 1 para descrição das abreviaturas.

*Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente (P<0,05) pelo teste DMS.

Podemos observar ainda, que os valores do viés absoluto são maiores em animais com pequenas áreas de músculo (< 50cm²) e nos de grandes **AOLC** Categórico (> 60cm²). Estes valores estão de acordo com as

expectativas estatísticas e com estudos prévios que examinaram o viés das medidas ultra-sônicas em diferentes categorias de **EGSC** e **AOLC** (Smith et al. 1992; Herring et al., 1994; Greiner et al., 2003).

O Erro Padrão de Predição para a **EGSC** e **AOLC** por categoria está apresentados na TABELA 10. Estes resultados estão de acordo com as variáveis **DIFF** e **DEV** discutidas previamente. Como podemos observar as predições mais exatas para a espessura de gordura subcutânea da carcaça por ultra-som estão localizadas nas classes intermediárias do **EGSC** categórico, ou seja, de 2 a 4 mm e as menos exatas nas classes extremas (<2 mm e > 4 mm).

Os resultados para a classe de gordura de <2 mm podem ser suportados pela afirmação de Brethour (1992) que os limites das camadas mais profundas da gordura no ultra-som são menos aparentes em animais magros e mais distinguíveis em animais com maior grau de acabamento e, conseqüentemente, mais correlatas com a espessura da carcaça. Na classe de **EGSC** de > 4 mm, a fonte de variação pode ser devido à pressão exercida pelo técnico no transdutor durante a coleta da imagem, este protocolo pode diminuir a espessura de gordura, principalmente em animais mais gordos, o que pode ser confirmado pelo valor da **EDIFF** (-0,10, TABELA 8) . Segundo Heckmatt et al. (1988), a quantidade de pressão aplicada ao transdutor durante o procedimento de coleta da imagem ultra-sônica pode causar distorções no tecido e afetar a acurácia das medidas de espessura de gordura subcutânea, porque este tecido é facilmente comprimido. Na predição da **AOLC**, verifica-se uma tendência do **AEPP** se elevar quando a gordura na carcaça aumenta. Entretanto, isto foi verdadeiro

até uma espessura de gordura de 4 mm, na classe de mais de 4 mm o **AEPP** diminuiu. Este resultado pode ser explicado pela interação grau de acabamento versus conformação, já discutido anteriormente e, também, porque os nossos animais não apresentavam grau de acabamento exagerado nesta classe, com uma média e desvio padrão de $5,29\text{cm}^2 \pm 0,15$ (máximo 8 mm), assim como pela baixa frequência de animais na extremidade superior. Estes aspectos podem ser confirmados pelos resultados de Greiner et al. (2003) que encontrou um menor **EDIFF** ($0,38\text{mm} \pm 0,15$) na classe que compreendia uma **EGSC** entre 5,1mm a 7,6mm, sendo maiores os valores obtidos nas classes extremas de seu estudo.

TABELA 10 - Erros Padrões de Predição para espessura de gordura subcutânea (**EEPP**) e área de músculo (**AEPP**) para as diferentes categorias de espessura e área ($n=162$)^a.

Categoria	n	EEPP ,mm	AEPP ,cm ²
EGSC			
< 2mm	19	0,35	1,24
2 – 3mm	51	0,31	1,53
3 – 4mm	51	0,32	1,87
> 4mm	41	0,45	1,36
AOLC			
< 50cm ²	44	0,30	1,77
50 – 55cm ²	58	0,46	1,17
55 – 60cm ²	34	0,35	1,48
> 60cm ²	26	0,42	1,81

^a Ver tabela 1 para descrição das abreviaturas.

Com relação à **EEPP** por categoria de **AOLC**, os resultados não mostram uma clara tendência, entretanto as melhores estimativas da **EGSC** estão

na classe de áreas de músculo menores do que 50cm². Na estimativa da **AOLC**, os melhores resultados estão nas classes intermediárias entre 50 a 60cm². A maior acurácia obtida nesta classe pode ser devido a maior freqüência desta na população de animais de mesmo tipo biológico, utilizada neste estudo. Esta população pertencente à Conexão Delta G do Estado do Rio Grande do Sul e vem sendo avaliada por ultra-som em programas de seleção para características de carcaça pelo mesmo técnico.

4. IMPLICAÇÕES

O estudo sugere que a medida ultra-sônica da espessura de gordura subcutânea nos sítios anatômicos entre a 12^a e 13^a costelas e no quadril, obtidas antes do abate, podem ser preditores acurados da espessura de gordura subcutânea final da carcaça. A relação entre a espessura de gordura subcutânea obtida por ultra-som e a espessura de gordura subcutânea da carcaça se mostrou de moderada magnitude. Este resultado é importante, porque esta característica é de fácil obtenção e apresenta maior variação em animais de baixo grau de acabamento, como os da nossa população de bovinos. Esta característica pode ser incorporada, futuramente, em conjunto com as medidas ultra-sônicas tradicionais nos modelos de predição da composição corporal em animais de criação.

A área do músculo *longissimus* obtido por ultra-som seguiu a mesma tendência, mostrando-se acurada o suficiente para estimar a área deste na carcaça.

As diferenças na acuracidade das medidas ultra-sônicas entre anos, de um mesmo técnico numa mesma população de bovinos, apesar de pequena magnitude neste estudo, enfatizam a necessidade da reciclagem técnica periódica conforme a tecnologia evolua nos campos da eletrônica (equipamentos), como o da informática.

A falta de padrões estatísticos para medir a acurácia das medidas ultra-sônicas para a estimativa de características de carcaça no nosso país e as diferenças obtidas nas estatísticas estudadas em relação aos resultados encontrados nos estudos de outros países, nos leva a sugerir o desenvolvimento de maior experimentação nessa área para a obtenção de padrões aplicáveis ao nosso sistema de produção. Estes padrões poderiam servir de orientação para os técnicos que utilizam a tecnologia ultra-sônica aplicada, para estimar os valores genéticos para o mérito de carcaça em programas de seleção em bovinos de tipos biológicos criados no nosso país.

O nosso estudo indica que o ultra-som pode ser utilizado com alto grau de acurácia, quando as medidas ultra-sônicas são coletadas e interpretadas por técnicos com certo grau de experiência, na estimativa do mérito individual de carcaça dos animais, podendo levar o produtor e a indústria a tomar decisões de seleção e manejo para características de composição corporal no animal vivo sem a necessidade de abate.

CAPÍTULO III

A ACURÁCIA DO ULTRA-SOM NA ESTIMATIVA DO PESO E PERCENTAGEM DA PORÇÃO COMESTÍVEL DO CORTE TRASEIRO DA CARÇA EM BOVINOS

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a comercialização do gado para o abate, na maior parte das vezes, é baseada no peso vivo na fazenda. Isto faz com que o produtor não tenha informações das características de carça de seus animais, diminuindo o "feedback" com os demais elos da cadeia da carne. A tecnologia de ultrasonografia oferece uma oportunidade ímpar para o desenvolvimento de modelos de predição para características, como a estimativa dos pesos dos cortes comerciais, que somente podem ser obtidos após o abate do animais (Hassen et al., 1998), além de ser uma efetiva ferramenta para obter informações da composição corporal dos animais "in vivo" (Williams et al., 1997; Greiner et al., 2003b; Tait et al., 2003b).

Para os produtores de raça pura o ultra-som, no presente momento, é a tecnologia de maior praticidade disponível que realmente pode estimar a composição corporal no animal vivo e ser aplicada na seleção da características de carça. O objetivo da utilização do ultra-som é estimar valores genéticos que diferenciem os animais da média da população de acordo com o potencial de produção da quantidade de porção comestível que suas carças e que passem este diferencial para sua prole.

A utilização do ultra-som para predizer características de carcaça no animal vivo foi estudada por vários autores (Robinson et al., 1992; Herring et al, 1994a; Greiner et al., 2003a) que obtiveram resultados que demonstram que esta tecnologia é acurada para estimar a área do músculo *longissimus* e a espessura de gordura subcutânea entre a 12^a e 13^a costelas. Entretanto, poucos estudos sobre a validação de equações de predição a partir de medidas ultra-sônicas no animal vivo foram realizados (Faulkner et al.,1990; Herring et al., 1994b; Greiner et al.; 2003b).

No Brasil, estamos em fase inicial deste processo e não temos resultados publicados sobre validação de equações de predição a partir de características de composição de carcaça obtidas por ultra-som na população utilizada neste estudo.

Segundo Greiner et al. (2003b), para que as equações de predição a partir de medidas ultra-sônicas no animal vivo possam ser utilizadas amplamente pela indústria de gado de corte e incorporadas em programas de melhoramento ou avaliar animais de abate, estas necessitam ser validadas em outra série de dados. Isto, se deve porque, segundo Neter et al. (1990), existe um risco de simplificar demais a apresentação dos resultados e tirar conclusões errôneas quando não se utiliza as quatro fases estratégicas na construção de modelos de regressão. Estas fases são: 1) coleta e preparação dos dados; 2) redução do número de variáveis independentes; 3) seleção e refinamento dos modelos; e 4) validação dos modelos. Geralmente, os estudos de equações de predição publicados no país e exterior, relacionados com características de carcaça

,atingem no máximo a fase 3. Com esse procedimento não podem ser utilizados amplamente em programas de seleção genética para o mérito de carcaça.

A porção comestível do corte traseiro do animal é uma característica importante para toda a cadeia de carne bovina. No traseiro, localizam-se os cortes comerciais de melhor qualidade e de maior valor comercial da carcaça. Este corte no sistema de comercialização brasileiro representa mais de 50% do peso da porção comestível da carcaça.

O criador, estimando o peso dos cortes comerciais numa fase pré-abate, poderia obter vantagens na comercialização dos seus animais, porque estaria oferecendo um produto com maior quantidade de cortes nobres. E poderia responder aos sinais de mercado com alterações no *status quo* de sua genética, alterando sua prática de manejo, alimentação e comercialização. A indústria poderia adquirir animais que atendessem às especificações de mercados mais exigentes (por exemplo, Cota Hilton). Com isso, poderia segregar as carcaças pré-desossa, conforme o tamanho dos cortes. O retalhista se beneficiaria na aquisição de traseiros com menor desperdício na desossa e toailete dos cortes. O consumidor obteria cortes de tamanho adequado ao método de preparação culinária de sua preferência. Num futuro próximo, os bovinos vão ser criados, alimentados e classificados com uma linha de produção definida para obtenção de maior valorização na comercialização.

Em termos gerais, a composição da carcaça é a proporção de osso, gordura e músculo. A acurácia com que a composição da carcaça pode ser

estimada em bovinos de corte está influenciada pela relação entre os componentes da carcaça e as variáveis utilizadas na predição (Perkins, 1992).

Diante do exposto, os objetivos deste trabalho foram:

- 1) verificar a acurácia da utilização de medidas obtidas por ultra-som no animal vivo para estimar o peso e percentagem da porção comestível do corte traseiro, e
- 2) desenvolver modelos de predição para o peso e percentagem dos cortes comerciais desossados do traseiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em cooperação com a Conexão Delta G, Dom Pedrito, RS. Foram utilizados cento e sessenta e dois (162) animais da raça Braford com diferentes graus de sangue, divididos em dois grupos de abate por ano. No grupo 1 (Ano 1-1999), foram utilizados cento e dois (102) animais, sendo cinquenta (50) animais machos inteiros e cinquenta e dois (52) machos castrados ao desmame; no grupo 2 (Ano 2-2002), foram utilizados sessenta (60) animais, sendo trinta (30) animais machos inteiros e trinta (30) machos castrados ao desmame. Os animais apresentavam uma idade média de 12 meses e pertenciam a um mesmo grupo contemporâneo e de manejo dentro de ano. Após o desmame, (6 meses) os animais foram mantidos confinados e alimentados com ração contendo 16% de proteína bruta (**PB**) e 81% de nutrientes digestíveis totais (**NDT**) até o abate. Todos os animais foram identificados com brinco e tatuagem na orelha. Esta identificação foi única e permanente e correlacionada com a da carcaça por ocasião do abate, da esfolagem e da desossa do animal.

A cada ano, os animais foram pesados entre vinte quatro (24h) a trinta e seis (36h) horas antes do abate. O peso vivo foi tomado na fazenda, na mesma data da realização das medidas ultra-sônicas (**PVUS**). Foi considerado o peso do

animal individualmente, com jejum de sólidos e hídricos de pelo menos doze (12) horas, obtido por meio de balança eletrônica.

Produção e aquisição das imagens ultra-sônicas (digitalização das imagens): as imagens ultra-sônicas foram obtidas, utilizando-se uma unidade principal - eco câmera da marca Aloka SSD 500V (Eletro Medicina Berger, Ltda), equipado com um transdutor linear UST 5049 de 3,5MHz de frequência e com 17,2cm de comprimento, no primeiro ano e uma unidade principal - eco câmera da marca Pie Medical Falcon 100 Vet (Nutricell, Ltda), equipado com um transdutor linear de 3,5MHz de 18cm, no segundo. Para assegurar o contato acústico entre o transdutor e a superfície do sítio anatômico de medida no animal foi utilizado como acoplante acústico um óleo vegetal. Para melhorar o contato acústico, também foi utilizada uma guia acústica para o ajuste do transdutor à conformação do animal. No sítio anatômico de medida não foi realizado o desbaste do pêlo, simplesmente foi realizada uma limpeza da área a ser avaliada para evitar interferência da transmissão do feixe de onda sonora. As medidas ultra-sônicas da área do músculo *longissimus* (**AOLUS**) e espessura de gordura subcutânea (**EGSUS**) foram obtidas entre 12^a e 13^a costelas, com auxílio da guia acústica. As medidas da **AOLUS** e **EGSUS** foram realizadas, respectivamente, delimitando a área total do músculo entre o espaço intercostal da 12^a e 13^a costelas, utilizando uma escala de medida em centímetros quadrados (cm²). Em todas as medidas, os músculos intercostais, *longissimus costarum*, e a depressão de gordura (“acorn fat”) na parte proximal do músculo *longissimus*, foram excluídas. Para obtenção da espessura de gordura subcutânea, foi medida a profundidade do tecido a $\frac{3}{4}$ de distância a

partir do lado medial do músculo *longissimus* para seu lado lateral, utilizando uma escala em milímetros (mm), através de um planímetro eletrônico presente no software de interpretação de imagens. Após este procedimento, as imagens obtidas foram armazenadas no disco rígido de um computador portátil e interpretadas a *posteriori* com o software específico. Somente uma imagem por animal foi armazenada para cada característica medida por ultra-som. Após o atordoamento destes, as carcaças foram devidamente identificadas antes de entrar na câmara de resfriamento. Elas foram avaliadas, sendo coletadas as medidas rotineiras do Sistema de Tipificação: peso de carcaça quente (**PCQ**), acabamento (**ACAB**), maturidade (**MAT**), sexo (**SEX**), conformação (**CONF**). A meia carcaça direita foi utilizada para a obtenção das medidas de área de olho de lombo (**AOLC**) e a espessura de gordura subcutânea (**EGSC**) na carcaça e dos pesos dos cortes principais: peso do traseiro (**PCT**), costilhar (**PCC**) e dianteiro (**PCD**). O peso total da porção comestível do corte do traseiro (**PCTT**) corresponde à soma dos pesos dos cortes individuais comerciais desossados do traseiro, a saber: Contra-filé (costela + lombo); Filé Mignon; Alcatra completa (Picanha + Centro + maminha); Coxão de Fora; Coxão de dentro; Patinho; Tatu; e Garrão, após a realização do toalete das aparas de gordura e tecido conjuntivo.

Foram pesadas as aparas individuais de cada corte após a desossa e posteriormente somadas para obtermos o Peso das Aparas Totais do Traseiro (**PATT**). A percentagem da porção comestível total do corte traseiro (**RCTT**) foi obtida pela fórmula a seguir: $\text{RCCT} / \text{PCTT} \times 100$. O Peso total do Osso do corte do Traseiro (**POSSO**) corresponde à soma total do tecido ósseo do traseiro após a

desossa dos cortes do traseiro. As características Percentagem dos cortes, Dianteiro (%**DIANT**); Costilhar (%**COST**) e Traseiro (%**TRAS**) foram obtidas em relação ao Peso de Carcaça Quente (**PCQ**); e a percentagem de Osso (%**OSSO**) e Aparas Totais (%**ATT**) em relação ao peso do corte traseiro com osso (**PCT**) e multiplicadas por 100. O Rendimento de carcaça (**REND**) foi obtido a partir da seguinte fórmula: **PCQ/ PVUS X 100**.

A espessura de gordura subcutânea (**EGSC**) utilizada para avaliar a acurácia da medida ultra-sônica foi uma medida não ajustada, obtida a $\frac{3}{4}$ de distância a partir do lado medial do músculo *longissimus* para seu lado lateral, aferida com um paquímetro. A área de olho de lombo (**AOLC**) foi traçada sobre um papel acetato e posteriormente medida com uma grade plástica de pontuação AS-235e, distribuído pela Iowa State University of Science and Technology, Ames, Iowa, USA (1991). Todas as medidas realizadas no animal vivo e na carcaça foram tomadas no lado direito do animal e na meia carcaça direita, respectivamente.

A análise estatística foi conduzida utilizando o SAS (SAS Inst., INC., Cary, NC,2001). Coeficientes de correlação de Pearson foram utilizados para avaliar as relações entre as medidas no animal vivo, ultra-sônicas e da carcaça, e as geradas a partir da relação destas.

Os dados foram divididos por ano, sendo os do primeiro ano, usados para desenvolver modelos de regressão linear múltipla para predição do peso e percentagem da porção comestível do traseiro. As equações de predição foram desenvolvidas a partir do procedimento de construção do modelo utilizando o

Método de Seleção de Variáveis de todas as Regressões Possíveis, como também o Método de Seleção de Variáveis Stepwise para decidir a inclusão e permanência destas nos modelos. No método de Seleção de Variáveis Stepwise, considerou-se um nível de significância de 20% para inclusão de variáveis e de 15% para a permanência no modelo. As equações de predição desenvolvidas pelo procedimento de seleção de variáveis de todas as regressões possíveis utilizaram variáveis a partir de medidas obtidas no animal vivo e a partir das características de carcaça como variáveis independentes. A diferença essencial entre o Método de Seleção de Variáveis de todas as Regressões Possíveis e o Método de Seleção de Variáveis Stepwise, é que este último procura automaticamente procedimentos finais com a identificação de um só melhor modelo de regressão. Com o Método de Seleção de Variáveis de todas as Regressões Possíveis a procura, por outro lado, são vários modelos de regressão que podem ser identificados como ótimos para se proceder a consideração final (Neter et al., 1990). As medidas de carcaça utilizadas para desenvolver as equações de predição foram: Peso de carcaça quente (**PCQ**); Acabamento (**ACAB**); Conformação (**CONF**); área do músculo *longissimus* (**AOLC**); espessura de gordura subcutânea na 12^a costela (**EGSC**); e como co-variáveis o peso total do tecido ósseo do traseiro (**POSSO**) e peso das aparas totais do corte traseiro (**PATT**). As equações foram avaliadas com relação ao coeficiente de determinação (**R²**); erro padrão de predição (**RMSE**); e o **Cp** descrito por Mallow (1973). Para modelos com um ajuste fino, o **Cp** aproxima-se ao número de variáveis preditoras (MacNeil, 1983). Efeitos ambientais e genéticos não foram

considerados no processo de modelagem. Na TABELA 1 encontram-se as descrições das abreviaturas.

TABELA 1 - Descrição das abreviaturas.

Abreviatura	Definição
PVUS	Peso vivo na data da medida de ultra-som, Kg.
PCQ	Peso de carcaça quente, Kg.
ACAB	Acabamento da carcaça.
MAT	Maturidade fisiológica da carcaça, dentição.
CONF	Conformação da carcaça.
AOLUS	Área de olho de lombo por ultra-som, cm ² .
AOLC	Área de olho de lombo na carcaça, cm ² .
EGSUS	Espessura de gordura por ultra-som, mm.
EGSC	Espessura de gordura na carcaça, mm.
PCT	Peso do corte traseiro da carcaça, Kg.
%PCT	Percentagem do corte traseiro em relação ao PCQ.
PCC	Peso do corte costilhar da carcaça, Kg.
%PCC	Percentagem do corte costilhar em relação ao PCQ.
PCD	Peso do corte dianteiro da carcaça, Kg.
%PCD	Percentagem do corte dianteiro em relação ao PCQ.
PTCT	Peso da porção comestível do corte traseiro, Kg.
RCCT	Percentagem da porção comestível do corte traseiro.
POSSO	Peso do tecido ósseo do corte traseiro, Kg.
%OSSO	Percentagem do tecido ósseo do corte traseiro.
PATT	Peso dos recortes de gordura e tecido conjuntivo traseiro, Kg.
%ATT	Percentagem das aparas totais do traseiro.

Os dados do ano 2 foram utilizados para validar e testar a acurácia das equações de predição desenvolvidas. As estatísticas avaliadas para comparar os resultados da validação a partir das diferentes equações de predição incluíram a validação do RMSE, R², e o intercepto e os desvios da regressão entre o valor atual e predito para a percentagem e peso da porção comestível do traseiro dos animais na série de dados usados na validação.

Coeficientes de correlação entre os valores atuais e preditos foram também computados. O viés médio e valores médios dos resíduos absolutos foram calculados para cada equação de predição.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas para as características do animal vivo e carcaça utilizada para o conjunto de animais (ano 1999, n=102) utilizados para o desenvolvimento dos modelos de predição estão contidas na TABELA 2, e para o conjunto de dados usado (ano 2002, n=60) para a validação dos modelos na TABELA 3. A média para o conjunto de dados para o desenvolvimento dos modelos do **PTCT** foi de 25,87 Kg, equivalente à média para o conjunto de dados usado para a validação dos modelos que foi de 25,56 Kg. A média para **RCTT** foi de 68,53%, com uma amplitude que variou de 65,14% até 73,45%, inferior a média do conjunto utilizado para a validação dos dados que foi de 69,46%, assim como de menor amplitude (64,08- 83,41%). A média da característica **%ATT** para o conjunto de dados para o desenvolvimento dos modelos (10,82%) foi 2% superior que o conjunto de dados usado para a validação dos modelos (8,78%), que pode ter sido influenciado pela diferença na equipe de desossa e diferente procedimento de toalete da carcaça e na desossa dos cortes, porque os animais foram abatidos em plantas frigoríficas distintas entre anos. Segundo Robinson et al. (1992) a técnica de manejo pós abate pode variar entre abatedouros e introduzir fontes de variação no conjunto de dados. Confirmado pela afirmação de Herring et al. (1994) que uma precisa remoção das aparas de gordura, resíduo de

carne magra e tecido conjuntivo, são mais difícil quando se desossa cortes menores.

Segundo Kempster et al. (1992) a padronização entre abatedouros e em períodos diferentes torna-se difícil, assim como, a ocorrência de uma inevitável subjetividade em relação à quantidade de gordura que deve ser retida no corte durante o toalete. Entretanto, a variação nas demais características obtidas no animal vivo e na carcaça, bem como suas amplitudes, foi similar, para ambos o conjunto de dados, desenvolvimento dos modelos e validação dos modelos. As estatísticas descritivas de todas as variáveis coletadas no experimento em conjunto e separadas por ano para as variáveis obtidas no animal vivo e na carcaça estão contidas no Anexo 1 e 2.

TABELA 2 - Estatísticas descritivas para características do animal vivo e na carcaça para o conjunto de animais usado no desenvolvimento do modelo(Ano1999, n=102)^a

Características	Média	Desvio Padrão(DP)	Mínimo	Máximo
VIVO				
PVUS	297,77	29,39	245,00	379,00
AOLUS	52,68	5,29	41,29	67,50
EGSUS	3,94	1,23	1,80	7,80
CARCAÇA				
PCQ	158,25	16,28	130,20	218,00
ACAB	3,04	0,66	2,00	4,00
CONF	7,43	1,13	4,00	9,00
AOLC	52,53	5,51	40,63	66,43
EGSC	3,73	1,35	1,50	8,00
PCTT	25,87	2,68	20,85	36,45
RCTT	68,53	1,67	65,14	73,45
POSSO	7,82	0,78	6,26	10,80
PATT	4,40	0,81	2,86	6,32
%ATT	10,82	1,58	7,48	14,58

^a Descrição das abreviaturas consultar tabela 1.

No desenvolvimento do modelo utilizando características obtidas no animal vivo para predição do peso da porção comestível do traseiro (modelo completo) verificou-se que o modelo deveria incluir pelo menos as variáveis **PVUS** ($P < 0,001$) e **AOLUS** ($P < 0,001$). A análise de variância está contida no Anexo 3.

As correlações para o conjunto de dados para o desenvolvimento dos modelos, entre as medidas obtidas no animal vivo e o **PCTT**, estão contidas no Anexo 4.

O **PVUS** ($r=0,85$, $P < 0,001$) é a variável mais intensamente correlacionada com o **PCTT**, sendo portanto a primeira variável a entrar num procedimento de seleção de variáveis por Stepwise. Apesar de utilizarem diferentes procedimentos de cortes quanto a tamanho, localização, grau de acabamento das carcaças, raça, peso de abate, resultados semelhantes ao do nosso estudo foram obtidos por Perkins (1992); Herring et al. (1994); Williams et al. (1997); Realini et al. (2001); e Greiner et al. (2003c), onde o peso vivo foi a variável mais estreitamente correlacionada com o peso da porção comestível da carcaça, com coeficientes de correlação linear simples variando de 0,77 a 0,91.

TABELA 3 - Estatísticas descritivas para características do animal vivo e na carcaça para o conjunto de animais usado na validação do modelo (Ano 2002, n=60).

Características	Média	Desvio Padrão(DP)	Mínimo	Máximo
VIVO				
PVUS	292,72	21,59	253,00	361,00
AOLUS	54,84	5,63	40,86	67,41
EGSUS	3,58	0,83	1,80	6,00
CARCAÇA				
PCQ	155,65	11,51	133,00	190,50
ACAB	2,78	0,42	2,00	3,00
CONF	9,22	0,74	8,00	11,00
AOLC	55,79	6,42	37,41	70,95
EGSC	3,50	1,03	1,50	7,00
PCTT	25,56	2,02	20,92	31,43
RCTT	69,46	2,69	64,08	83,41
POSSO	8,02	0,73	6,60	9,76
PATT	3,23	0,39	2,32	4,13
%ATT	8,78	0,82	6,65	10,98

^a Descrição das abreviaturas consultar tabela 1.

Na construção do modelo utilizando-se um procedimento de seleção de todas as regressões possíveis (TABELA 4) com base no R^2 , com 1 a 3 variáveis preditoras (independentes) a maior parte da variação do **PCTT** foi explicada pelo **PVUS** (73%), considerando o ajuste só com o peso vivo na data do ultra-som. Este resultado já era esperado dada a mais alta correlação destas variáveis. E porque segundo Herring et al. (1994) o peso vivo está diretamente relacionado ao tamanho e peso dos cortes comerciais.

Tabela 4 - Modelos de predição para o peso da porção comestível do corte traseiro (**PCTT**) a partir de medidas obtidas no animal vivo

Nº de variáveis	R ²	Cp	MSE	RMSE	Variáveis no Modelo ^a
1	0,73	20,68	1,97	1,40	PVUS
1	0,31	205,51	5,03	2,24	AOLUS
1	0,10	295,38	6,52	2,55	EGSUS
2	0,77	3,75	1,67	1,29	AOLUS PVUS
2	0,73	22,55	1,98	1,41	EGSUS PVUS
2	0,42	158,30	4,25	2,06	EGSUS AOLUS
3	0,78	4,0	1,66	1,29	EGSUS AOLUS PVUS

^a Descrição das abreviaturas consultar TABELA 1.

Entretanto, este modelo tem um viés muito alto, um Cp de Mallow de 20,68, sendo portanto não indicado. A inclusão da **AOLUS** eleva a explicação para 77% com redução do Cp= 3,7. Um aumento de 4% no coeficiente de determinação também foi obtido por Williams et al. (1997) e por Greiner et al. (2003c). Crouse et al. (1975) e concluíram que existe uma estreita relação entre a área do músculo *longissimus* e quantidade de carne na carcaça, indicando que a medida da área do músculo pode ser útil para explicar a variação na quantidade de carne na carcaça. Cross et al. (1973) indicaram que a área de músculo pode ser mais preditiva em determinados grupos de carcaças que apresentem uma pequena variabilidade no grau de acabamento. Concordando com nossos resultados, May et al. (2000) concluíram que a variável AOLUS é significativa em equações desenvolvidas com medidas no animal vivo para predição de ambos,

peso e percentagem dos cortes comerciais. Com inclusão da **EGSUS** tem-se uma explicação de 78% e um C_p considerado ideal de 4. Geralmente, pesquisadores têm reportado que a espessura de gordura subcutânea obtida por ultra-som é uma variável importante na explicação do peso e percentagem dos cortes comerciais, entrando na equação com sinal negativo, ou seja, maior quantidade de gordura menor o peso e percentagem dos cortes comerciais (Wallace et al., 1977; Faulkner et al., 1990; Herring et al., 1994; Greiner et al., 2003c). Entretanto, no nosso estudo a **EGSUS** foi positivamente correlacionada com o **PCTT** ($r=0,32$, $P=0,0010$) provavelmente pelo baixo grau de acabamento das carcaças, então grande parte da gordura estava presente no peso dos cortes havendo pouco recorte. Isto pode ser confirmado pela percentagem de aparas totais no corte traseiro que foi em média neste conjunto de animais de 10,8%.

Estes resultados concordam em parte com os obtidos por Williams et al. ($r=0,26$; 1997) e Realini et al. ($r=0,46$; 2001) trabalhando com pesos de cortes aparados a 3,2mm de espessura de gordura subcutânea. Utilizando-se o procedimento de seleção de variáveis Stepwise, considerando um nível de significância de 20% para inclusão de variáveis e de 15% para permanência de variáveis no modelo, o modelo selecionado foi aquele com duas variáveis (**PVUS** e **AOLUS**) nesta ordem de inclusão. Após a aplicação dos dois procedimentos estatísticos selecionou-se um modelo com três variáveis preditoras (**PVUS**, **AOLUS**, **EGSUS**) e outro com duas variáveis (**PVUS**, **AOLUS**). Os resultados para o ajuste dos modelos selecionados são apresentados no Anexo 5.

A análise de variância para seleção de variáveis da carcaça para a construção do modelo completo com as covariáveis **POSSO** e **PATT** é apresentada no Anexo 6.

Verificou-se pela análise realizada que o modelo deveria incluir pelo menos as variáveis **PCQ**, **AOLC**, e **ACAB** e que as covariáveis **POSSO** e **PATT** não são importantes. As relações entre as características de carcaça estão contidas na matrix de correlações no Anexo 6.

O peso de carcaça quente (**PCQ**) é a variável mais intensamente correlacionada ($r=0,94, P<0,001$) com o peso da porção comestível do corte traseiro, sendo, portanto a primeira variável a entrar num procedimento de seleção de variáveis Stepwise. Isto era de se esperar já que o peso do corte traseiro representou em média 46% do peso de carcaça quente (**PCQ**) no nosso estudo. Resultados similares foram obtidos por Abraham et al. ($r=0,95$, 1968); Busch et al. ($r=0,89$, 1968); Cross et al. ($r=0,88$, 1973); Williams et al. ($r=0,899$, 1997); Realini et al. ($r=0,90$, 2001); e Greiner et al. ($r=0,83$, 2003c) entre o peso de carcaça e o peso da porção comestível da carcaça. Segundo Kempster et al. (1982) o peso de carcaça deveria ser a primeira variável independente a ser incluída quando diferentes preditores estão sendo comparados, porque está disponível em circunstâncias práticas de rotina nos abatedouros e, apresenta baixo custo para sua coleta e obtenção.

Na construção do modelo para as características de carcaça utilizando-se o procedimento de seleção de variáveis de todas as regressões possíveis com base no R^2 usando resultados de 1 a 5 variáveis predictoras (independentes) no

modelo a maior parte da variação do **PCTT** foi explicada pelo **PCQ** (87,5%) considerando o ajuste só com o peso de carcaça quente (**PCQ**), resultado esperado dada a mais alta correlação destas variáveis. Mas este modelo tem um viés alto, um **Cp** de Mallow de 15 (TABELA 5), sendo não indicado. A inclusão da **AOLC** no modelo eleva a explicação para 88,5%, com redução do **Cp** para 8. O menor impacto na elevação do coeficiente de determinação com a inclusão da variável **AOLC** (1%) em relação a **AOLUS** (4%) no modelo, pode ser explicado em parte pela menor correlação da área do músculo longissimus obtida na carcaça ($r=0,5022$, $P<0,0001$) em relação a apresentada pela **AOLUS** ($r=0,5545$, $P<0,0001$) com o peso da porção comestível do corte traseiro. Esta menor relação pode ser devida a fatores ligados a acurácia na obtenção das medidas já discutidos no capítulo anterior. Resultados similares foram obtidos por Cole et al. (1960) obtendo coeficientes de correlação simples entre a **AOLC** e o peso de carne magra total da carcaça de 0,43 e entre 0,40 a 0,55 com a quantidade de carne magra em diferentes cortes da carcaça. Os modelos com três variáveis preditoras seriam interessantes de serem investigados, os que incluem a **AOLC**, **PCQ**, e **ACAB** pelo valor do **Cp** obtido e aquele que inclui a **EGSC**, **AOLC**, **PCQ**, pelo fato de incluir uma medida de espessura de gordura subcutânea obtida objetivamente, estar incluída nos sistemas de avaliação de carcaças e ser determinante do preço a ser pago pela carcaça no sistema de comercialização. As variáveis **ACAB** e **EGSC** são duas variáveis correlacionadas entre si ($r=0,5963$, $P<0,0001$) sendo medianamente correlacionadas com o peso da porção comestível do corte traseiro, $r=0,29$ ($P=0,0032$) e $r=0,31$ ($P=0,0015$),

respectivamente. A inclusão destas medidas diminui o viés de predição do peso da porção comestível do corte traseiro e apesar de não estarem estreitamente correlacionadas com a variável dependente, neste caso, diminuem o erro padrão de predição do modelo (**RMSE=0,90504**) em relação modelo com duas variáveis **PCQ** e **AOLC** (**RMSE=0,91677**). Abraham et al. (1968) obtiveram um coeficiente de correlação similar ao do presente estudo entre **EGSC** o peso dos cortes comerciais desossados da carcaça de $r=0,25$. O que concorda com os resultados de Williams et al (1997) e Realini et al. (2001) que afirmaram que as medidas de gordura apesar de significativas apresentaram uma baixa correlação com o peso dos cortes comercial aparados a 3,2mm de espessura de gordura subcutânea.

Utilizando-se o procedimento de seleção de variáveis Stepwise, considerando o nível de significância de 20% para inclusão de variáveis no modelo e de 15% para permanência das variáveis no modelo, o modelo selecionado foi o com quatro variáveis preditoras (**PCQ**, **AOLC**, **ACAB**, e **CONF**) nesta ordem de inclusão. A inclusão da conformação apesar desta característica não estar correlacionada significativamente ($P=0,5005$) e não aumentar o R^2 do modelo para predição do peso da porção comestível do corte traseiro, ela diminuiu o viés da predição (**Cp=4,00**) e foi selecionada para participar do modelo pelo procedimento Stepwise. Esta característica é de fácil obtenção e geralmente utilizada nos sistemas de avaliação de carcaças como indicadora da musculosidade da carcaça. Os resultados de seleção de variáveis tanto considerando todas as regressões possíveis quanto no procedimento Stepwise não se alteraram com a inclusão das covariáveis. Isto se deve ao fato de que o **POSSO** e **PATT** são

correlacionadas com o **PCQ** era de se esperar que a inclusão do peso de carcaça quente no modelo eliminasse a influência destas covariáveis. Selecionaram-se os modelos com três e com quatro variáveis preditoras. Os resultados para o ajuste dos modelos selecionados são apresentados **no anexo 7**.

TABELA 5- Modelos de predição para o peso da porção comestível do corte Traseiro (**PCTT**) a partir de medidas obtidas na carcaça

Nº de variáveis	R ²	Cp	MSE	RMSE	Variáveis no Modelo ^a
1	0.8754	15.1877	0.90499	0.95131	PCQ
1	0.2522	581.2208	5.43071	2.33039	AOLC
1	0.0967	722.5226	6.56048	2.56134	EGSC
1	0.0838	734.2212	6.65402	2.57954	ACAB
1	0.0046	806.1868	7.22942	2.68876	CONF
2	0.8854	8.0660	0.84046	0.91677	AOLC PCQ
2	0.8808	12.2684	0.87440	0.93510	PCQ CONF
2	0.8768	15.9387	0.90405	0.95081	PCQ ACAB
2	0.8756	17.0340	0.91289	0.95545	EGSC PCQ
2	0.3881	459.7613	4.48847	2.11860	EGSC AOLC
2	0.3866	461.1362	4.49957	2.12122	AOLC ACAB
2	0.2623	574.0733	5.41168	2.32630	AOLC CONF
2	0.1135	709.2627	6.50351	2.55020	EGSC ACAB
2	0.1003	721.1827	6.59978	2.56900	EGSC CONF
2	0.0851	735.0546	6.71181	2.59072	ACAB CONF
3	0.8905	5.4481	0.81136	0.90076	AOLC PCQ ACAB
3	0.8890	6.8566	0.82286	0.90711	AOLC PCQ CONF
3	0.8874	8.2613	0.83432	0.91341	EGSC AOLC PCQ
3	0.8826	2.6232	0.86990	0.93269	PCQ ACAB CONF
3	0.8809	14.1588	0.88243	0.93938	EGSC PCQ CONF
3	0.8768	17.8600	0.91263	0.95532	EGSC PCQ ACAB
3	0.4222	430.7970	4.28164	2.06921	EGSC AOLC ACAB
3	0.3971	453.5882	4.46759	2.11367	EGSC AOLC CONF
3	0.3906	459.4909	4.51575	2.12503	AOLC ACAB CONF
3	0.1155	709.3970	6.55465	2.56020	EGSC ACAB CONF
4	0.8943	4.0066	0.79136	0.88958	AOLC PCQ ACAB CONF
4	0.8906	7.3717	0.81910	0.90504	EGSC AOLC PCQ ACAB
4	0.8906	7.3878	0.81923	0.90511	EGSC AOLC PCQ CONF
4	0.8829	14.3999	0.87703	0.93650	EGSC PCQ ACAB CONF
4	0.4277	427.8128	4.28470	2.06995	EGSC AOLC ACAB CONF
5	0.8943	6.0000	0.79955	0.89418	EGSC AOLC PCQ ACAB CONF

^a Descrição das abreviaturas consultar TABELA 1.

No desenvolvimento do modelo completo de predição para a percentagem da porção comestível do corte traseiro (**RCCT**) a partir de medidas obtidas no animal vivo, verifica-se que o modelo deveria incluir pelo menos as variáveis **PVUS** e **AOLUS**. A análise de variância do modelo completo está contida no **Anexo 8**.

A **AOLUS** ($r=0,33$, $P=0,0006$) é a variável mais intensamente correlacionada com a **RCTT**, sendo portanto a primeira variável a entrar num procedimento de seleção de variáveis Stepwise. A matrix de correlação entre as variáveis obtidas no animal vivo e o **RCTT** está contido no Anexo 9. Resultados similares em relação a magnitude das relações entre a **AOLUS** e a percentagem de cortes comerciais da carcaça de $r=0,40$ foi obtido por Realini et al. (2001). Coeficiente de correlação mais baixo ($r=0,17$) foi obtido por Greiner et al. (2003c). Wallace et al. (1977) Williams et al. (1997) os coeficientes de correlação entre as mesmas características não foram significativos. E Herring et al. (1994) e Tait et al. (2003) obtiveram coeficientes mais elevados de $r=0,51$ e $r=0,53$, respectivamente, entre a **AOLUS** e a percentagem dos cortes comerciais da carcaça. As discrepâncias nos resultados dos diferentes trabalhos podem ser devidas em parte à utilização de covariáveis nos modelos, assim como nenhum só divisor pode remove totalmente o efeito do peso vivo ou de carcaça na característica.

O **PVUS** não foi correlacionado significativamente ($r=-0,6291$, $P=0,5299$) com o **RCTT**. O que concorda com os resultados de Wallace et al. (1977); Williams et al. (1997) e Realini et al. (2001) que reportaram que o peso vivo não foi uma variável

correlacionada; ($r=0,01$, $P>0,05$); ($r=-0,22$, $P>0,05$); e ($r=-20$, $P>0,05$), com a percentagem de cortes comerciais da carcaça, respectivamente. Este resultado pode ser, no nosso caso, devido a pequena percentagem que representava a média da porção comestível do traseiro (8,70%) em relação ao peso vivo médio dos animais do estudo.

Na construção do modelo utilizando-se o procedimento de seleção de variáveis de todas as regressões possíveis com base no R^2 , obtiveram-se os seguintes resultados (TABELA 6) usando de 1 a 3 variáveis preditoras (independentes). A maior parte da variação do **RCTT** é explicada pela **AOLUS** (11%) considerando o ajuste só com a área do músculo *longissimus*. Mas este modelo apresentou um viés alto, **Cp** de Mallow de 8.

TABELA 6 - Modelos de predição para a percentagem da porção comestível do corte traseiro (**RCTT**) a partir de medidas obtidas no animal vivo

Nº de variáveis	R^2	Cp	MSE	RMSE	Variáveis no Modelo ^a
1	0,004	20,87	2,82	1,68	PVUS
1	0,110	8,18	2,52	1,59	AOLUS
1	0,0003	21,32	2,83	1,68	EGSUS
2	0,1621	3,99	2,40	1,55	AOLUS PVUS
2	0,0057	22,66	2,84	1,68	EGSUS PVUS
2	0,111	10,11	2,54	1,60	EGSUS AOLUS
3	0,1789	4,0	2,37	1,54	EGSUS AOLUS PVUS

^a Descrição das abreviaturas consultar TABELA 1.

A inclusão do peso vivo obtido na data do ultra-som elevou a explicação para 16%, com redução no **Cp** para aproximadamente 4. Este pequeno acréscimo no coeficiente de determinação com a inclusão do **PVUS** pode ser devido porque conforme Herring et al. (1994) a relação entre o peso vivo e o rendimento total de cortes comerciais decresce a medida que se divide a quantidade de carne total em pequenos cortes da carcaça. E isto pode ser em parte decorrente porque a adição de cortes menores para se chegar ao peso total, se introduz o viés da desossa e do recorte de gordura. Este viés é mais pronunciado quanto mais subdivisão se fizer na carcaça.

Utilizando-se o procedimento de seleção de variáveis Stepwise, considerando um nível de significância de 20% para a inclusão de variáveis no modelo e de 15% para permanência no modelo, o modelo selecionado foi o com duas variáveis (**AOLUS** e **PVUS**) nesta ordem de inclusão. Selecionaram-se o modelo com três variáveis preditoras e os modelos com duas variáveis preditoras (**AOLUS** e **PVUS**), muito embora o baixo valor numérico do coeficiente de determinação (menos do que 20% nos dois casos). Os resultados do presente estudo estão de acordo com os obtidos por Greiner et al. (2003) onde o peso vivo foi à última característica a entrar no modelo e que este apresentou pequeno melhoramento no **R²** e no **RMES**, e que o peso vivo está mais correlacionado com o peso dos cortes comerciais do que com a percentagem dos cortes na carcaça. Os resultados da análise de variância para o ajuste dos modelos selecionados estão no Anexo 10.

No desenvolvimento do modelo completo para as características de carcaça para predição da **RCTT** utilizando como covariáveis a **%OSSO** e **%ATT**; verificou-se que o modelo deveria incluir pelo menos as variáveis **AOLC** e **PCQ** e as covariáveis **%OSSO** e **%ATT** que se mostraram importantes na construção do modelo. A importância das covariáveis no modelo pode ser em parte, porque em conjunto representam uma parte importante do peso do traseiro, perfazendo 31,21% do peso do corte, além de estarem correlacionadas significativamente e negativamente com a percentagem da porção comestível, principalmente, a **%ATT** ($r=-0,653$, $P<0,0001$) e de $r=-0,357$ ($p=0,0002$) a **%OSSO**. A matrix de correlação entre as variáveis obtidas na carcaça e a **RCTT** está contida no **Anexo 11**. Excetuando as covariáveis, a **AOLC** ($r=0,35$, $P=0,0003$) é a variável mais intensamente com a **RCTT**, sendo portanto a primeira variável a entrar num procedimento de seleção de variáveis Stepwise. A **AOLC** explicou sozinha, 12,49% da percentagem da porção comestível do corte traseiro, 1% a mais que a **AOLUS** explicou a mesma característica. Cole et al. (1960) reportaram um coeficiente de correlação entre a **AOLC** e a percentagem de carne magra da carcaça de 0,28, trabalhando dentro de raça e ano, similar ao nosso estudo. Tait et al. (2003) obtiveram coeficiente de correlação entre a **AOLC** e a percentagem de carne nos quatro cortes primários de 0,374, semelhante ao obtido no presente trabalho. Hamlin et al. (1995) obtiveram resultados semelhantes ao do nosso estudo onde a área do músculo explicou menos de 15% a percentagem da porção comestível dos cortes da carcaça. Conforme alguns autores a área do músculo *longissimus*, é melhor indicadora do peso do que da percentagem dos cortes

comerciais (Abraham et al., 1968; Epley et al., 1970; Greiner et al., 2003c). Dado que a **%OSSO** e principalmente, a **%ATT** não são intensamente correlacionados com o **PCQ**, nesse caso, a inclusão do **PCQ** no modelo não eliminou a influência das covariáveis.

Utilizando o procedimento de seleção de variáveis de todas as regressões possíveis com base no R^2 , incluindo-se sempre as covariáveis **%OSSO** e **%ATT**, obteve-se os seguintes resultados (TABELA 7) usando de 1 a 5 variáveis preditoras (independentes). As covariáveis percentagem de osso e percentagem de aparas totais do corte traseiro da carcaça explicaram 57% da variação da **RCTT** com um **Cp** de 25.

TABELA 7- Modelos de predição para a percentagem da porção comestível do corte Traseiro (**RCTT**) a partir de medidas obtidas na carcaça

Nº de variáveis	R ²	C _p	MSE	RMSE	Variáveis no Modelo ^a
2	0.5748	25.2002	1.21624	1.10283	%OSSO %ATT
3	0.6326	10.7287	1.06167	1.03037	AOLC
3	0.6021	19.4257	1.14984	1.07230	ACAB
3	0.5882	23.3688	1.18981	1.09078	CONF
3	0.5848	24.3564	1.19982	1.09536	EGSC
3	0.5792	25.9369	1.21584	1.10265	PCQ
4	0.6622	4.2829	0.98612	0.99303	AOLC PCQ
4	0.6451	9.1553	1.03602	1.01785	AOLC ACAB
4	0.6429	9.7822	1.04244	1.02100	AOLC CONF
4	0.6363	11.6719	1.06179	1.03043	EGSC AOLC
4	0.6100	19.1788	1.13868	1.06709	ACAB CONF
4	0.6029	21.2003	1.15938	1.07675	PCQ ACAB
4	0.6021	21.4143	1.16157	1.07776	EGSC ACAB
4	0.5970	22.8803	1.17659	1.08471	EGSC CONF
4	0.5906	24.6908	1.19513	1.09322	PCQ CONF
4	0.5862	25.9415	1.20794	1.09906	EGSC PCQ
5	0.6670	4.9243	0.98233	0.99112	AOLC PCQ CONF
5	0.6650	5.4893	0.98817	0.99407	AOLC PCQ ACAB
5	0.6623	6.2593	0.99614	0.99807	EGSC AOLC PCQ
5	0.6523	9.1186	1.02573	1.01278	AOLC ACAB CONF
5	0.6461	10.8851	1.04401	1.02177	EGSC AOLC CONF
5	0.6451	11.1543	1.04680	1.02313	EGSC AOLC ACAB
5	0.6103	21.0933	1.14965	1.07222	PCQ ACAB CONF
5	0.6101	21.1445	1.15018	1.07247	EGSC ACAB CONF
5	0.6029	23.2002	1.17146	1.08234	EGSC PCQ ACAB
5	0.5974	24.7430	1.18742	1.08969	EGSC PCQ CONF
6	0.6691	6.3185	0.98633	0.99314	AOLC PCQ ACAB CONF
6	0.6670	6.9117	0.99254	0.99626	EGSC AOLC PCQ CONF
6	0.6665	7.0466	0.99395	0.99697	EGSC AOLC PCQ ACAB
6	0.6523	11.1167	1.03651	1.01809	EGSC AOLC ACAB CONF
6	0.6103	23.0778	1.16159	1.07777	EGSC PCQ ACAB CONF
7	0.6702	8.0000	0.99346	0.99672	EGSC AOLC PCQ ACAB

^a Descrição das abreviaturas consultar TABELA 1.

A inclusão da **AOLC** elevou a explicação para 63%, com redução no valor do **C_p** para 10. Os modelos interessantes de serem investigados, em função

do valor do **C_p** são aqueles que envolvem três variáveis, além das covariáveis, com as variáveis **AOLC**, **PCQ**, **ACAB** num caso, e com **EGSC**, **AOLC**, e **PCQ** noutro.

Utilizando-se o procedimento de seleção de variáveis Stepwise, considerando o nível de significância de 20% para inclusão de variáveis no modelo e de 15% para permanência das variáveis no modelo, o modelo selecionado foi o com duas variáveis preditoras (**AOLC** e **PCQ**) nesta ordem de inclusão.

Selecionaram-se o modelo com duas variáveis e com três variáveis preditoras, além das covariáveis. Os resultados para o ajuste dos modelos selecionados são apresentados no Anexo 12.

Segundo Neter et al. (1990) em algumas situações é desejável considerar mais de um critério para a avaliação de possíveis variáveis preditoras para inclusão no modelo. A escolha de variáveis preditoras no nosso caso até o momento foi baseada nos critérios **R²**, **C_p**, **RMSE**, e no conhecimento sobre o assunto pautado sobre a revisão de literatura realizada.

As equações de predição selecionadas para os modelos obtidos a partir de características medidas no animal vivo e na carcaça para estimar o peso e a percentagem da porção comestível do corte traseiro são apresentadas na TABELA 8.

TABELA 8- Equações de predição para estimar o peso e percentagem da porção comestível do corte do traseiro (**PCTT**) a partir de medidas “in vivo”

Variável dependente e equação	R ²	RMSE	Cp	Coeficientes de regressão parcial			
				Intercepto	EGSUS, mm	AOLUS, cm ²	PVUS, kg
PCTT							
1	0,77	1,29	3,75	-0,797	—	0,117	0,069
2	0,78	1,28	4,00	-0,949	0,150	0,124	0,066
RCTT							
3	0,16	2,39	3,99	65,46	—	0,139	-0,014
4	0,18	1,54	4,00	65,27	0,192	0,149	-0,018

^a Descrição das abreviaturas consultar tabela 1

Vários pesquisadores têm desenvolvido equações de predição para estimar o peso e percentagem da porção comestível da carcaça (Abraham et al., 1968; Herring et al., 1994; Williams et al., 1997; Realini et al., 2001; Greiner et al., 2003c; Tait et al., 2003). Entretanto, não se encontrou trabalhos que estimassem o peso e da porção comestível do corte traseiro, como realizado no sistema de comercialização brasileiro, a partir de medidas ultra-sônicas. Na tabela 8, podemos observar que o peso da porção comestível do corte traseiro a partir de medidas obtidas no animal vivo é predito com maior magnitude do que a percentagem da porção comestível do corte traseiro, quando visualizamos os coeficientes de determinação nas equações 1 e 2. As medidas ultra-sônicas **AOLUS** e **EGSUS** quando incluídas no modelo, aumentam o poder de explicação do **PCTT** e diminuem o viés e erro de predição do modelo, quando utilizadas junto com o **PVUS**. Resultados similares ao da equação 1 foram obtidos por Herring et al. (1994) que obtiveram um coeficiente de determinação de 0,766, utilizando as mesmas características para estimar o peso dos cortes comerciais da carcaça.

Realini et al. (2001) reportaram um R^2 de 0,80 utilizando as mesmas variáveis da equação 2 para estimar o peso dos cortes comerciais da carcaça, resultado similar ao do presente trabalho. Coeficientes de determinação mais elevados foram obtidos por Williams et al. (1997) e Greiner et al. (2003c), iguais a 0,84 e 0,83, respectivamente, para as variáveis da equação 2 do nosso estudo na estimativa dos pesos dos cortes comerciais da carcaça.

As equações 3 e 4 demonstram, pelos coeficientes de determinação de 0,16 e 0,18, que a percentagem da porção comestível do corte traseiro da carcaça não foi altamente explicado, no nosso caso, pelas variáveis obtidas no animal vivo. Resultados semelhantes ao do presente estudo, equação 3, foram obtidos por Williams et al. (1997) que reportaram um R^2 de 0,175 na explicação da percentagem de cortes comerciais da carcaça trabalhando com 198 novilhos das Raças Hereford e Angus. Realini et al. (2001) reportaram um valor do R^2 de 0,37 na explicação da percentagem de cortes comerciais da carcaça, trabalhando com 32 novilhos Hereford. Resultados mais elevados foram obtidos por May et al. (2000) que utilizaram 329 novilhos e 335 novilhas comerciais variando em tamanho, escore muscular e espessura de gordura subcutânea; reportaram um R^2 de 0,57 e por Tait et al. (2000) que obtiveram um coeficiente de determinação de 0,738 na explicação da percentagem de carne magra no corte traseiro, trabalhando com 170 novilhos Angus confinados e de diferentes origens. Greiner et al. (2003c) utilizaram 534 novilhos confinados de diferentes grupos biológicos e obtiveram um R^2 de 0,57 na explicação da percentagem dos cortes comerciais desossados da carcaça. Tait et al. (2003) reportaram que as características, como

as utilizadas na equação 4 do nosso estudo, explicaram 42% da percentagem dos cortes comerciais da carcaça, utilizando 471 animais de diferentes sexos, touros e novilhos, da raça Angus e novilhos cruzados. A diferença dos resultados em relação aos nossos, pode ser devido ao tamanho da amostra, maior variabilidade na composição corporal, por utilizarem animais de diferentes grupos biológicos, pelo peso e nível nutricional, podendo influenciar no grau de recorte da gordura e por utilizarem todos os cortes comerciais da carcaça aumentando a proporção das partes em relação ao todo do animal. Segundo Timon & Bichard (1965), o número de animais requeridos para detectar diferenças de magnitudes de $P < 0,001$ na percentagem de músculo, osso e gordura, utilizando predições a partir de medidas na carcaça, está entre 181 a 201 animais. Bem acima do utilizado neste estudo para a predição da percentagem da porção comestível do corte traseiro.

TABELA 9- Equações de predição para estimar o peso e percentagem da porção comestível do corte traseiro a partir de medidas obtidas na carcaça.

Variável Dependente e equação ^a	R ²	RMSE	Cp	Coeficientes de correlação parcial								
				Intercepto	EGSC	AOLC	ACAB	CONF	PCQ	%OSSO	%ATT	
PCTT												
5	0,890	0,901	5,45	-0,863	-	0,067	0,317	-	0,141	-	-	
6	0,887	0,913	8,26	-0,261	0,098	0,062	-	-	0,142	-	-	
7	0,894	0,889	4,00	0,126	-	0,062	0,325	-0,149	0,143	-	-	
8	0,894	0,894	6,00	-0,154	-0,022	0,064	0,400	-0,131	0,141	-	-	
RCTT												
9	0,662	0,993	4,29	83,16	-	0,099	-	-	-0,020	-0,441	-0,693	
10	0,665	0,994	5,49	84,13	-	0,092	-0,018	-	-0,018	-0,457	-0,709	
11	0,662	0,998	6,25	83,08	0,013	0,100	-	-	-0,021	-0,439	-0,691	
12	0,670	0,997	8,00	84,44	0,053	0,092	-0,192	-0,094	-0,017	-0,451	-0,692	

^a Descrição das abreviaturas consultar Tabela 1

Na TABELA 9, estão contidas as equações de predição da percentagem da porção comestível do corte traseiro obtido a partir das medidas da carcaça. As equações para estimar o peso da porção comestível do corte traseiro a partir das medidas de carcaça explicaram em média 10 a 12% a mais, do que as características medidas no animal vivo. A equação número 2, considerada a mais acurada das medidas no animal vivo, explicou 77% da variação do PCTT com um RMSE de 1,28 e um Cp de 4. A equação 6, utilizando as variáveis PCQ, AOLC e EGSC, explicou 88,74% da variação do PCTT, um RMSE mais baixo de 0,913, entretanto, o valor do Cp foi de 8,26, mais distante do ideal do que na equação 2. Isto quer dizer que o viés é mais alto na equação 6 do que na equação 2, mesmo que o R^2 e o erro padrão de predição seja mais baixo. A equação (8) modelo completo mais acurado e de maior explicação do PCTT, apresentou um R^2 de 0,894 com um RMSE de 0,894 e com um valor de Cp ideal de 6. Entretanto, há um aumento de variáveis no modelo, sendo incluídas as variáveis ACAB e CONF além das já presentes na equação 6. O aumento de variáveis dentro de um modelo de predição pode tornar difícil a manutenção de todas elas, os modelos de regressão com pequeno número de variáveis são mais fáceis de trabalhar e de melhor entendimento. A presença de muitas variáveis intercorrelacionadas, como é o caso das variáveis EGSC e ACAB, pode adicionar pouco ao valor preditivo do modelo, como foi o presente caso, aumentou o R^2 em 0,7 e diminuiu o erro padrão de predição em 0,019. Outro ponto a ser considerado, é que as variáveis adicionadas ao modelo são obtidas subjetivamente, ou seja, de difícil padronização, então, estão sujeitas a incluir o viés da coleta das medidas no

modelo, aumentando a variação amostral dos coeficientes de regressão. Os resultados obtidos no nosso estudo para os modelos de predição do PCTT, concordam com os resultados de Realini et al. (2001) e Greiner et al. (2003c) que afirmam que apesar dos modelos de predição obtidos a partir de medidas no animal vivo explicarem grande parte da variação do peso da porção comestível da carcaça, os modelos utilizando características de carcaça apresentam um R^2 maior. Estes altos valores do coeficiente de determinação, reportados na predição do peso da porção comestível usando variáveis da carcaça, comparados com os obtidos no animal vivo é, em grande parte, devido a diferenças na variação inicial explicada pelo peso vivo versus o peso de carcaça quente. O peso de carcaça no presente estudo sozinho explicou 14,62% a mais da variação inicial do PCTT em comparação ao peso vivo. Portanto, diferenças no rendimento de carcaça, ou seja, relação peso carcaça/ peso vivo, podem explicar uma grande parte das diferenças nos valores dos coeficientes de determinação entre equações obtidas a partir de medidas no animal vivo e carcaça para predição do peso da porção comestível da carcaça (Greiner et al., 2003c).

Os modelos de predição selecionados para predição da percentagem de porção comestível do corte traseiro a partir de medidas na carcaça, tornam-se inviáveis de aplicar na prática, porque as covariáveis explicam a maior parte da variação desta característica. Com isso teríamos que desossar as carcaças e pesar as aparas dos cortes como também o osso do traseiro. Uma alternativa seria predizer a percentagem da porção comestível do traseiro em uma constante percentagem de aparas e osso. Este procedimento, conforme Herring et al.

(1994b), eliminaria o uso de proporções e, matematicamente, simplificaria os processos de predição, auxiliando no desenvolvimento das DEP's (Diferença Esperada nas Progênes), para estas características. Uma percentagem de porção comestível ideal em um dado peso de traseiro poderia ser estabelecida e utilizado como parte de um índice. Entretanto, deveria ser estabelecida uma janela de aceitabilidade para pesos de carcaça e de traseiro. Outro caminho seria aumentar o tamanho da amostra e utilizar os modelos que utilizem medidas no animal vivo e testar outros sítios anatômicos de medidas ultra-sônicas, como a espessura de gordura no quadril e profundidade do músculo *Gluteus medius* e verificar se estas medidas aumentam o poder de predição dos modelos. Independente dos resultados verificou-se que a **AOLUS** e **AOLC** são as variáveis de maior poder de explicação na percentagem da porção comestível da corte do traseiro da carcaça. Como podemos verificar nas Tabelas 8 e 9, a área do músculo *longissimus* é uma característica que entra nos modelos de **RCTT** com sinal positivo; entretanto no nosso caso, a espessura de gordura subcutânea também apresentou sinal positivo, isto pode ser devido ao pequeno grau de acabamento que apresentavam os animais avaliados. Geralmente a gordura entra nos modelos de predição com sinal negativo como, por exemplo, nos estudos de May et al. (2000) e Tait et al. (2003).

Estudos que reportem simultaneamente o desenvolvimento e validação dos modelos são limitados (Greiner et al., 2003b). No Brasil, não existem estudos sobre o desenvolvimento e validação de modelos simultaneamente para peso e

percentagem da porção comestível a partir das características ultra-sônicas e de carcaça como utilizados no nosso estudo.

As estatísticas de validação para as equações de predição do peso da porção comestível do corte traseiro (**PCTT**) estão contidas na Tabela 10.

TABELA 10- Estatísticas de validação para as equações de peso

Equação ^a	Valores médios Preditos	Valores médios de viés*	Valores médios de resíduos Absolutos	Correlação dos valores originais com os valores preditos
Em vivo				
1	25,77kg	-0,21kg	0,93kg	0,82 (p<0,0001)
2	25,75kg	-0,19kg	0,92kg	0,82 (P<0,0001)
Na carcaça				
5	25,64	-0,08kg	0,74kg	0,88 (P<0,0001)
6	25,68	-0,12kg	0,73kg	0,88 (P<0,0001)
7	25,35	0,21kg	0,78kg	0,87 (P<0,001)

^aVer Tabelas 8 e 9 para a descrição das equações

*Valores dos vieses não diferem de zero (ns)

Todas as equações, com exceção da 7, tendem a subestimar o PCTT apesar dos vieses não serem significativos. Os valores médios dos vieses e os valores médios de resíduos absolutos entre as equações 1 e 2, não são diferentes e ambas podem ser utilizadas na predição do peso da porção comestível do corte traseiro. Nas equações desenvolvidas a partir das medidas na carcaça, os valores médios dos vieses e os valores médios de resíduos absolutos entre as equações 5 e 6, não são diferentes e ambas podem ser utilizadas na predição do peso da porção comestível do corte traseiro. Entretanto, a equação 7, apesar de não significativo, apresentou uma tendência

diferente de sobreestimar o PCTT, com valores médios dos vieses e os valores médios de resíduos absolutos um pouco mais elevados. Os coeficientes de correlação dos valores originais com os valores preditos do PCTT foram de mesmo valor, iguais a $r=0,82$ ($P<0,0001$) para as equações 1 e 2 obtidas no animal vivo e de $0,88$ ($P<0,0001$) para as equações 5 e 6, $0,87$ ($P<0,0001$) na equação 7, todas obtidas a partir de medidas na carcaça. Podemos verificar que estas últimas, no geral, são mais correlacionadas com os valores originais do PCTT e apresentam menores valores médios dos vieses e dos resíduos absolutos do que as obtidas a partir de características no animal vivo, com exceção da equação 7 que apresentou um viés médio de magnitude semelhante ao da equação 1, porém de diferente tendência. Resultados mais elevados nos coeficientes de correlação entre medidas atuais e preditas a partir de características obtidas no animal vivo com o peso da porção comestível da carcaça de $0,92$; e de $0,94$ a partir de medidas na carcaça foram reportados por Greiner et al. (2003b). Diferentemente da tendência do presente estudo, as equações obtidas pelo autor sobreestimaram os valores atuais, tanto a partir de medidas no animal vivo, como nas medidas obtidas na carcaça. A mesma tendência do autor anteriormente referido e do presente estudo foi reportado pelo trabalho de Herring et al. (1994), onde os coeficientes de correlação a partir de medidas obtidas na carcaça ($0,917$ a $0,944$) foram mais elevados do que das equações desenvolvidas a partir de características no animal vivo ($0,867$ a $0,920$). Apesar do peso da porção comestível do corte traseiro da carcaça ser predito com maior acurácia a partir das equações desenvolvidas

com medidas na carcaça, as predições dos modelos no animal vivo são desejáveis porque podemos obter as informações sem a necessidade de abate dos animais, em uma idade jovem, em um maior número de animais de diferentes sexos, com um menor custo, podendo ser utilizadas para o desenvolvimento das DEP's animal vivo e, com isso, diminuir o tempo para provar um animal para o mérito genético para as características de carcaça, aumentando o ganho genético por geração. Outro ponto importante para as equações obtidas no animal vivo diz respeito à comercialização dos animais para o abate. Tendo a estimativa do peso da porção comestível *a priori* podemos partir para a adoção de um modelo de remuneração baseado no mérito individual do animal e não mais na média da população dos animais abatidos, como ocorre atualmente no nosso sistema de produção.

As estatísticas de validação para as equações de predição da percentagem da porção comestível do corte traseiro (RCTT) estão contidas na TABELA 11.

TABELA 11- Estatísticas de validação para as equações de percentagem

Equação ^a	Valores médios Preditos	Valores médios de viés*	Valores médios de resíduos Absolutos	Correlação dos valores originais com os valores preditos
Em vivo				
3	68,91%	0,55%	1,75%	0,27 (p=0,0391)
4	68,88%	0,58%	1,75%	0,25 (P=0,0524)
Na carcaça				
9	69,86%	-0,40%	1,57%	0,24 (P=0,0620)
10	69,89%	-0,43%	1,58%	0,24 (P=0,0689)
11	69,86%	-0,40%	1,57%	0,24 (P=0,0621)

^aVer Tabelas 8 e 9 para a descrição das equações

*Valores dos vieses não diferem de zero (ns)

As equações para a RCTT obtidas a partir de modelos no animal vivo, apesar dos vieses não terem sido significativos, apresentaram a tendência de sobreestimar a RCTT. O valor do viés na equação 3 foi menor do que na equação 4, sendo que os valores médios de resíduos absolutos não diferiram entre as equações. Ao contrário as tendências de todas as equações obtidas a partir de modelos da carcaça subestimaram a RCTT. Os valores médios de viés e de resíduo absoluto das equações 9 e 11 não diferiram entre si. Os valores médios de viés e de resíduo absoluto da equação 10 foram maiores do que das equações 9 e 11. Os coeficientes de correlação entre os valores originais com os valores preditos de todas as equações e nos dois modelos desenvolvidos foram baixos e ao contrário do que ocorreu na predição do PCTT, os coeficientes de correlação do modelo desenvolvido no animal vivo foram ligeiramente superiores do que os modelos da carcaça. Estes resultados discordam em magnitude e tendência dos obtidos por Greiner et al. (2003b) onde reportaram que todas as equações sobreestimaram a percentagem da porção comestível da carcaça e que ambos os modelos são acurados para estimar esta característica. Os coeficientes de correlação entre os valores originais e os preditos da percentagem de porção comestível da carcaça variaram de 0,73 a 0,76 para o modelo vivo e de 0,80 a 0,81 para o modelo carcaça.

Vários autores têm testado a equação USDA de rendimento de carne em independentes populações de carcaças de bovinos e apresentam resultados similares ao dos obtidos por Greiner et al. (2003b), com coeficientes de correlação

entre 0,73 a 0,85 (Blackelsberg & Williams, 1968; Cross et al., 1973; Crouse et al., 1975). Esta discrepância de resultados entre o nosso estudo e os demais pode ser devido ao número de animais utilizados como referido anteriormente, como também a diferença nos procedimentos de fabricação das carcaças entre os trabalhos.

A análise da regressão dos valores originais e preditos para as equações de peso e percentagem da porção comestível do corte traseiro é apresentada na TABELA 12. Um modelo de predição sem viés deveria resultar em um intercepto não diferente de zero e uma declividade (coeficiente de regressão) não diferente de um (MacNeil, 1983).

TABELA 12- Regressão dos valores originais e preditos para as equações de peso e percentagem da porção comestível do corte traseiro da carcaça

Equações ^a	Intercepto(EP)*	Coeficiente de regressão (EP)**	R ²	RMSE
Em vivo				
1	1,31 (2,20) ^{ns}	0,94 (0,09)**	0,68	1,16kg
2	1,53 (2,19) ^{ns}	0,93 (0,08)**	0,68	1,16kg
3	5,10 (30,49) ^{ns}	0,93 (0,44)**	0,07	2,61%
4	13,25 (28,39) ^{ns}	0,82 (0,41) ^{ns}	0,06	2,62%
Na carcaça				
5	1,29 (1,76) ^{ns}	0,95 (0,07)**	0,77	0,98kg
6	1,19 (1,74) ^{ns}	0,95 (0,07)**	0,77	0,97kg
7	1,47 (1,80) ^{ns}	0,95 (0,07)**	0,76	1,01kg
9	29,60 (20,95) ^{ns}	0,57 (0,30) ^{ns}	0,06	2,63%
10	31,09 (20,70) ^{ns}	0,55 (0,30) ^{ns}	0,06	2,63%
11	29,64 (20,93) ^{ns}	0,57 (0,30) ^{ns}	0,06	2,63%

^aVer Tabelas 8 e 9 para a descrição das equações

*Valores dos vieses não diferem de zero (ns)

** Valores dos coeficientes de regressão significativos

No presente estudo, o aumento de variáveis no modelo não elevou o grau de ajuste, nem do intercepto, nem dos valores dos coeficientes de regressão. No modelo em vivo, a equação 1 (PVUS e AOLUS) exibiu um elevado grau de ajuste, explicando 77,24% do peso da porção comestível do corte traseiro da carcaça. Entretanto, a opção de utilizar a equação 2 se deve ao fato de não haver uma diferença marcante no grau de ajuste fino entre as equações, e esta incluir a EGSUS, variável importante no sistema de comercialização, além do que esta característica pode ser obtida a partir da mesma imagem tomada para medir a área de músculo, não aumentando nem o custo, nem o tempo para coleta desta informação. Greiner et al. (2003b) reportaram que as equações a partir de modelos no animal vivo explicaram 84% da variação do peso da porção comestível da carcaça com um alto grau de ajuste fino das equações.

Na estimativa da percentagem da porção comestível do corte traseiro da carcaça, os modelos desenvolvidos no animal vivo não apresentaram uma alta explicação desta característica, equação 3, somente 7% desta foi explicada por medidas ultra-sônicas em conjunto com o peso vivo. Os fatores para esta resposta já foram discutidos anteriormente, entretanto o modelo desenvolvido (equação 3) não se apresenta com um viés alto, nem um alto erro padrão de predição (RMSE).

Estes resultados são de menor magnitude que os obtidos por Faulkner et al. (1990), que desenvolveram várias equações de predição para composição corporal de vacas de corte, utilizando medidas de gordura subcutânea por ultrassom e peso vivo, onde o modelo explicou 19% da variação do peso de carne

magra e demonstrou um elevado grau de ajuste quando os valores observados na carcaça foram regredidos sobre os valores preditos.

Nos modelos desenvolvidos a partir das medidas da carcaça para estimar o peso da porção comestível do corte traseiro, a equação 6 (PCQ, AOLC, EGSC), apresenta o melhor ajuste fino. Os coeficientes de regressão são de igual magnitude e próximos a 1, os R^2 são iguais entre a equação 5 (PCQ, AOLC e ACAB) e equação 6, entretanto, o RMSE é mais baixo em 0,010kg, o valor médio do resíduo absoluto é menor 0,010kg e a EGSC esta presente na equação 6, sendo esta uma característica medida objetivamente na carcaça.

4. IMPLICAÇÕES

Os resultados deste estudo indicaram que as equações de predição obtidas a partir de modelos, tanto do animal vivo, como de carcaça apresentam uma alta força preditiva e são acurados, o suficiente, para serem utilizados na estimativa do peso da porção comestível do corte traseiro da carcaça. Os modelos de predição para a percentagem da porção comestível se mostraram com baixo poder de predição e precisam ser mais estudados para sua aplicação em programas de seleção do mérito genético de carcaças bovinas.

A técnica de ultra-sonografia em tempo real se mostrou uma ferramenta útil para alterar a composição corporal de bovinos “in vivo” numa população de animais de mesmo tipo biológico e em idade jovem na sua vida produtiva e na estimativa da composição corporal em animais de abate. Assim como pode ser utilizada para estimar o mérito individual, em conjunto com outras medidas no animal vivo, de características de carcaças visando à adoção de um sistema de comercialização que remunere pelo rendimento e qualidade do produto comercializado.

Sugerimos a validação de modelos de predição da composição corporal a partir de modelos obtidos no animal vivo e carcaça em categorias pré definidas

de peso e percentagem de porção comestível de carcaças para verificação da estabilidade dos modelos.

CAPITULO IV

1. IMPLICAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

A necessidade de quantificar as relações existentes entre as características obtidas por ultra-som e características de carcaças dos tipos biológicos criados em nosso país é devido às peculiaridades de nutrição, manejo e composição de carcaça que o mercado nacional exige.

É necessário identificar a acurácia e repetibilidade dos técnicos que utilizam a ferramenta ultra-sonografia para desenvolver as estimativas genéticas para o mérito de carcaça.

É necessário gerar padrões de referência, através de uma linha de pesquisa, para identificar um critério ótimo de avaliação para a realidade brasileira.

A magnitude das estatísticas utilizados em outros países, para a certificação de técnicos na tecnologia, parecem não ser adequada para nossa realidade (tipo de animal, grau de acabamento, musculosidade, softwares para coleta e interpretação de imagens).

A pesquisa de sítios anatômicos alternativos de medida ultra-sônica continua sendo um desafio para a pesquisa no país (exemplo; porque não tentar obter maior repetibilidade da medida ultra-sônica entre a 5ª e 6ª costelas, sítio onde as carcaças no nosso sistema de comercialização são divididas)

A profundidade do músculo *Gluteus medius* não se apresentou correlacionado com nenhuma das características analisadas. É necessário repetir

sua medida em animais com maior variação na composição corporal, utilizando um número maior de animais na amostra.

Os modelos de predição para a percentagem da porção comestível se mostraram com baixo poder de predição e precisam ser mais estudados para sua aplicação em programas de seleção do mérito genético de carcaças bovinas. Sugerimos a validação de modelos de predição da composição corporal a partir de modelos obtidos no animal vivo e carcaça em categorias pré-definidas de peso e percentagem de porção comestível de carcaças para verificação da estabilidade dos modelos.

A ultra-sonografia pode ser uma ferramenta importante para que nossa indústria potencialize a produção de carne de qualidade dentro de especificações que determinados nichos de comercialização exigem e com um valor maior agregado.

A técnica de ultra-sonografia em tempo real estima com precisão suficiente para ser utilizada em programas de seleção genética quando o técnico é experiente.

Há a necessidade, urgente, de o nosso Estado estabelecer uma linha de pesquisa em parâmetros quantitativos e qualitativos do mérito da carcaça bovina se almeja ser competitivo nos mercados exigentes em termos de qualidade do produto comercializado, tanto de progenitores, como de carne no varejo.

ANEXO 1

1. Estatísticas descritivas para características do animal em vivo e na carcaça para o conjunto de animais usado no desenvolvimento do modelo(Ano 1999 n=102)

(a) Em vivo

Variable	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
EGSUS	3.94	1.23	1.80	7.80
AOLUS	52.68	5.29	41.29	67.50
PESFAZ	297.77	29.39	245.00	379.00

(b) Na carcaça

Variable	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
EGSC	3.73	1.35	1.50	8.00
AOLC	52.53	5.51	40.63	66.43
PCQ	158.25	16.28	130.20	218.00
ACAB	3.04	0.66	2.00	4.00
CONF	7.43	1.13	4.00	9.00
PD	29.86	3.52	23.80	40.50
PC	9.93	1.47	6.20	14.40
PT	37.74	3.73	31.50	52.00
PCTT	25.87	2.68	20.85	36.45
RCTT	68.53	1.67	65.14	73.45
POSSO	7.82	0.78	6.26	10.80
%OSSO	20.76	1.32	17.98	25.86
REND	53.15	1.68	48.75	57.52
%DIANT	37.71	1.66	33.89	42.25
%COSTI L HAR	12.53	1.18	7.89	15.66
%TRASEIRO	47.72	1.07	44.05	50.07
PATT	4.40	0.81	2.86	6.32
%ATT	10.82	1.58	7.48	14.58

ANEXO 2

2. Estatísticas descritivas para características do animal em vivo e na carcaça para o conjunto de animais usado na validação do modelo(Ano 2002 n=60)

(a) Em vivo

Variable	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
EGSUS	3.58	0.83	1.80	6.00
AOLUS	54.84	5.63	40.86	67.41
PESFAZ	292.72	21.59	253.00	361.00

(b) Na carcaça

Variable	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
EGSC	3.50	1.03	1.50	7.00
AOLC	55.79	6.42	37.41	70.95
PCQ	155.65	11.51	133.00	190.50
ACAB	2.78	0.42	2.00	3.00
CONF	9.22	0.74	8.00	11.00
PD	28.24	2.35	24.20	34.70
PC	10.90	1.24	8.00	14.00
PT	36.83	2.96	31.10	45.60
PCTT	25.56	2.02	20.92	31.43
RCTT	69.46	2.69	64.08	83.41
POSSO	8.02	0.73	6.60	9.76
%OSSO	21.82	1.43	18.97	25.02
REND	53.22	2.36	45.22	57.04
%DIANT	36.29	1.48	32.98	41.37
%COSTI L HAR	13.99	1.03	12.03	16.77
%TRASEIRO	47.33	1.86	40.92	53.07
PATT	3.23	0.39	2.32	4.13
%ATT	8.78	0.82	6.65	10.98

3. Desenvolvimento do Modelo para peso total dos cortes comerciais desossados do traseiro(PCTT)

(a) Em vivo

(i) Modelo completo

Vari able	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	-0.94983	1.53220	-0.62	0.5368
EGSUS	EGSUS	1	0.15015	0.11358	1.32	0.1892
AOLUS	AOLUS	1	0.12447	0.02746	4.53	<.0001
PESFAZ	PESFAZ	1	0.06606	0.00528	12.50	<.0001

ANEXO 4

(ii) Correlações

Pearson Correlation Coefficients, N = 102
Prob > |r| under H0: Rho=0

EGSUS	AOLUS	PESFAZ	PCTT
-------	-------	--------	------

EGSUS	1.00000	-0.02683	0.35575	0.32010
EGSUS		0.7889	0.0002	0.0010
AOLUS	-0.02683	1.00000	0.42959	0.55453
AOLUS	0.7889		<.0001	<.0001
PESFAZ	0.35575	0.42959	1.00000	0.85394
PESFAZ	0.0002	<.0001		<.0001
PCTT	0.32010	0.55453	0.85394	1.00000
PCTT	0.0010	<.0001	<.0001	

ANEXO 5

(iii) Construção do modelo

Utilizando-se um procedimento de seleção de variáveis de todas as regressões possíveis com base no R^2 obtêm-se os seguintes resultados de 1 até 3 variáveis preditoras (independentes)

Number in Model	R-Square	C(p)	MSE	Root MSE	Variables in Model
1	0.7292	20.6802	1.96653	1.40233	PESFAZ
1	0.3075	205.5143	5.02924	2.24260	AOLUS
1	0.1025	295.3806	6.51833	2.55310	EGSUS

2	0.7724	3.7477	1.66952	1.29210	AOLUS PESFAZ
2	0.7295	22.5466	1.98416	1.40860	EGSUS PESFAZ
2	0.4198	158.2978	4.25629	2.06308	EGSUS AOLUS

3	0.7764	4.0000	1.65700	1.28725	EGSUS AOLUS PESFAZ

ANEXO 6

Modelos selecionados_peso_em vivo

Equação 1

Dependent Variable: PCTT
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	560.96520	280.48260	168.00	<.0001
Error	99	165.28228	1.66952		
Corrected Total	101	726.24749			

Root MSE	1.29210	R-Square	0.7724
Dependent Mean	25.86890	Adj R-Sq	0.7678
Coeff Var	4.99479		

Parameter Estimates

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	-0.79752	1.53362	-0.52	0.6042
AOLUS	AOLUS	1	0.11674	0.02693	4.33	<.0001
PESFAZ	PESFAZ	1	0.06890	0.00484	14.22	<.0001

Equação 2

Dependent Variable: PCTT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	563.86114	187.95371	113.43	<.0001
Error	98	162.38635	1.65700		
Corrected Total	101	726.24749			

Root MSE	1.28725	R-Square	0.7764
Dependent Mean	25.86890	Adj R-Sq	0.7696
Coeff Var	4.97604		

Parameter Estimates

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	-0.94983	1.53220	-0.62	0.5368
EGSUS	EGSUS	1	0.15015	0.11358	1.32	0.1892
AOLUS	AOLUS	1	0.12447	0.02746	4.53	<.0001
PESFAZ	PESFAZ	1	0.06606	0.00528	12.50	<.0001

ANEXO 7

(b) Na carcaça**(i) Modelo completo com covariáveis**

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	-0.15395	1.30881	-0.12	0.9066
EGSC	EGSC	1	-0.02217	0.08789	-0.25	0.8014
AOLC	AOLC	1	0.06432	0.01972	3.26	0.0015
PCQ	PCQ	1	0.14087	0.01123	12.54	<.0001
ACAB	ACAB	1	0.40011	0.17858	2.24	0.0274
CONF	CONF	1	-0.13131	0.08167	-1.61	0.1112
POSSO	POSSO	1	0.12552	0.19065	0.66	0.5119
PATT	PATT	1	-0.17888	0.13112	-1.36	0.1757

ANEXO 9

Number in Model	R-Square	C(p)	MSE	Root MSE	Variables in Model
1	0.8754	15.1877	0.90499	0.95131	PCQ
1	0.2522	581.2208	5.43071	2.33039	AOLC
1	0.0967	722.5226	6.56048	2.56134	EGSC
1	0.0838	734.2212	6.65402	2.57954	ACAB
1	0.0046	806.1868	7.22942	2.68876	CONF

2	0.8854	8.0660	0.84046	0.91677	AOLC PCQ
2	0.8808	12.2684	0.87440	0.93510	PCQ CONF
2	0.8768	15.9387	0.90405	0.95081	PCQ ACAB
2	0.8756	17.0340	0.91289	0.95545	EGSC PCQ
2	0.3881	459.7613	4.48847	2.11860	EGSC AOLC
2	0.3866	461.1362	4.49957	2.12122	AOLC ACAB
2	0.2623	574.0733	5.41168	2.32630	AOLC CONF
2	0.1135	709.2627	6.50351	2.55020	EGSC ACAB
2	0.1003	721.1827	6.59978	2.56900	EGSC CONF
2	0.0851	735.0546	6.71181	2.59072	ACAB CONF

3	0.8905	5.4481	0.81136	0.90076	AOLC PCQ ACAB
3	0.8890	6.8566	0.82286	0.90711	AOLC PCQ CONF
3	0.8874	8.2613	0.83432	0.91341	EGSC AOLC PCQ
3	0.8826	12.6232	0.86990	0.93269	PCQ ACAB CONF
3	0.8809	14.1588	0.88243	0.93938	EGSC PCQ CONF
3	0.8768	17.8600	0.91263	0.95532	EGSC PCQ ACAB
3	0.4222	430.7970	4.28164	2.06921	EGSC AOLC ACAB
3	0.3971	453.5882	4.46759	2.11367	EGSC AOLC CONF
3	0.3906	459.4909	4.51575	2.12503	AOLC ACAB CONF
3	0.1155	709.3970	6.55465	2.56020	EGSC ACAB CONF

4	0.8943	4.0066	0.79136	0.88958	AOLC PCQ ACAB CONF
4	0.8906	7.3717	0.81910	0.90504	EGSC AOLC PCQ ACAB
4	0.8906	7.3878	0.81923	0.90511	EGSC AOLC PCQ CONF
4	0.8829	14.3999	0.87703	0.93650	EGSC PCQ ACAB CONF
4	0.4277	427.8128	4.28470	2.06995	EGSC AOLC ACAB CONF

5	0.8943	6.0000	0.79955	0.89418	EGSC AOLC PCQ ACAB CONF

ANEXO 10

Modelos selecionados_peso_carcaça

Equação 3

Dependent Variable: PCTT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	646.73382	215.57794	265.70	<.0001
Error	98	79.51367	0.81136		
Corrected Total	101	726.24749			

Root MSE	0.90076	R-Square	0.8905
Dependent Mean	25.86890	Adj R-Sq	0.8872
Coeff Var	3.48201		

Parameter Estimates

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	-0.86313	1.08358	-0.80	0.4276
AOLC	AOLC	1	0.06685	0.01905	3.51	0.0007
PCQ	PCQ	1	0.14064	0.00662	21.24	<.0001
ACAB	ACAB	1	0.31681	0.14851	2.13	0.0354

Equação 4

Dependent Variable: PCTT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	644.48457	214.82819	257.49	<.0001
Error	98	81.76292	0.83432		
Corrected Total	101	726.24749			

Root MSE	0.91341	R-Square	0.8874
Dependent Mean	25.86890	Adj R-Sq	0.8840
Coeff Var	3.53091		

Parameter Estimates						
Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	-0.26117	1.04359	-0.25	0.8029
EGSC	EGSC	1	0.09780	0.07436	1.32	0.1915
AOLC	AOLC	1	0.06184	0.01925	3.21	0.0018
PCQ	PCQ	1	0.14228	0.00682	20.85	<.0001

Equação 5Dependent Variable: PCTT
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	649.48549	162.37137	205.18	<.0001
Error	97	76.76200	0.79136		
Corrected Total	101	726.24749			

Root MSE	0.88958	R-Square	0.8943
Dependent Mean	25.86890	Adj R-Sq	0.8899
Coeff Var	3.43882		

Parameter Estimates						
Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	0.12614	1.19443	0.11	0.9161
AOLC	AOLC	1	0.06218	0.01898	3.28	0.0015
PCQ	PCQ	1	0.14280	0.00664	21.50	<.0001
ACAB	ACAB	1	0.32481	0.14673	2.21	0.0292
CONF	CONF	1	-0.14941	0.08013	-1.86	0.0652

ANEXO 11

4. Desenvolvimento do Modelo para a percentagem dos pesos totais dos cortes comerciais desossados do traseiro em relação ao peso do traseiro com osso(RCTT)

(a) Em vivo

(i) Modelo completo

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	65.26818	1.83346	35.60	<.0001
EGSUS	EGSUS	1	0.19213	0.13591	1.41	0.1606
AOLUS	AOLUS	1	0.14939	0.03286	4.55	<.0001
PESFAZ	PESFAZ	1	-0.01800	0.00632	-2.85	0.0054

(ii) Correlações

Pearson Correlation Coefficients, N = 102
 Prob > |r| under H0: Rho=0

	RCTT	EGSUS	AOLUS	PESFAZ
RCTT	1.00000	0.01666	0.33212	-0.06291
RCTT		0.8680	0.0006	0.5299
EGSUS	0.01666	1.00000	-0.02683	0.35575
EGSUS	0.8680		0.7889	0.0002
AOLUS	0.33212	-0.02683	1.00000	0.42959
AOLUS	0.0006	0.7889		<.0001
PESFAZ	-0.06291	0.35575	0.42959	1.00000
PESFAZ	0.5299	0.0002	<.0001	

ANEXO 13**(iii) Construção do modelo**

Utilizando-se um procedimento de seleção de variáveis de todas as regressões possíveis com base no R^2 obtém-se os seguintes resultados de 1 até 3 variáveis preditoras(independentes)

Number in Model	R-Square	C(p)	MSE	Root MSE	Variabl es in Model
1	0.1103	8.1844	2.51941	1.58726	AOLUS
1	0.0040	20.8763	2.82055	1.67945	PESFAZ
1	0.0003	21.3155	2.83097	1.68255	EGSUS
2	0.1621	3.9985	2.39660	1.54810	AOLUS PESFAZ
2	0.1110	10.1063	2.54299	1.59467	EGSUS AOLUS
2	0.0057	22.6680	2.84405	1.68643	EGSUS PESFAZ
3	0.1789	4.0000	2.37267	1.54035	EGSUS AOLUS PESFAZ

ANEXO 14

Modelos selecionados_percentagem_em vivo

Equação 6

Dependent Variable: RCTT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	45.91164	22.95582	9.58	0.0002
Error	99	237.26384	2.39660		
Corrected Total	101	283.17548			

Root MSE	1.54810	R-Square	0.1621
Dependent Mean	68.53428	Adj R-Sq	0.1452
Coeff Var	2.25887		

Parameter Estimates

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	65.46308	1.83747	35.63	<.0001
AOLUS	AOLUS	1	0.13950	0.03227	4.32	<.0001
PESFAZ	PESFAZ	1	-0.01436	0.00580	-2.47	0.0150

Equação 7

Dependent Variable: RCTT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	50.65339	16.88446	7.12	0.0002
Error	98	232.52209	2.37267		
Corrected Total	101	283.17548			

Root MSE	1.54035	R-Square	0.1789
Dependent Mean	68.53428	Adj R-Sq	0.1537
Coeff Var	2.24756		

Parameter Estimates

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	65.26818	1.83346	35.60	<.0001
EGSUS	EGSUS	1	0.19213	0.13591	1.41	0.1606
AOLUS	AOLUS	1	0.14939	0.03286	4.55	<.0001
PESFAZ	PESFAZ	1	-0.01800	0.00632	-2.	

ANEXO 15

(b) Na carcaça

(i) Modelo completo com covariáveis

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	84.43917	2.74608	30.75	<.0001
EGSC	EGSC	1	0.05376	0.09525	0.56	0.5739
AOLC	AOLC	1	0.09238	0.02235	4.13	<.0001
PCQ	PCQ	1	-0.01772	0.00783	-2.26	0.0260
ACAB	ACAB	1	-0.19221	0.20130	-0.95	0.3421
CONF	CONF	1	-0.09469	0.09256	-1.02	0.3089
PEROSSO	PEROSSO	1	-0.45159	0.08284	-5.45	<.0001
PERATT	PERATT	1	-0.69234	0.06717	-10.31	<.0001

ANEXO 16

(iii) Correlações

Pearson Correlation Coefficients, N = 102								
Prob > r under H0: Rho=0								
	RCTT	EGSC	AOLC	PCQ	ACAB	CONF	PEROSSO	PERATT
RCTT	1.00000	0.05005	0.35345	0.02858	0.07014	-0.25644	-0.35750	-0.65334
RCTT		0.6174	0.0003	0.7756	0.4836	0.0093	0.0002	<.0001
EGSC	0.05005	1.00000	-0.11054	0.31912	0.59634	0.02200	-0.13511	-0.14329
EGSC	0.6174		0.2687	0.0011	<.0001	0.8263	0.1758	0.1508
AOLC	0.35345	-0.11054	1.00000	0.44063	-0.14585	-0.06506	-0.29967	-0.01320
AOLC	0.0003	0.2687		<.0001	0.1436	0.5159	0.0022	0.8952
PCQ	0.02858	0.31912	0.44063	1.00000	0.27122	0.14987	-0.31171	0.04213
PCQ	0.7756	0.0011	<.0001		0.0058	0.1327	0.0014	0.6742
ACAB	0.07014	0.59634	-0.14585	0.27122	1.00000	0.11002	-0.20278	-0.22300
ACAB	0.4836	<.0001	0.1436	0.0058		0.2710	0.0410	0.0243
CONF	-0.25644	0.02200	-0.06506	0.14987	0.11002	1.00000	0.01231	0.20667
CONF	0.0093	0.8263	0.5159	0.1327	0.2710		0.9023	0.0371

Pearson Correlation Coefficients, N = 102								
Prob > r under H0: Rho=0								
	RCTT	EGSC	AOLC	PCQ	ACAB	CONF	PEROSSO	PERATT
PEROSSO	-0.35750	-0.13511	-0.29967	-0.31171	-0.20278	0.01231	1.00000	-0.04103
PEROSSO	0.0002	0.1758	0.0022	0.0014	0.0410	0.9023		0.6822
PERATT	-0.65334	-0.14329	-0.01320	0.04213	-0.22300	0.20667	-0.04103	1.00000
PERATT	<.0001	0.1508	0.8952	0.6742	0.0243	0.0371	0.6822	

ANEXO 17

(iii) Construção do modelo

Utilizando-se um procedimento de seleção de variáveis de todas as regressões possíveis com base no R^2 , incluindo-se sempre as covariáveis PEROSSO e PERATT, obtem-se os seguintes resultados de 1 até 5 variáveis preditoras(independentes)

Number in Model	R-Square	C(p)	MSE	Root MSE	Variables in Model
2	0.5748	25.2002	1.21624	1.10283	PEROSSO PERATT
3	0.6326	10.7287	1.06167	1.03037	AOLC
3	0.6021	19.4257	1.14984	1.07230	ACAB
3	0.5882	23.3688	1.18981	1.09078	CONF
3	0.5848	24.3564	1.19982	1.09536	EGSC
3	0.5792	25.9369	1.21584	1.10265	PCQ
4	0.6622	4.2829	0.98612	0.99303	AOLC PCQ
4	0.6451	9.1553	1.03602	1.01785	AOLC ACAB
4	0.6429	9.7822	1.04244	1.02100	AOLC CONF
4	0.6363	11.6719	1.06179	1.03043	EGSC AOLC
4	0.6100	19.1788	1.13868	1.06709	ACAB CONF
4	0.6029	21.2003	1.15938	1.07675	PCQ ACAB
4	0.6021	21.4143	1.16157	1.07776	EGSC ACAB
4	0.5970	22.8803	1.17659	1.08471	EGSC CONF
4	0.5906	24.6908	1.19513	1.09322	PCQ CONF
4	0.5862	25.9415	1.20794	1.09906	EGSC PCQ
5	0.6670	4.9243	0.98233	0.99112	AOLC PCQ CONF

5	0.6650	5.4893	0.98817	0.99407	AOLC PCQ ACAB
5	0.6623	6.2593	0.99614	0.99807	EGSC AOLC PCQ
5	0.6523	9.1186	1.02573	1.01278	AOLC ACAB CONF
5	0.6461	10.8851	1.04401	1.02177	EGSC AOLC CONF
5	0.6451	11.1543	1.04680	1.02313	EGSC AOLC ACAB
5	0.6103	21.0933	1.14965	1.07222	PCQ ACAB CONF
5	0.6101	21.1445	1.15018	1.07247	EGSC ACAB CONF
5	0.6029	23.2002	1.17146	1.08234	EGSC PCQ ACAB
5	0.5974	24.7430	1.18742	1.08969	EGSC PCQ CONF

6	0.6691	6.3185	0.98633	0.99314	AOLC PCQ ACAB CONF
6	0.6670	6.9117	0.99254	0.99626	EGSC AOLC PCQ CONF
6	0.6665	7.0466	0.99395	0.99697	EGSC AOLC PCQ ACAB
6	0.6523	11.1167	1.03651	1.01809	EGSC AOLC ACAB CONF
6	0.6103	23.0778	1.16159	1.07777	EGSC PCQ ACAB CONF

7	0.6702	8.0000	0.99346	0.99672	EGSC AOLC PCQ ACAB CONF

ANEXO 18

Modelos selecionados_percentagem_na carcaça

Equação 8

Dependent Variable: RCTT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	187.52230	46.88057	47.54	<.0001
Error	97	95.65318	0.98612		
Corrected Total	101	283.17548			

Root MSE	0.99303	R-Square	0.6622
Dependent Mean	68.53428	Adj R-Sq	0.6483
Coeff Var	1.44896		

Parameter Estimates

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	83.16258	2.49373	33.35	<.0001
AOLC	AOLC	1	0.09950	0.02038	4.88	<.0001
PCQ	PCQ	1	-0.02019	0.00692	-2.92	0.0044
PEROSSO	PEROSSO	1	-0.44118	0.08036	-5.49	<.0001
PERATT	PERATT	1	-0.69329	0.06260	-11.08	<.0001

Equação 9

Dependent Variable: RCTT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	188.31069	37.66214	38.11	<.0001
Error	96	94.86479	0.98817		
Corrected Total	101	283.17548			

Root MSE	0.99407	R-Square	0.6650
Dependent Mean	68.53428	Adj R-Sq	0.6475
Coeff Var	1.45047		

Parameter Estimates

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	84.13685	2.72423	30.88	<.0001
AOLC	AOLC	1	0.09240	0.02190	4.22	<.0001
PCQ	PCQ	1	-0.01776	0.00744	-2.39	0.0190
ACAB	ACAB	1	-0.15572	0.17434	-0.89	0.3740
PEROSSO	PEROSSO	1	-0.45730	0.08245	-5.55	<.0001
PERATT	PERATT	1	-0.70968	0.06530	-10.87	<.0001

Equação 10

Dependent Variable: RCTT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	187.54574	37.50915	37.65	<.0001
Error	96	95.62974	0.99614		
Corrected Total	101	283.17548			

Root MSE	0.99807	R-Square	0.6623
Dependent Mean	68.53428	Adj R-Sq	0.6447
Coeff Var	1.45631		

Parameter Estimates

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	83.08445	2.55760	32.49	<.0001
EGSC	EGSC	1	0.01276	0.08319	0.15	0.8784
AOLC	AOLC	1	0.10056	0.02162	4.65	<.0001
PCQ	PCQ	1	-0.02066	0.00760	-2.72	<.0078
PEROSSO	PEROSSO	1	-0.43980	0.08127	-5.41	<.0001
PERATT	PERATT	1	-0.69143	0.06407	-10.79	<.0001

ANEXO 19

5. Validação do modelo para peso total dos cortes comerciais desossados do traseiro(PCTT)

Estatísticas de Validação para as equações de peso

Equações	Valores médios preditos	Valores médios de viés	Valores médios de resíduos absolutos	Correlação dos valores originais com os valores preditos
Em vivo				
1	25,77	-0,21ns	0,93	0,82(p<0,0001)
2	25,75	-0,19ns	0,92	0,82(p<0,0001)
Na carcaça				
3	25,64	-0,08ns	0,74	0,88(p<0,0001)
4	25,68	-0,12ns	0,73	0,88(p<0,0001)
5	25,35	0,21 ns	0,78	0,87(p<0,0001)

Regressão dos valores preditos e originais para as equações de peso

Equações	Intercepto(erro padrão)	Coefficiente de Regressão(erro padrão)	R ²	RMSE
Em vivo				
1	1,31(2,20)ns	0,94(0,09)*	0,68	1,16
2	1,53(2,19)ns	0,93(0,08)*	0,68	1,16
Na carcaça				
3	1,29(1,76)ns	0,95(0,07)*	0,77	0,98
4	1,19(1,74)ns	0,95(0,07)*	0,77	0,97
5	1,47(1,80)ns	0,95(0,07)*	0,76	1,01

6. Validação do Modelo para a percentagem dos pesos totais dos cortes comerciais desossados do traseiro em relação ao peso do traseiro com osso(RCTT) na carcaça

Estatísticas de Validação para as equações de percentagem

Equações	Valores médios preditos	Valores médios de viés	Valores médios de resíduos absolutos	Correlação dos valores originais com os valores preditos
Em vivo				
6	68,91	0,55ns	1,75	0,27(p=0,0391)
7	68,88	0,58ns	1,75	0,25(p=0,0524)
Na carcaça				
8	69,86	-0,40ns	1,57	0,24(p=0,0620)
9	69,89	-0,43ns	1,58	0,24(p=0,0689)
10	69,86	-0,40ns	1,57	0,24(p=0,0621)

Regressão dos valores preditos e originais para as equações de percentagem

Equações	Intercepto(erro padrão)	Coefficiente de Regressão(erro padrão)	R ²	RMSE
Em vivo				
6	5,10(30,49)ns	0,93(0,44)*	0,07	2,61
7	13,25(28,39)ns	0,82(0,41)ns	0,06	2,62
Na carcaça				
8	29,60(20,95)ns	0,57(0,30)ns	0,06	2,63
9	31,09(20,70)ns	0,55(0,30)ns	0,06	2,63
10	29,64(20,93)ns	0,57(0,30)ns	0,06	2,63

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC. Anuário Estatístico da Produção Animal. [São Paulo]: FNP Consultoria, 1999. 312 p.

ABRAHAM, H. C.; CARPENTER, Z. L.; KING, G. T.; BUTLER, O. D. Relationships of Carcass Weight, Conformation and Carcass Measurements and Their Use In Predicting Beef Carcass Cutability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, p. 604-610, 1968.

ABAID, F. R. C. **Aspectos quantitativos e qualitativos de carcaças de novilhos abatidos em diferentes idades e grupos de pesos**. Santa Maria : UFSM, 1981. 74f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1981.

AHIMA, R. S.; FLIER, J. S. Leptin. [Annual Review of Physiology]. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 62, p.413-437, 2000.

AMIN, V. **An introduction to principles of ultrasound** : Study Guide. [Iowa] : Iowa State University, 1995.

ANDERSEN, B. B. Recent experimental development in ultrasonic measurement of cattle.

Livestock Production Science, Amsterdam, v.2, p. 137-146, 1975..

ANGUS carcass evaluation using ultrasound data. [Iowa] : Iowa State University ; [S.I.] : American Angus Association 1999. (Preliminary Research Report, 17).

ARNOLD, J. W.; BERTRAN, J. K.; BENYSHEK, L. L.; LUDWIG, C. Estimates of genetic parameters for live animal ultrasound, actual carcass data , and growth traits in beef cattle. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 69, p. 985, 1991.

BACCHUS, W. R. Problems in ultrasonic research of large animals. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 16., 1963. **Proceedings...** [S.I.], 1963.

BAILEY, C. M.; JENSEN, J.; ANDERSEN, B. B. Ultrasonic scanning and body measurements for predicting composition and muscle distribution in young Holstein x Friesian bulls. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.63, p. 1337-1346, 1986.

BARTON, R. A. The relations between live animal conformation and the carcass of cattle. **Animal Breeding Abstract**, Wallingford, v.33, n.1, p. 1-22, 1967.

BASS, J. J. Cattle overfatness can be overcome. **New Zealand Journal of Agriculture**, Auckland, NZ, v.142, p.29, 1981.

BASS, J. J.; SHARMA, M.; OLDHAM, J.; KAMBADUR, R. Genetic control of muscle growth. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR RUMINANT PHYSIOLOGY, 2000, Pretoria, AS. **Proceedings...** [Pretoria], [2000?].

BRACKELSBURG, P.O.; WILLHAM, R.L. Relationship among some common live and carcass measurements and beef carcass composition. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, p. 53-57, 1968.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York : John Wiley and Sons, 1979.

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. **Guidelines for Uniform Beef Programs**. 6th Rev. Ed. Stillwater : Oklahoma State University, 1990. p. 15

BERG, R. T.; WALTERS, L. E. The Meat Animal: Changes and Challenges. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 57, n. 2, p.133-146, 1983.

BERGEN, R. D.; MCKINNON, D.A.; CHRISTENSEN et al. Prediction of lean yield in yearling bulls using real-time ultrasound. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 76, n. 3, p. 305-342, 1996.

BERRY, B.W.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L. Beef carcass maturity indicators and palatability attributes. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.38, p. 507-514, 1974a.

BERRY, B.W.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L. Relationship of certain Muscle, cartilage and bone traits to tenderness of beef *longissimus*. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 38, p. 507-514, 1974b.

BOER, H. de; DUMONT, B.L.; POMEROY, R.W. et al. 1974. Manual on E. A. A. P. Reference methods for the assessment of characteristics in cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, n.1, p. 151-164, 1974.

BRETHOUR, J. R. The Repeatability and Accuracy of Ultrasound in Measuring Backfat of Cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, p. 1039-1044, 1992.

BROWN, C.J.; TEMPLE, R. S.; RAMSEY, C. B. et al. Ultrasonic and carcass measurements of young bulls. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 23, p. 847, 1964.

BULLOCK, K.D.; BERTRAND, L. L.; BENYSHEK, S. E. et al. Comparison of real-time ultrasound and other live measures to carcass measures as predictors of beef cow energy stores. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.69, p.3908, 1991.

BUSCH, D. A.; DINKEL, C. A.; SCHAFFER, D. E. et al. Predicting Edible Portion Of Beef Carcasses From Rib Separation Data. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.27, n.2, p. 351-354, 1968.

BUSCH, D.A.; DINKEL, C.A.; MINYARD, J.A. Body measurements, scores and estimates of certain carcass traits as predictors of edible portion in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v 29, p.557, 1969.

CAMPBELL, D.; STONAKER, H. H.; ESPELIN, A. L. The use of ultrasonics to estimate the size of *longissimus dorsi* muscle in sheep. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.18, p.1483, 1959.

CHARAGU, P. K.; CREWS, D. H. Jr.; KEMP, R. A. et al. 2000. Machine effects on accuracy of ultrasonic prediction of backfat and longissimus muscle area in beef bulls, steers and heifers. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.80, p.19-24, 2000.

CHARTERIS , P. L. ; GARRICK, D. J. **Using breed resources to improve carcass and meat quality**. [S.I.] : New Zealand Simmental Fielday, 1997.

CHISTENSEN, D.A. **Ultrasonic Bioinstrumentation**. New York : John Wiley and Sons, 1988.

CIRIA, J.; ANSEJO, B. Factores a considerar en el presacrificio y postsacrificio. In: METODOLOGIA para el estudio de la calidad de la canal y de la carne em rumiantes. Madrid : Instituto Nacional de Investigación y tecnología Agraria y Alimentaria : Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2000.

COLOMER-ROCHER, F.; BASS, J. J.; JOHNSON, D. L. Beef carcass conformation and some relationships with carcass composition and muscle dimensions. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v.107, p.393, 1980.

COLE, J. W.; ORME, L. E.; KINCAID, C. M. Relationship of loin eye area, separable lean of various beef cuts and carcass measurements to total carcass lean in beef. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.21, p.355, 1960.

CREWS., D. H. Jr.; KEMP, R. A. Genetic parameters for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and slaughter beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 79, p.3008-3020, 2001.

CREWS, D. H. Jr.; SHANNON, N. H.; CREWS, R. E. et al. Weaning, yearling, and preharvestt ultrasound measures of fat and muscle area in steers, bulls, and heifers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, p.2817-2824, 2002.

CROSS, H. R.; CARPENTER, Z. L.; SMITH, G. C. 1973. Equations For Estimating Boneless Retail Cut Yields From Beef Carcasses. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 37, n.6, p. 1267-1272, 1973.

CROSS, H.R.; GILLILAND, D.A.; DURLAND, P.R.; SEIDEMANN, S. Beef carcass evaluation by use of a video image analysis system. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.57, p.908, 1983.

CROSS, H. R. Advances in ultrasound procedures for determining carcass merit in cattle. In: BEEF IMPROVEMENT FEDERATION, 1989. **Proceedings...** [S.I.], 1989. p. 1-6.

CROSS, H. R.; WITTHAKER, A. D. The role of Instrument Grading in a Beef Value-Based Marketing System. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p.984-989, 1992.

CROSS, H.R.; BELK, K.E. Objective measurement of carcass and meat quality. **Meat Science**, Amsterdam, v.36, p.191-202, 1994.

CROUSE, J. D.; DIKEMAN, M. E.; KOCH, R. M. et al. Evaluation of traits in the USDA yield grade equation for predicting beef carcass cutability in breed groups differing in growth and fattening characteristics. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.41, p.548-553, 1975.

CUTHBERTSON, A. 1978. Carcass evaluation of cattle, sheep and pigs. **World Review of Nutrition and Dietetics**, Basel, v..28, p.210-235, 1978

DAVIS, J.K. Ultrasonic instruments for live animal evaluation. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 16., 1963. **Proceedings...** [S.I.], [1963?]. p.230.

De CAMPENEERE, S.; FIEMS, L.O.; VANACKER, J.M.; BOUCQUÉ, Ch.V. *In vivo* estimation of carcass and empty body composition in Belgian Blue double-muscling bulls urinary creatinine excretion and fasted live weight. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION, 8., Aberdeen, 1999. [**Proceedings...**]. [Aberdeen], 1999c.

De CAMPENEERE, S.; FIEMS, L.O.; BOUCQUÉ, Ch. V.. *In vivo* estimation of body composition in cattle. **Nutrition Abstract and Reviews. Series B: Livestock Feeds and Feeding**, Wallingford, v.70, n.7, p.495-508, 2000.

DUELLO, D. A. **The use of real-time ultrasound measurements to predict composition and estimates of genetic parameters of carcass traits in live beef cattle**. Ames : Iowa State University, 1993. Dissertation (Ph. D.). Ames : Iowa State University, 1993.

DUMONT, B. L.; HERLINCOURT, A. D'. Variabilité de la forme du membre postérieur de carcasses de bovins de différente conformation- Application à la

classification des carcasses bovines. **Proceedings European Meeting of Meat Research Workers**, [s.l.], v.30, n.1-17, p. 33-4, 1984.

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

ESPEJO, M.; GARCIA, S.; LÓPEZ, M.M. et al. Morfología de la Canal Bovina. In: **METODOLOGIA para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes**. Madrid : Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria : Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2000.

FAULKNER, D. B.; PARRET, D. F.; McKEITH, F. K.; BERGER, L. L. Prediction Of Fat Cover And Carcass Composition From Live And Carcass Measurements. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, p.604-610, 1990.

FILHO, P. F.; PAULA, S.R.L. Cadeia da carne bovina: O novo ambiente competitivo. . **BNDS Setorial**, Rio de Janeiro, n. 6, p. 97-116, 1997 .

FISHER, A. V. The accuracy of some body measurements on live beef cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.2, p.357, 1975.

FURSEY, G.A.J.; MILES, C.A.; PAGE, S.J.; FISHER, A.V. Speed of ultrasound in Hereford bulls and its correlation with carcass composition. **Animal Production**, Wageningen, NE, v.52, p.263-269, 1991.

GEARY, T. W.; McFADIN, E. L.; MacNEIL, E. E. et al. Leptin as a predictor of carcass composition in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, p.1-8, 2003.

GILLIS, W. A. ; BURGESS, T.D.; USBORNE, W.R.; GREIGOR, H.; TALBOT, S. 1973. A comparison of two ultrasonic techniques for the measurement of fat thickness and ribeye area in cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.53, p.19, 1973.

GINTHER, O. J. **Ultrasonic Imaging and Reproductive Events in the Mare**. Cross Plains, WI : Equiservices, 1986.

GREGORY, N.G.; TURSCOTT, T.G.; WOOD, J.D. Insulin secreting ability in relation to fatness in cattle. **Proceedings of the Nutrition Society** , Wallingford, UK, v. 39, p.7 A, 1980.

GREINER, S.P.; ROUSE, G.H. ; WILSON, D.E. ; CUNDIFF, L.. Predicting beef carcass retail product using real- time ultrasound and live animal measures: Progress Report. In: **GENETIC PREDICTION WORKSHOP**, 5., 1995, Kansas City. **Proceedings** ... Kansas City : Beef Improvements Federation, 1995 . p. 63-68.

GREINER, S. P.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. et al. **Predicting Beef Carcass Retail Product Using Real-time Ultrasound and Live Animal Measures:** Progress Report. Ames: Iowa State University, 1996. 4p. (Beef Research Report).

GREINER, S. P.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. et al. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, p.6776-682, 2003a.

GREINER, S. P.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. et al. Accuracy of predicting weight and percentage of beef carcass retail product using ultrasound and live animal measures. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, p.466-473, 2003b..

GREINER, S. P.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. et al. Prediction of retail product weight and percentage using ultrasound and carcass measurements in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, p.1736-1742, 2003c.

GRESHAN, D.J.; HOLLOWAY, J.W.; BUTTS, W. T. et al. Prediction of mature cow carcass composition from live animal measurements. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 63, p. 1041-1048, 1986.

HAMLIN, K. E.; GREEN, R. D.; CUNDIFF, L. V.; WHEELER, T. L., DIKEMAN, M. E. Real-Time Ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle area: II. Relationship between Real-Time Ultrasound Measures and Carcass Retail Yield. **Journal Animal Science**, Savoy, v.73, p. 1725-1734, 1995.

HAMMOND, A. C.; WALDO, D.R. Prediction of body composition in growing Holstein steers using urea space. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.73, p.3141-3145, 1985.

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:** Progress Report. Ames: Iowa State University, 1997. 4p. (Beef Research Report).

HASSEN, A.; WILSON, D. E.; WILLHAM, R. L. et al. Evaluation of ultrasound measurements of fat thickness and longissimus muscle area in feedlot cattle: Assessment of accuracy and repeatability. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.78, p. 277-285, 1998.

HASSEN, A.; WILSON, D. E.; ROUSE, G. H. **Effects of different age points on the accuracy of predicting percentage retail product, retail product weight, and hot carcass weight.** Ames: Iowa State University, 1998. p.15-22. (Beef Research Report).

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

HASSEN, A.; WILSON, D. E.; ROUSE, G. H. **Estimating Heretability of percentage of Intramuscular Fat and Ribeye area Measures By Scan Session in Angus Bulls and Heifers.** Ames: Iowa State University, 2003. 3p. (Beef Research Report)

HECKMATT, J. Z.; PIER, N.; DUBOWITZ, V. Measurement of quadriceps muscle thickness and subcutaneous tissue in normal children by real-time ultrasound imagining. **Journal of Clinic Ultrasound**, [New York, v.16, p.171, 1988.

HEDRICK, H. B.; STRINGER, W.C.; KRAUSE, G. C. Retail yield comparison of average good and average choice conformation beef carcass. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.28, p.187-91, 1976.

HEDRICK, H.B. Methods of estimating live animal and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.57, p.136, 1983.

HENDERSON-PERRY, S.C.; CORAH, L. R.; PERRY, R. C. 1989. The use of ultrasound in cattle to estimate subcutaneous fat thickness and ribeye area. . **Journal of Animal Science**, Savoy, v.67(Suppl.1), p. 433, 1989. (Abstr.).

HERRING, W.; MILLER, D. C.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonics measures of bacfat and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal Animal Science**, Savoy, v.72, p.2216-2226, 1994.

HERRING, W.; WILLIAMS, S.E. ; BERTRAND, J.K. ; BENYSHEK, L.L. ; MILLER, D.C. Comparison of live and carcass equations predicting percentage of cutability, retail product weighth and trimmable fat in beef cattle. **Journal Animal Science**, v.72, p.1107, 1994.

HOUGHTON, P. L.; TURLINGTON, L. M. Aplication of ultrasound for feeding and finishing animals: A review. **Journal Animal Science**. Savoy, v. 70, p.930-941, 1992.

HILTON,G.G.; TATUM,J.D.; WILLIAMS,S.E. An evaluation of current and alternative systems for quality grading carcasses of mature slaughter cows. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.76, p.2094-2103, 1998.

JOHNS, J. V.; BRACKELSBERG, P. O. The use of ultrasound to predict total carcass lean and fat from live and carcass measurements of market lambs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 69 (Suppl.1), p.96, 1991. (Abstr.)

JOHNS, J. V.; BRACKELSBERG, P. O.; MARCHELLO, M. J. **Use of Real-Time Ultrasound to Determine Carcass Lean and Fat in Beef Steers from Various Live and Carcass Measurements.** Ames: Iowa State University, 1993. p. 39-42. (Beef & Sheep Research Report)

JOHNSON, E. R.; YIDYADARAM. An evaluation of different sites for measuring fat thickness in the beef carcass to determine carcass fatness. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, AUS, v.32, p.999, 1981.

JOHNSON, E. R. Comparison of twelfth rib and rump fat thickness measurements for predicting commercial beef yield in local market carcasses. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Basingstoke, UK, v.27, p.6131, 1987.

JOHNSON, M.Z.; SCHALLES, R. R.; DIKEMAN, M. E, et al. Genetic estimates of ultrasound-measured *longissimus* muscle area and 12th rib fat thickness in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.71, p.2623-2630, 1993.

JOHNSTON, D..J.; REVERTER, A.; BURROW, H.M. et al. Genetic and phenotypic characterisation of animal, carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. 1. Animal measures. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, AUS, v. 54, p.107-118, p. 2003.

KARNUAH, A. B.; MORIYAA, K.; NAKANISHI, N. ET AL. Computer image analysis for prediction of carcass composition from cross-sections of Japanese Black steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.79, p.2851-2856, 2001.

KEMP, D. J.; HERRING, W. O.; KAISER, C. J. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, p.1489-1496, 2002.

KEMPSTER, A. J.; CUTHBERTSON, A.; OWEN, M.G.; ALLISTON, J.C.. A comparison of four ultrasonic machines (Sonatest, Scanogram, Iliis Observer and Danscanner) for predicting the body composition of live pigs. **Animal Production**, Wagenigen, v.29, p.175, 1979

KEMPSTER, A. J.; CUTHBERTSON, A; HARRINGTON, G. 1982. **Carcass evaluation in livestock breeding, production, and marketing**. [S.I.]: Granada Press, 1982. 300 p.

KEMPSTER, A. J.; ARNALL, D. ALLISTON, J. C. et al. An evaluation of two ultrasound machines (Scanogram and Danscanner) for predicting the body composition of live sheep. **Animal Production**, Wagenigen, v.34, p.249, 1982a.

KEMPSTER, A. J. Estimation of the carcass composition of different cattle breeds and crosses from conformation assessments adjusted for fatness. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v.106, p.239, 1986.

KIRTON, A. H. Current methods of on-line carcass evaluation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.67, p.2155-2163, 1989.

KOCH, R. M.; GREGORY, K.E. ; CUNDIFF, L. Heritabilities and genetic environmental and phenotypic correlations of carcass traits in a population of

diverse biological types and their implications in selection programs. **Journal Animal Science**, Savoy, v.55, p. 1319, 1982.

KOOTS, K. R.; GIBSON, J. P.; SMITH, C.; WILTON, J. W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. **Animal Breeding Abstract**, Wallingford, UK, v.62, 1994.

KRIESE, L.A ; McELHENNEY, W. H. Carcass and live animal evaluation: Live animal measures. In: GENETICS PREDICTION WORKSHOP, 5., 1995, Kansas City. **Proceedings...** Kansas City : Beef Improvement Federation, 1995. p 35-43.

LAMB, M. A ;ROBINSON , O W. ; TESS, M. W. Genetics parameters for carcass traits in Hereford bulls. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 68, p. 64 –69, 1990.

LAUZER, J. J.; MULLER, L. Efeito da idade em alguns cortes da carcaça bovina. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.8, n.2, p.117-22, 1978.

LAWRENCE, T. E.; WHATLEY, J.D.; MONTGOMERY, T.H. et al. A comparison of the USDA ossification-based maturity system to a system based on dentition. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1683-1690, 2001.

LOFGREEN, G.P.; GARRET, W.N. Creatinine excretion and specific gravity as related to the composition of the 9-10-11th rib cut of hereford steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.13, p.496, 1954.

LUITINGH, H. C. Developmental changes in beef steers as influenced by fattening, age and type of ration. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v.58, p.1-46, 1962

MAY, S.G.; MIES, W. L.; EDWARDS, J.W. et al. Using live estimates and ultrasound measurements to predict beef carcass cutability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.78, p.1255-1261, 2000.

MacNEIL, M. D. Choice of a predicting equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.57, p.1328-1336, 1983.

MALLOWS, C. L.. Some comments on Cp. **Technometrics**, Alexandria, VA, v. 15, p.661, 1973.

McLAREN, D. G.; NOVAKOFSKI, J.; PARRET, D. F.; LO, L. L.; SINGH, S. D.; NEUMANN, K. R; McKEITH, F. K. A study of operator effects on ultrasonic measures of fat depth and longissimus muscle area in cattle, sheep and pigs. **Journal Animal Science**, Savoy, v.69, p.54-66, 1991.

McREYNOLDS, W. E.; ARTHAUD, V. H. Ultrasonic application for estimating fat thickness of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.30, p.186, 1970.

MEYER, W. E.; MOODY, W. G.; HUNNZIGER, G. D.; RINGGKOB, T. P.; ALEXANDER, M. A.; ZOBRISKY, S. E.; HEDRICK, H. B. **Application of ultrasonic techniques in live animal carcass evaluation**. [S.l.] : Missouri Agriculture Experimental Station of Research, 1966. (Bulletin, 905).

MERSMAN, H.J. Ultrasonic determination of backfat depth and loin area in swine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.54, p.268, 1982.

MILES, C. A.; POMERY, R. W.; HARRIES, J. M. Some factors affecting reproducibilities in ultrasonic scanning of Animals. **Animal Production**, Wageningen, v.15, p.239, 1972.

MILLER, M. F.; CROSS, J. F. ; BAKER, J. F. et al. Evaluation of Live and Carcass Techniques for Predicting Beef Carcass Composition. **Meat Science**, Amsterdam, v. 23, p.11-129, 1988.

MOORE, K. A.; LIPSEY, R. J.; ALEXANDER, M. A. et al. Comparison of ultrasonic techniques for measuring swine loin eye area. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 61 (Suppl.1), p.268, 1985.

MOSER, D. W.; BERTRAND, I.; MISZTAL, L. A. et al. Genetic parameter estimate for carcass and yearling ultrasound measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.76, p.2542-2548, 1998.

MOYLAN, J. C. **Ultrasound, linear measurements and visual evaluation of cattle**. Lubbock, TX : Texas Tech University, 1990. Thesis (MS) – Texas Tech. University, Lubbock, TX, 1990.

NETER, J.; WASSERMAN, W.; KUTNER, M. H. **Applied Linear Statistical Models: Regression, Analysis of Variance, and Experimental Designs**. 3ed. Boston, MA : Irwin, 1990. 1181p.

NYBORG, W.L.; ZISKIN, M.C. **Biological Effects of Ultrasound**. New York : Churchill Livingstone, 1985.

OSÓRIO, J.C.S.; GUERREIRO, J.L.V.; FARIAS, J.V.S. et al. **Produção de carne de bovinos abatidos em Frigorífico**: 1- Estimativas em novilhos e vacas. Pelotas : Embrapa, 1983. (Comunicado Técnico, 13).

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. Dissertation (Ph. D.) - Texas Tech University, Ames, 1992.

PERKINS, T. L.; GREEN, R. D.; HAMLIN, K. E et al. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: Evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of

carcass fat thickness and longissimus muscle area. **Journal Animal Science**, Savoy, v.70, p. 2758, 1992a.

PERKINS, T. L.; GREEN, R. D.; HAMLIN, K.E. Evaluation of Ultrasonic Estimates of Carcass Fat Thickness and Longissimus Muscle Area in Beef Cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p.1002-1010, 1992b.

PERRY, T.C.; AINSLIE, S. J.; TRAXLER, M. J.; FOX, D.G.; STOUFFER, J. R..Use of real-time and attenuation ultrasonic measurements to determine backfat thickness, rib eye area, carcass marbling and yield grade in live cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68 (suppl. 1), p.337, 1990.

PERRY, D.; YEATES, A P.; McKIERMAN, W. A. Meat yield and subjective muscle scores in medium weight steers. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Basingstoke, UK, v.33, p. 825, 1993.

PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. **Production intensiva de carne**. México : Diana, 1974. 736 p.

PURCHAS, R. W. **Principles of body growth**. In: SHEEP Production. [S.I.] : Ray Richards Publisher : Massey University, 1986. v.2.

PURCHAS, R. W.; FISHER, A. V.; PRICE, M. A.; BERG, R. T. Relationship between beef carcass shape and muscle to bone ratio. **Meat Science**, Amsterdam, v. 61, p. 329-337, 2002.

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**, Savoy, v.79, p.1378-1385, 2001.

RECIO, H.A. ; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R. ; HARRIS, J.M. Use of real-time ultrasound for predicting beef cutability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 63(suppl. 1), p. 234, 1986. (Abstr.).

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**, Savoy, v.78, p.1786-1795, 2000.

ROBINSON, D. L.; McDONALD, C.A.; HAMMOND, K. et al. Live animal measures of carcass traits by ultrasound: assessment and accuracy of sonographers. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1667-1676, 1992.

ROBINSON, D. L.; HAMMOND, H. McDONALD, C. A. Live animal measurement of carcass traits: estimation of genetic parameters for beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.71, p.1128-1135, 1993.

ROUSE, G. H.; DUELLO, D.; WILSON, D. et al. **The Accuracy of Real-Time Ultrasound Scans to Measure Ribeye Area and Fat Cover on Bulls and Steers**. Ames: Iowa State University, 1993. p. 15-28. (Beef & Sheep Research Report).

SAMPLE, W. F.; ERICKSON, K. Basic principles of diagnostic ultrasound. In: SARTI, D. A.; SAMPLE, W. F.(Ed.). **Diagnostic Ultrasound Test and Cases**. Boston : G. K. Hall., 1980. p.3-21.

SANTOLARIA, P. 1993. **Influencia de factores genéticos y ambientales sobre los parámetros sensoriales que definen la calidad de la carne de añejo**. Zaragoza : Universidad de Zaragoza, 1993. Tesis (Doctoral) - Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 1993.

SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE. On-line prediction of yield grade, longissimus muscle area, preliminary yield grade, adjusted preliminary yield grade, and marbling score using the MARC beef carcass image analysis system. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, p.150-155, 2003.

SHEPARD, H. H.; GREEN, R. D. ; GOLDEN, B. L. ; HAMLIN, K. E.; PERKINS, T. L. ; DILES, J. B. Genetic parameter estimates of live animal ultrasonic measures of retail product indicators in yearling breeding cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 74, p. 761, 1996.

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 DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: SBZ, 2001.p.1206-1208.

SIMM, G. The use of ultrasound to predict the carcass composition of live cattle- a review. **Animal Breeding Abstract**, Wallingford, v..51,p 853-869, 1983.

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**, Savoy, v.70, p.29-37, 1992.

STELZLENI, A. M.; PERKINS, T. L.; BROWN, A. H. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, p.3150-3153, 2002.

STEINER, R.; VOTE, D. J.; BELK, K. E. et al. Accuracy and Repeatability of beef carcass longissimus muscle area measurements. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, p.1980-1988, 2003.

STOUFFER, J. R. Ultrasonic measurement of fat thickness and loin eye area in live cattle and hogs. **Journal Animal Science** , v.18, p.1483, 1959.

STOUFFER, J.R.; WALLENTINE, M.V.; WELLINGTON, G.H.; DIKEMAN, A. Development and application of ultrasonic methods for measuring fat thickness and rib-eye in cattle and hogs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.20, p.759, 1961.

STOUFFER, J. R. Objective technical methods for determining carcass value in live animals with special emphasis on ultrasonics. In: SYMPOSIUM ON CARCASS VALUE AT NOORDWIJK, 1965, Netherlands. [**Proceedings...**] [S.I.], 1965.

STOUFFER, J. R. **Ultrasonic Evaluation of Beef cattle: Study Guide**. [S.I.] : BIF Ad Hoc Ultrasound Guidelines Committee, 1988.

SWATLAND, H. J.; ANANTHANARAYANAN, S. P.; GOLDENBERG, A. A. A Review of Probes and Robots: Implementing New Technologies in Meat Evaluation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.72, p. 1475-1486, 1994.

TAIT, J. R.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. **Comparison of Ultrasound and Carcass Measures to Predict Percentage of Beef Retail Product from Four Primal Cuts: Final Report**.. Ames: Iowa State University, 2003. 3p. (Beef Research Report)

TAROUCO, J.U. **Determinação dos cortes da carcaça e do corte serrote em novilhos Hereford**. Pelotas : UFPel, 1991. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, RS, Pelotas, 1991. 132p.

TAROUCO, J.U. Avaliação e seleção de carcaças pela técnica de ultra-sonografia "real -time" . In : SYMPOSIUM: O NELORE DO SÉCULO XXI, 1995, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto, SP . 1995. p. 79-88.

TATUM, J. D. Is tenderness nutritionally controlled? In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 34., 1981. **Proceedings...** [S.I.], [1981]. p.65

TEMPLE, R.S.; STONAKER, H.H.; HOWRY, D.; POSANKONY, G.; HAZELEUS, M.H. Ultrasonic and conductivity methods for estimating fat thickness in live cattle. **Proceedings of Western American Society of Animal Production**, [s.l.], v.7, p.477, 1956..

TEMPLE, R. S.; RAMSEY, C. B.; PATTERSON, T. B. Errors in ultrasonic evaluation of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.24, p.282, 1965.

THRALL, D. E. **Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology**. [S.I.] : W. B. Saunders, 1986.

THWAITES, C. J. Ultrasonic Estimation of Carcase Composition. **Australian Meat Research Committee**, Sidney, v. 47, p. 1-31, 1984.

TIMON, V. M.; BICHARD, M. Quantitative Estimates of Lamb Carcass Composition. 3. Carcass Measures And A Comparison Of The Predictive Efficiency Of Sample Joint Composition, Carcass Specific Gravity Determinations And Carcass Measurements. **Animal Production**, Wageningen, vl. 7, part 2, 1965.

TOPEL, D. G.; KAUFFMAN. Live animal and carcass composition measurements. In: **DESIGNING foods: animal product options in the marketplace**. Washington, DC : National Academy Press, 1988. p 258

TURLINGTON, L. M. **Live animal evaluation of swine and sheep using ultrasonics**. Kansas City : Kansas State University, 1990. Thesis (MS) – Kansas State University, Kansas City, 1990.

WALDNER, D. N. **Validation of real-time ultrasound rechnology for predicting fat thickness, longissimus muscle areas and composition of Brangus bulls, from four onths to two years of age**. Kansas City : Kansas State University, 1991. Thesis (M.S.) – Kansas State University, [Manhattan], 1991.

WALLACE, M. A.; STOUFFER, J. R. Predicting beef carcass cut out with ultrasound. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.39, p.176, 1974. (Abstr.).

WALLACE, M. A ; STOUFFER, J.R. ; WESTERVELT, R.G. Relationships beef yield from ultrasonic and carcass measumerents with retail yield in beef cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 4, p. 153:164, 1977.

WASSENBERG, R.L.; ALLEN, D.M.; KEMPP, K.E. Video image analysis prediction of total kilograms and percent primal lean and fat yield in beef cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 12 , p.153, 1986.

WATKINS, J. L.; SHERRIT, G. W.; ZIEGLER, J. H. Predicting body tissue characteristics using ultrasonic techniques. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.26, p.470, 1967.

WHEELER, T. L.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R.M.; DIKEMAN, M. E.; CROUSE, J. D. Characterization of diffent biological types of steers (cycle IV) : wholesale, subprimal and retail product yields. **Journal Animal Science**, Savoy, v.75, p.2389, 1997.

WILD, J. J. The use of ultrasonic pulses for measurements of biological tissues and the detection of tissue density changes. **Surgery**, [London], v.27, p.183, 1950.

WILLIAMS, D. B.; BAILEY, C.M. Frame score and fat probe for predicting compositional characteristics of young beef Bulls. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.58, p.787, 1984.

WILLIAMS, R. E. ; BERTRAND, J. K. ; WILLIAMS, S. E.; BENYSHEK, L. L. Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predictings

retail product and trimmable fat in beef carcasses. **Journal Animal Science**, Savoy, v.75, p.7-13, 1997.

WILSON, D. E. Application of ultrasound for genetic improvement . **Journal Animal Science**, Savoy, v.70, p.973-983, 1992.

WILSON, D. E.; DUELLO, D. A.; ROUSE, G. H. The use of EPD in carcass merit evaluation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE CARCAÇAS”; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro, Brasil. [S.I.], 1993.

WILSON, D. E. 1995. Carcass and live animal evaluation live animal measures : Progress Report. In: GENETIC PREDICTION WORKSHOP, 5., Kansas City, 1995. **Proceedings...** Kansas City : Beef Improvement Federation, 1995. p. 25 .

WILSON, D.E. **Centralized Ultrasound Processing: Study Guides** . Atlantic : Iowa State University, 1999.

WILSON, D. E.; ROUSE, G. H ; HAYS, C. **Adjustment factors for ultrasound measures in yearling Angus bulls and developing heifers**. Ames : Iowa State University, 2000. p 6-8. (Beef Research Report).

WOLCOTT, M.L.; THOMPSON, J.M.; FERGUSON, D. M.; SKERRIT, J. W.; ROBINSON, D. L. Prediction of retail beef yield from real time ultrasound scans recorded at weaning, the commencement of finishing and pre-slaughter. **Proceedings of Australian Association Animal Breeding Genetics**, [Sidney], v. 12, 1997.

YEATES, N.T.M. The quantitative definition of cattle carcasses. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 3, p.68, 1952 .

YOUNG, M. J.; NSOSO, S. J.; LOGAN, C. M. ; BEATSON, P.R. Prediction of carcass tissue weight *in vivo* using live weight, ultrasound or X-ray CT measurements. **Proceedings of New Zealand Society of Animal Production**, Hamilton, v.56, p. 205-211, 1996.