

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE ULTRA-SOM EM TEMPO REAL
NA AVALIAÇÃO *IN VIVO* DE CORDEIROS**

REGINA CELIA MARGARIDO VALLE

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós Graduação em
Zootecnia, como parte das
exigências para obtenção do título
de Mestre.

BOTUCATU - SP
Julho – 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE ULTRA-SOM EM TEMPO REAL
NA AVALIAÇÃO *IN VIVO* DE CORDEIROS**

REGINA CELIA MARGARIDO VALLE
Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. MÁRIO DE BENI ARRIGONI

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós Graduação em
Zootecnia, como parte das
exigências para obtenção do título
de Mestre.

BOTUCATU – SP
Julho 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E
DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Valle, Regina Célia Margarido, 1974-
V181u Utilização da técnica de ultra-som em tempo real na
avaliação in vivo de cordeiros / Regina Célia Margarido
Valle. - Botucatu : [s.n.], 2008.
iii, 35 f.: il. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual
Paulista,
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,
Botucatu,
2008
Orientador: Mário de Beni Arrigoni
Inclui bibliografia.

1. Ultra-som . 2. Cordeiro. 3. Raças. I. Arrigoni,
Mário de Beni. II.Universidade Estadual Paulista "Júlio
de Mes- quita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

Dedicatória

Ao meu marido JOCA, meus pais, VANTUIR e MARIA INÊS, e minha tia MARIA LÚCIA, que com suas orações me ajudaram a percorrer este árduo caminho, e ao meu estimado Professor MÁRIO, pela confiança em mim depositada.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni pela confiança e entusiasmo na realização do meu projeto. Meus sinceros agradecimentos pela amizade e companheirismo.

Ao pesquisador Mauro Sartori Bueno pela inestimável participação na coleta dos dados e orientações dadas, bem como pela amizade desenvolvida ao longo do projeto.

Ao Prof. Dr. Ricardo da Fonseca que orientou e realizou as análises estatísticas dos dados, também pela dedicação e paciência na discussão dos resultados.

A acadêmica Tatiana Dias que participou intensamente de todas as etapas do projeto, como se fosse seu. Obrigado querida pela amizade.

A Associação Paulista de Criadores de Ovinos – ASPACO, representada pelo Sr. Arnaldo dos Santos Vieira Filho, que permitiu que realizássemos a coleta dos dados durante o Campeonato Cordeiro Paulista.

A Central de Ovinos da UNESP de Araçatuba, representada pelo Prof. Dr. Luiz Cláudio Nogueira Mendes, que nos deu todo apoio de infra-estrutura para a realização da coleta de dados.

Aos acadêmicos José Antônio Morceli, Rodrigo Marques e Rodrigo Vaz que auxiliaram na coleta dos dados.

Aos funcionários da secretaria do curso de Pós Graduação, Seila Cristina Cassinelli Vieira e Danilo José Teodoro Dias, pela paciência e auxílio com os documentos do curso.

À todos que de uma forma ou outra auxiliaram na conclusão do meu trabalho.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.....	1
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	2
Referências Bibliográficas.....	10
CAPÍTULO 2.....	14
UTILIZAÇÃO DO ULTRA-SOM NA AVALIAÇÃO <i>IN VIVO</i> DE	
CORDEIROS.....	14
Resumo.....	15
Abstract.....	16
Introdução.....	17
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão.....	27
Conclusões.....	35
Referências Bibliográficas.....	36
CAPÍTULO 3.....	38
IMPLICAÇÕES.....	39
CAPÍTULO 4.....	40
APÊNDICE.....	41

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O consumidor moderno está cada vez mais preocupado com o teor de gordura nos alimentos, devido à relação da gordura excessiva com problemas de saúde. O tipo de terminação usado pode afetar a composição da carcaça. As técnicas tradicionais de produção de cordeiros através de pastagens, recomendadas por vários pesquisadores, não condizem com a necessidade de intensificação da produção, apesar de serem capazes de produzir animais mais magros (ELY et al., 1979; MURPHY et al., 1994).

No Brasil, a procura pela carne ovina tem aumentado nos últimos anos. Entretanto, o mercado brasileiro ainda não está devidamente preparado, principalmente em função da ineficiência na estrutura de comercialização, pois os animais abatidos em sua grande maioria apresentam peso ao abate desuniforme, idade avançada, com carne de qualidade inferior, trazendo como consequência menor aceitação pelo consumidor (MACEDO, 2003).

Villas Boas (2001) cita que a estacionalidade de produção é um ponto de estrangulamento capaz de inviabilizar o uso cotidiano da carne de ovinos. Pode-se considerar ainda, que a rapidez de acabamento dos cordeiros de nada adiantaria sob o aspecto reprodutivo das matrizes, uma vez que a estacionalidade as impediria de um novo ciclo. Nessa conjuntura, se acrescido o custo dos insumos para o acabamento dos cordeiros, o sistema como um todo poderia se tornar desinteressante. Estudos de novos sistemas de produção como, por exemplo, o de cordeiros superprecoces abatidos em torno de 60 dias de idade, pode ser uma estratégia promissora para a ovinocultura intensiva e se, concomitantemente com altos índices de reprodução, pode aumentar as perspectivas da ovinocultura frente a outros segmentos econômicos da pecuária brasileira (VILLAS BOAS, 2001).

Em algumas regiões, onde existe a oferta de carcaças com qualidade comprovada e apresentada em cortes especiais, o consumo expandiu-se, assim como as formas de utilização da carne, abrindo perspectivas para a ovinocultura e tornando necessário o aumento progressivo do rebanho (MACEDO, 1998). Portanto, para atender a demanda dos consumidores cada vez mais exigentes por carne de qualidade, cabe aos pesquisadores a busca por técnicas que garantam o atendimento destes consumidores.

O estudo das carcaças tem como finalidade avaliar parâmetros subjetivos e objetivos, os quais estão relacionados com aspectos qualitativos e quantitativos das mesmas. As medidas de carcaça, quando combinadas com o peso, são preditores satisfatórios de sua composição em gordura, músculo e osso (EL KARIN et al., 1988).

A comercialização de cordeiros, geralmente é feita com base no peso vivo, em função da falta de adequado sistema de classificação de carcaças. Portanto, o rendimento de carcaça torna-se um parâmetro importante na comercialização (FURUSHO-GARCIA et al., 2004; PEREZ, 1995; SAINZ, 1996). O cordeiro, dentro da espécie ovina, é a categoria que apresenta melhor rendimento de carcaça (PIRES et al., 2000), que pode ser afetado por vários fatores: nutrição (FIGUEIRÓ, 1986), genética (SIQUEIRA, 2000; GALVÃO et al., 1991), peso de abate (PRESTON & WILLIS, 1974; PIRES et al., 2000) e sexo (KEMP et al., 1981). De acordo com Osório et al. (1999), a determinação de um peso de abate ideal torna-se importante para a obtenção de um rendimento de carcaça economicamente viável, para machos e fêmeas de determinado grupo genético, com vista à otimização do sistema de produção.

Aumento do peso ao abate pode elevar o rendimento das carcaças (SIQUEIRA, 2000; OLIVEIRA et al., 1998).

Rendimento alto de carcaça é o desejo da maioria dos produtores de animais para carne. Nos ovinos, este rendimento pode variar de 45 a 60% (SAÑUDO & SIERRA, 1986). Porém, altos rendimentos podem estar associados ao excessivo de grau de gordura (SIQUEIRA, 2000; CARSON et al., 1999; CAÑEQUE et al., 1989) ou a baixa porcentagem de componentes não-constituintes da carcaça.

O conhecimento dos pesos e rendimentos dos principais cortes da carcaça enriquece a avaliação do desempenho animal. O peso da carcaça pode ser utilizado para estimar o peso dos principais cortes (OSÓRIO et al., 1981), devendo ser usado como principal referência para obtenção de carcaças com desenvolvimento muscular e acabamento satisfatório (MÜLER, 1991).

Além dos aspectos químicos e sensoriais, que são de fundamental importância, a gordura, entre todos os componentes da carcaça, é o que apresenta maiores variações qualitativas e quantitativas; o que de acordo com as preferências dos consumidores de diferentes países, pode interferir na classificação e escolha das carcaças (TEIXEIRA, 1992). Mas, de acordo com Owen (1976), uma cobertura mínima de gordura é desejável

para que não haja prejuízos na qualidade de carne, pois uma espessura adequada de gordura de cobertura protege contra a desidratação excessiva, assim como, contra os possíveis escurecimentos originados pelos processos de resfriamento e congelamento. A isenção de gordura, principalmente a de cobertura das carcaças, constitui um paradigma, pois se de um lado a sua diminuição é benéfica à saúde humana, por outro lado um aumento na sua quantidade é favorável, porque animais mais pesados são vantajosos para manipulação industrial (BLACKBURN et al., 1991).

A área de olho de lombo é uma medida objetiva de grande valor na predição da quantidade de músculo da carcaça, que constitui a carne magra comestível e disponível para venda. Os músculos de maturidade tardia são indicados para representar o índice mais confiável, do desenvolvimento e tamanho do tecido muscular. Assim o músculo *Longissimus dorsi* é o mais indicado, pois além da maturidade tardia é de fácil mensuração (SAINZ, 1996). Resultados citados por Pálsson (1939), mostraram que a profundidade do músculo *Longissimus dorsi* (medida B), determinada na penúltima costela, é medida indicadora da musculatura total da carcaça, ao passo que a espessura da gordura de cobertura apresenta alta correlação com a gordura subcutânea total da carcaça.

Segundo Sierra et al. (1992), o genótipo e o sistema de alimentação podem variar de forma significativa a relação entre a conformação visual e a composição física da carcaça. A conformação está fundamentalmente influenciada pela base genética, sendo que as raças bem conformadas, de clara aptidão para a produção de carne, transmitem à sua descendência boa morfologia, enquanto as raças rústicas apresentam, em geral, carcaças estreitas (KEMPSTER, 1980, citado por SAÑUDO & SIERRA, 1986). A avaliação objetiva da conformação pode ser efetuada mediante uma série de medidas da carcaça, e algumas podem originar índices de compacidade (OSÓRIO, 1992), para dar valor à distribuição da carne e da gordura na carcaça (THWAITES et al., 1964).

A conformação e a composição da carcaça devem ser levadas em consideração, quando se propõe sistemas de alimentação suplementares, visando acelerar o ritmo de crescimento dos animais jovens, uma vez que são características que podem influenciar no rendimento e qualidade da carne (BARROS & SIMPLÍCIO, 2001). Segundo Huidobro & Cañeque (1994), o valor intrínseco dos animais está fundamentalmente determinado pela composição tecidual, pelo rendimento das partes e pela composição

química da carcaça. Estes mesmos autores destacam a importância das relações músculo:osso e gordura subcutânea:gordura intramuscular, na determinação da qualidade do produto.

Purchas et al. (1991) indicaram que a relação músculo:osso é uma medida objetiva frequentemente associada à maior deposição de massa muscular, porém muitas vezes, essa relação apresentando-se alta, pode ser reflexo de ossos mais leves e não necessariamente de músculos mais pesados. Assim, faz-se necessário considerar dois parâmetros, relação músculo:osso e índice de musculosidade, separadamente.

A musculosidade da carcaça pode ser definida como a espessura do músculo relativa às dimensões do esqueleto animal, e a conformação, como a espessura do músculo e gordura relativa às dimensões do esqueleto (SILVA SOBRINHO, 1999). No entanto, apesar da existência dessas definições claras, medidas objetivas de musculosidade não têm sido muito usadas, devido às dificuldades em se medir a profundidade dos músculos. Ainda Silva Sobrinho (1999), cita Kirton et al. (1983) afirmando que carcaças com maior musculosidade, de acordo com a observação visual, foram associadas com alta relação músculo:osso, mas também elevada proporção de gordura:músculo. Dessa forma, Purchas et al. (1991) propuseram uma medida objetiva de musculosidade, que avalia a relação entre profundidade média dos músculos, através de um grupo de músculos que circundam um determinado osso, relativa ao comprimento do mesmo.

O estudo do crescimento envolve um entendimento da magnitude e sequência de deposição de tecidos em diferentes estágios de desenvolvimento (ROUSE et al., 1970). Estudando a deposição de diferentes tecidos relativos ao crescimento de cordeiros, em diversos pesos de abate, Rouse et al. (1970) verificaram que 75% dos ossos, 50% do músculo e 33% da gordura dos cordeiros ocorreram antes dos 32 quilos de peso vivo. A partir deste peso e até 50 quilos, o percentual de músculo e ossos decresceu significativamente, em oposição a gorduras, que aumentaram em cerca de 10% no peso total da carcaça. Arana et al. (1998), trabalhando com cordeiros alimentados artificialmente em diferentes idades, demonstraram que há aumento do percentual de gordura, tanto da gordura perirenal como da subcutânea, relacionado ao aumento da idade de cordeiros. Isso se deve à hipertrofia e hiperplasia dos adipócitos, e à ação de enzimas ligadas ao processo de engorda. Segundo estes mesmos autores, a deposição de

gordura foi maior entre os 89 e 120 dias de vida. Segundo o National Research Council – NRC (1985), o custo energético da deposição de tecido adiposo é cerca de três vezes maior de que o requerido para produção de músculos; isso leva a deduzir que o objetivo principal do sistema de produção intensivo deve ser o de promover o crescimento e não propriamente a engorda.

A tentativa de estimar a composição corporal ou da carcaça tem uma história que parece ter começado com os estudos realizados por Lawes e Gilbert em 1860. Ao longo dos anos, várias metodologias que conduziam à estimativa da composição foram desenvolvidas, com objetivos que, majoritariamente, procuraram o melhoramento genético e a classificação comercial de carcaças (TEIXEIRA & DELFA, 2006).

Pesquisas utilizando os diferentes métodos existentes de sistemas não evasivos, utilizando aparelhos de medida precisa e eficaz, para estimar a composição corporal e da carcaça produziram resultados que validam essas técnicas. Como exemplo destas técnicas, as que se baseiam em imagem (tomografia computadorizada e ressonância magnética) ainda tem seu uso restrito na produção animal pelo alto custo. Neste sentido, o uso de ultra-som apresenta-se como uma solução eficaz devido a sua acessibilidade.

Os primeiros trabalhos sobre o uso da técnica do ultra-som para estimar a gordura e músculo em ovinos datam de 1958 e 1959. Durante as décadas de sessenta e setenta são poucas as referências ao uso desta tecnologia. Somente na década de oitenta vários autores voltaram a utilizar a técnica (TEIXEIRA & DELFA, 2006).

Foram várias as limitações da utilização do ultra-som em ovinos: pequena espessura da gordura subcutânea comparada às demais espécies, pouca variabilidade na camada de gordura, presença de lã e custo inicial do equipamento. Atualmente, em ovinos, o ultra-som tem sido utilizado para dois propósitos: como ferramenta nos programas de melhoramento genético para a produção de carne magra e, identificação de animais que atingem os níveis ótimos de deposição de músculo e gordura ao ponto de abate, colaborando para a elaboração de um sistema comercial de classificação de carcaças que atenda as exigências do consumidor moderno.

Existem diferentes tipos de monitoração que permitem visualizar a informação resultante dos ecos do ultra-som: Modo-A, Modo-B e ultra-som em tempo real (UTR). O mais utilizado é o UTR que se baseia num sistema que utiliza repetidos varrimentos de uma área para formar uma imagem da mesma em tempo real, quase instantânea. Os

aparelhos UTR são os mais utilizados na produção animal, operam em preto e branco, o que permite evidenciar as interfaces mais importantes, como as constituídas pela gordura, músculo e osso (TEIXEIRA & DELFA, 2006). Com o avanço da tecnologia, foi possível monitorar os ecos mais fracos permitindo a observação e quantificação da gordura intramuscular (WHITTAKER et al., 1992).

Atualmente, os aparelhos de UTR são providos de diferentes acessórios que permitem potencializar sua utilização, como: modo *split-screen* (divisão do monitor, permitindo observação simultânea de duas imagens), modo *freeze-frame* (possibilidade de congelar uma imagem para observar maiores detalhes da mesma) e diferentes *calipers* (calibradores para determinação de espessuras e áreas).

A precisão das medidas de UTR depende de fatores que induzem variação na interpretação das imagens, cuja facilidade de interpretação está diretamente ligada à qualidade das mesmas. Assim, a coleta de imagens de boa qualidade é de extrema importância para sua correta interpretação, pois todos os fatores que possam interferir na qualidade da imagem, bem como na sua interpretação, são possíveis fontes de erro (CADAVEZ, 2004).

Fatores como a identificação dos pontos anatômicos onde se realizam as medidas, o acondicionamento do animal, a escolha do tipo de sonda e seu posicionamento, o acoplamento e pressão aplicada à sonda, a experiência do operador, devem receber a merecida importância haja vista a obtenção de medidas precisas e isentas de erro (TEIXEIRA & DELFA, 2006).

A interpretação das imagens é, também, uma fonte de erros (HOPKINS et al., 1996) observando-se diferenças entre operadores com diferente grau de treinamento (MOELLER & CHRISTIAN, 1998). MacLaren et al. (1991) verificaram que o operador representou a maior fonte de variação na interpretação das imagens do que na sua obtenção. Já Young et al. (1992), observaram, em ovinos, que a captura de imagens representou a maior fonte de variação quando comparado a sua interpretação (CADAVEZ, 2004).

O efeito do operador na medição depende também do tecido em estudo. Young et al. (1992) verificaram que a repetibilidade entre operadores experientes e inexperientes foi semelhante na mensuração da medida da espessura da gordura subcutânea. Entretanto, os operadores experientes obtiveram melhores resultados na

mensuração da profundidade do músculo *Longissimus*. Estes resultados são de fácil compreensão, pois é mais fácil obter uma boa imagem para medir a espessura de gordura subcutânea que uma imagem para obter a área ou a profundidade do músculo *Longissimus*, a qual requer mais tempo, experiência e conhecimento da anatomia da região.

A maioria dos trabalhos recentes realizados com ovinos limita-se a calcular os coeficientes de correlação linear entre as medidas de UTR e as medidas homólogas feitas na carcaça ou estabelecem modelos de regressão linear entre as medidas de UTR e as de carcaça. Paralelamente, observa-se também uma elevada variação no material animal, na experiência dos operadores, nos equipamentos e na frequência das sondas utilizadas. Frente a todas estas fontes de variação, que condicionam a exatidão e precisão da técnica, é extremamente difícil comparar os resultados da bibliografia (CADAVEZ, 2004).

A exatidão e a precisão do UTR podem ser melhoradas através da utilização de equipamentos mais sofisticados, bem como pela utilização de software de análise de imagem, como demonstrado em trabalhos recentes (CADAVEZ, 2004). Segundo Glasbey et al. (1996), softwares de análise de imagens de UTR, que realizam a análise e medição automática de imagens, têm sido desenvolvidos na tentativa de retirar a variação ocasionada pelo operador, mas os resultados são pouco prometedores. As interfaces entre os diferentes tecidos são de difícil interpretação e nem sempre os sistemas automáticos localizam a interface correta. No entanto, o desenvolvimento desses sistemas é de extrema importância para a classificação de carcaças, o que poderia trazer maior agilidade na linha de abate.

As publicações têm dado pouca importância à frequência da sonda utilizada, mesmo assim as mais utilizadas tem frequência entre 3,5 e 7,5 MHz. A melhor resolução é obtida com frequências elevadas, mas em oposição, a observação da profundidade da imagem fica prejudicada. Então, a frequência a ser utilizada deve obedecer à escolha do tecido a se medir e sua localização no corpo do animal. Para medir tecidos mais superficiais recomenda-se a utilização de sondas com maior frequência a fim de obter melhores imagens. Em contrapartida, para medir tecidos maiores e mais profundos, melhores resultados podem ser obtidos com sondas de menor frequência.

O Capítulo 2, denominado de **UTILIZAÇÃO DO ULTRA-SOM NA AVALIAÇÃO *IN VIVO* DE CORDEIROS**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na revista **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. O estudo teve por objetivo avaliar a utilização da técnica de ultra-som em tempo real - UTR com transdutores de diferentes frequências na avaliação *in vivo* cordeiros de diferentes genótipos, das diferenças entre operadores e tempos de leitura .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANA, A.; SORET, B.; MENDIZABAL, J.A. et al. Changes in adipose tissue accumulation in rasa Aragonesa breed lambs during growth and fattening. **Journal Animal Science**, v.66, n.2, p.409-13, 1998.

BARROS, N.N.; SIMPLÍCIO, A.A. Produção intensiva de ovinos de corte: perspectivas e cruzamentos. In: PÉREZ et al. SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 1, 2001. **Anais...** Lavras, UFLA, p.21-49, 2001.

BLACKBURN, H.D.; SNOWDER, G.D.; GLIMP, H. Simulation of lean lamb production systems. **Journal Animal Science**, v.69, p.115-25, 1991.

CADAVEZ, V.A.P. **Ultra-sonografia para avaliar *in vivo* e *ex vivo* carcaças de ovinos – Estudos nas raças Churra Galega Bragançana e Suffolk**. Vila Real: Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro, 2004, 289p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro, 2004.

CAÑEQUE, V; HUIDOBRO, F.R.; DOLZ, J.F. Producción de carne de cordero. Madrid: Ministerio da Agricultura, Pesca y Alimentación, 1989. 520p.

CARSON, A.F.; MOSS, B.W.; STEEN, R.W. et al. Effects of the percentage of Texel or Rouge de l'Ouest genes in lambs on carcass characteristics and meat quality. **Journal Animal Science**, v. 69, n.1, p.81-92, 1999.

EL KARIN, A.I.A.; OWEN, J.B.; WHITAKER, C.J. Measurement on slaughter weight, carcass joints and their association with carcass composition of two types of Sudan Desert sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.110, n.1, p.65-69, 1988.

ELY, D.G.; GLENN, B.P.; MAHYUDDIN, M et al. Drylot vs. Pasture: Early-weaned performance to two slaughter weights. **Journal Animal Science**, p.48-52, 1979.

FIGUEIRÓ, P.R.P. Manejo nutricional para produção de ovinos tipo lã e tipo carne. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE OVINOCULTURA, 3., 1986, Guarapuava. **Anais...**Guarapuava: 1986, p.37-45.

FURUSHO-GARCIA, I.F., PEREZ, J.R.O.; BONAGURIO, S. et al. Desempenho de cordeiros Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1591-1603, 2004.

GALVÃO, J.G.C.; FONTES, C.A.A.; PIRES, C.C. et al. Características e composição física de carcaça de bovinos não-castrados, abatidos em três estágios de maturidade de três grupos raciais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.502-512, 1991.

GLASBEY, C.A.; ABDALLA, I.; SIMM, G. Towards automatic interpretation of sheep ultrasound scans. **Journal Animal Science**, v.62, p.309-315, 1996.

HOPKINS, D.L.; HALL, D.G.; LUFF, A.F. Lamb carcass. 3. Describing changes in carcasses of growing lambs using real-time ultrasound and the use of these measurements for estimating the yield of saleable meat. **Australian Journal Experimental Agriculture**, v.36, n.1, p.37-43, 1996.

HUIDOBRO, F.R.; CAÑEQUE, V. Producción de carne em corderos de raza Manchega. III. Composición tisular de las canales y de las piezas. **Revista Producción Sanidad Animal**, v.9, n.1, p.57-69, 1994.

KEMP, J.D.; MAHYUDDIN, M.; ELY, D.G. et al. Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on organoleptic properties, and fatty acid composition of lamb. **Journal Animal Science**, v.51, n.2, 1981.

MACEDO, F.A.F. **Desempenho e características de carcaça de cordeiros Corriedale mestiços Bergamácia x Corriedale e Hampshire Down x Corriedale, terminados em pastagem e confinamento.** Botucatu, SP: UNESP, 1998. 72p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootécnica/Universidade Estadual Paulista, 1998.

MACEDO, V.P. **Semente de girassol (*Helianthus annuus* L.) na terminação de cordeiros no sistema superprecoce.** Botucatu, SP: UNESP, 2003, 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/Universidade Estadual Paulista, 2003.

MCLAREN, D.G.; NOVAKOFSKI, J.; PARRETT, D.F. et al. A study of operator effects on ultrasonic measures of fat depth and Longissimus muscle area in cattle, sheep and pigs. **Journal Animal Science**, v.69, p.54-66, 1991.

MOELLER, S.J. & CHRISTIAN, L.L. Evaluation of real-time ultrasonic measurements of back fat and loin muscle area in swine using multiple statistical analysis procedures. **Journal Animal Science**, v.76, p.2503-2514, 1998.

MÜLER, L. Tipificação de carcaças bovinas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 28, 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 1991. p395.

MURPHY, T.A.; LOERCH, S.C.; MCCLURE, K.E.; SOLOMON, M.B. Effects of grain or pasture finishing on carcass composition and tissue accretion rates of lambs. **Journal Animal Science**, n. 72, p. 3138-44, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of sheep.** Washington: National Academy Press., 1985. 99p.

OLIVIEIRA, N.M.; OSÓRIO, J.C.S.; SELAIVE-VILLARROEL, A. et al. Produção de carne em ovinos de cinco genótipos. 5. Estimativas de qualidade e pesos de carcaça através do peso vivo. **Ciência Rural**, v.28, n.4, p.537-724, 1998.

OSÓRIO, J.C.S. **Estudio de la calidad de canales comercializadas en el tipo ternasco segun la procedencia: bases para la mejora de dicha calidad en Brasil.** Zaragoza, 1992. 335p. Tese (Doutorado em Veterinaria) - Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, 1992.

OSÓRIO, J.C.S.; JARDIM, P.O.C.; GUERREIRO, J.L.M. Fatores indicativos do peso dos principais cortes da carcaça de cordeiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 18, 1981, Goiânia. **Anais...** Goiânia, SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1981. p395.

OSÓRIO, M.T.M.; SIERRA, I.; SAÑUDO, C. et al. Influencia da raça, sexo e peso/idade sobre o rendimento da carcaça em cordeiros. **Ciência Rural**, v.29, n.1, p.139-142, 1999.

OWEN, J.B. **Sheep Production.** 4 ed, London: Baillière Tindall, 1976. 436p.

PALSSON, H. Meat qualities in sheep with special reference to Scottish breed and sample joint as indice of quality and composition. **Journal Agricultural Science**, v.29, p.544-625, 1939.

PEREZ, J.R.O. Alguns aspectos relacionados com a qualidade da carcaça e da carne ovina. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA, 4., 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: ASPACO – CATI – FMVZ/UNESP – SENAR, p.125-139, 1995.

PIRES, C.C.; SILVA, L.F.; SCHILCK, F.E. et al. Cria e terminação de cordeiros confinados. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.30, n5.1, p.875-880, 2000.

PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. **Intensive beef production.** 2.ed. Oxford: Pergamon Press, 1974. 546p.

PURCHAS, R.W.; DAVIES, A.S.; ABDULLAH, A.Y. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of Southdown sheep. **Meat Science**, v.30, p.81-94, 1991.

ROUSE, G.H.; TOPEL, D.G.; VETTER, R.L. et al. Carcass composition of lambs at different stages of development. **Journal Agriculture Science**, p.846-55, 1970.

SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1996. p 3-4.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Calidad de la canal en la especie ovina. **Ovino**, n.1, p.127-53, 1986.

SIERRA, I.; SAÑUDO, C.; ALCALDE, M.J. Calidad de la canal en corderos ligeros tipo ternasco: canales españolas y de importación. **Inf. Téc. Econ. Agrár.**, v.88, n.1, p.88-94, 1992.

SILVA SOBRINHO, A.G. **Body composition and characteristics of carcasses from lambs of different genotypes and ages at slaughter.** Palmerston North, NZ: Massey University, 1999, 61p. Post Doctoral research report. Massey University, 1999.

SIQUEIRA, E.R. Produção de carne de cordeiro. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 1, 2000. **Anais...** Lavras, UFLA, p.129-149, 2000.

TEIXEIRA, A. El ganado de engrasamiento. **Revista Ovis**, v.19, p.21-35, 1992.

TEIXEIRA, A. & DELFA, R. Utilização de ultra-sons na predição da composição de carcaças de caprinos e ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006. p.576-586.

THWAITES, C.J., YEATES, N.T.M., POGUE, R.F. Objective appraisal of intact lamb and mutton carcasses. **Journal Agricultural Science**, v.63, p.415-20, 1964.

VILLAS BOAS, A.S. **Idade a desmama e manejo alimentar na produção de cordeiros superprecoces.** Botucatu, SP: UNESP, 2001, 55p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/Universidade Estadual Paulista, 2001.

WHITTAKER, A.D.; PARK, B.; THANE, B.R. et al. Principles of ultrasound and measurement of intramuscular fat. **Journal Animal Science**, v.70, p.942-952. 1992.

YOUNG, M.J.; DEALER, J.M.; LOGAN, C.M. Factors affecting repeatability of tissue depth determination by real-time ultrasound in sheep. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v.52, p.37-39, 1992.

CAPÍTULO 2

Utilização do ultra-som na avaliação *in vivo* de cordeiros

Resumo

O estudo teve por objetivo avaliar a utilização de ultra-som em tempo real - UTR com transdutores de diferentes frequências na avaliação *in vivo* cordeiros de diferentes genótipos e das diferenças entre operadores. Foram utilizados 116 cordeiros machos desmamados, de diferentes raças, oriundos de rebanhos comerciais, nascidos no mesmo intervalo de data, durante os anos de 2006 e 2007, confinados com a mesma dieta e avaliados por ultra-sonografia 07 dias antes do abate. Utilizou-se de dois equipamentos de ultra-som Pie Medical Scan Vet 200, equipados com transdutores linear de 18cm e 8cm e, 3,5MHz e 7,5MHz respectivamente. Foram utilizadas correlações de Pearson para verificar a existência de correlação linear entre os métodos de ultra-som, entre raças, entre anos, entre métodos M1(transdutor de 18cm e frequência 3,5MHz) e M2 (transdutor de 8cm e frequência 7,5MHz) e as medidas de carcaça (rendimento, índice de compacidade da perna – ICP e índice de compacidade da carcaça – ICC). Houve correlação média entre as duas metodologias avaliadas, podendo viabilizar a otimização do equipamento de ultra-som, uma vez que o transdutor linear de 8cm e 7,5MHz, demonstrou-se viável para avaliação de gordura subcutânea em cordeiros.

Palavras-chave: cordeiros, carcaça, ultra-som, grupos genéticos

Ultrasound utilization on *in vivo* lamb evaluation

Abstract

The trial had the objective of evaluating the use of real time ultrasound techniques with two different transducers on the *in vivo* evaluation of lambs from different genotypes and the differences among operator. 116 weaned male lambs from commercial flocks with different breeds, during the year 2006 and 2007, born in the same interval of time, confined and fed the same diet were evaluated 7 days before slaughter. Two Pie Medical Scan Vet 200 ultra-sound equipments with transducers of 18cm and 8cm with frequencies of 3.5MHz and 7.5MHz, respectively, were used. Pearson's Correlation were performed to verify the linear correlation between ultra sound transducer (18cm and frequency of 3.5MHz and 8cm and frequency of 7.5MHz), breeds, years and carcass measurements (leg compacity index and carcass compacity index). There was a medium correlation between the two methodology evaluated and the 8cm, 7.5 MHz transducer showed to be viable to evaluate the subcutaneous fat in lambs.

Key-words: lamb, carcass, ultra-sound, genetic groups

Introdução

O consumidor moderno está cada vez mais preocupado com o teor de gordura nos alimentos, devido à relação da gordura excessiva com problemas de saúde. Portanto, para atender a demanda dos consumidores cada vez mais exigentes por carne de qualidade, cabe aos pesquisadores a busca por técnicas que garantam o atendimento das necessidades.

O estudo das carcaças tem como finalidade avaliar parâmetros subjetivos e objetivos, os quais estão relacionados com aspectos qualitativos e quantitativos das mesmas. As medidas de carcaça, quando combinadas com o peso, são preditores satisfatórios de sua composição em gordura, músculo e osso (El Karin et al., 1988). O peso da carcaça pode ser utilizado para estimar o peso dos principais cortes (Osório et al, 1981), devendo ser usado como principal referência para obtenção de carcaças com desenvolvimento muscular e acabamento satisfatório (Müller, 1991).

A área de olho de lombo é uma medida objetiva de grande valor na predição da quantidade de músculo da carcaça, já que este constitui a carne magra comestível e disponível para venda. Os músculos de maturidade tardia são indicados para representar o índice mais confiável, do desenvolvimento e tamanho do tecido muscular, assim o músculo *Longissimus dorsi* é o mais indicado, pois além da maturidade tardia é de fácil mensuração (Sainz, 1996). Resultados citados por Palsson (1939) mostraram que a profundidade do músculo *Longissimus dorsi* (medida B), determinada na penúltima costela, é medida indicadora da musculatura total da carcaça, ao passo que a espessura da gordura de cobertura apresenta alta correlação com a gordura subcutânea total da carcaça.

Pesquisas utilizando os diferentes métodos existentes de sistemas não evasivos, utilizando aparelhos de medida precisa e eficaz, para estimar a composição corporal e da carcaça produziram resultados que validam essas técnicas. Como exemplo destas técnicas, as que se baseiam em imagem (tomografia computadorizada e ressonância magnética) ainda tem seu uso restrito na produção animal pelo alto custo. Neste sentido, o uso de ultra-som apresenta-se como uma solução eficaz cada vez mais devido a sua acessibilidade (Teixeira & Delfa, 2006).

Foram várias as limitações da utilização do ultra-som em ovinos: pequena espessura da gordura subcutânea comparada as demais espécies, pouca variabilidade na camada de gordura, presença de lã e/ou pêlos e custo inicial do equipamento. Atualmente, em ovinos o ultra-som tem sido utilizado para dois propósitos: como ferramenta nos programas de melhoramento genético para a produção de carne magra e, identificação de animais que atingem os níveis ótimos de deposição de músculo e gordura ao ponto de abate, colaborando para a elaboração de um sistema comercial de classificação de carcaças que atenda as exigências do consumidor moderno.

A precisão das medidas de ultra-som em tempo real (UTR) depende de fatores que induzem variação na interpretação das imagens, cuja facilidade de interpretação está diretamente ligada à qualidade das mesmas. Assim, a coleta de imagens de boa qualidade é de extrema importância para sua correta interpretação, pois todos os fatores que possam interferir na qualidade da imagem, bem como na sua interpretação, são possíveis fontes de erro (Cadavez, 2004).

A maioria dos trabalhos recentes realizados com ovinos limita-se a calcular os coeficientes de correlação linear entre as medidas de UTR e as medidas homólogas feitas na carcaça ou estabelecem modelos de regressão linear entre as medidas de UTR e as de carcaça. Paralelamente, observa-se também uma elevada variação no material animal, na experiência dos operadores, nos equipamentos e na frequência das sondas utilizadas. Frente a todas estas fontes de variação, que condicionam a exatidão e precisão da técnica, é extremamente difícil comparar os resultados da bibliografia (Cadavez, 2004).

O presente estudo teve por objetivo avaliar a utilização da técnica de UTR com sondas de diferentes frequências na avaliação *in vivo* de cordeiros de diferentes genótipos e das diferenças entre operadores.

Material e Métodos

O estudo foi realizado durante o Campeonato Cordeiro Paulista realizado pela Associação Paulista de Criadores de Ovinos – ASPACO, nos anos de 2006 e 2007, nas dependências da Central de Ovinos, na Faculdade de Medicina Veterinária – UNESP Araçatuba. O concurso é realizado em duas etapas: uma etapa de prova de ganho de peso e outra, de avaliação de carcaças; participaram das provas cordeiros machos desmamados, oriundos de criatórios comerciais, nascidos no mesmo intervalo de data, confinados e recebendo a mesma dieta.

No ano de 2006, participaram 50 cordeiros das raças Ile de France (08 animais), Suffolk (22 animais), Santa Inês (04 animais), Texel (08 animais), Hampshire Down (04 animais) e mestiços Santa Inês x Suffolk x Ile de France (04 animais), provenientes de diferentes propriedades. Já em 2007, participaram 66 cordeiros das raças Ile de France (23 animais), Suffolk (20 animais), Santa Inês (08 animais), Dorper (03 animais), mestiços Suffolk x Highlander (04 animais), Ile de France x Santa Inês (04 animais) e Ile de France x Texel x Poll Dorset (04 animais). Em ambos os anos, os cordeiros desmamados tinham idade média de 60 dias ao início do confinamento, onde receberam uma dieta *ad libitum* composta por ração comercial com 18% de proteína bruta e bagaço de cana *in natura*. Os animais foram pesados no início do confinamento e depois semanalmente até o abate, sendo o período médio de confinamento de 60 dias.

Aplicação do ultra-som e leitura das imagens

As leituras de ultra-som, em ambos os anos, foram realizadas 07 dias antes do abate dos animais. Para a aplicação do ultra-som os cordeiros foram imobilizados fora do tronco de manejo, pois o tamanho e posicionamento dos animais dentro do tronco não permitia o trabalho com as sondas do ultra-som, diferentemente do realizado com bovinos (Figura 1). No ano de 2006, os animais eram contidos em pé no chão, por duas pessoas: uma pessoa imobilizava o cordeiro pela região posterior e outra, pela anterior. No ano seguinte, 2007, para imobilizar os animais foi utilizada uma maca própria para contenção usada em clínica veterinária, sobre a qual os cordeiros foram colocados para a aplicação do ultra-som (Figura 2).



(Foto: Regina Célia Margarido Valle)

Figura 1. Cordeiro sendo conduzido para aplicação do ultra-som.



(Foto: Tatiana Dias)

Figura 2. Maca utilizada para conter os cordeiros no ano de 2007.

Para a captura das imagens de ultra-som, utilizou-se dois aparelhos de ultra-som Pie Medical Scan Vet 200 com transdutores linear de 8 cm e 18 cm, utilizando o programa Eview para transferência das imagens para um computador portátil. Este mesmo programa foi utilizado para a realização das leituras das imagens pelos técnicos após sua captura.

Utilizaram-se duas frequências diferentes para a captura das imagens de ultra-som, onde cada frequência esteve relacionada a um transdutor, denominada de método: Método 1 (M1) para o transdutor de 18cm associado a frequência de 3,5 MHz e Método 2 (M2) para o transdutor de 8cm, com frequência 7,5MHz, respectivamente. No método M1 o transdutor recebeu um acoplador acústico anatômico (côncavo) para utilização (Figura 3).



(Foto: Regina Célia Margarido Valle)

Figura 3. Transdutor de 8 cm (A) e transdutor de 18 cm com acoplador (B).

Em ambos os métodos, o local de coleta de imagens foi entre a 12^a e 13^a costela, sempre do lado esquerdo do animal e acoplando o transdutor perpendicularmente a linha média dorsal. Para a captura das imagens, os animais foram imobilizados procedendo-se, na seqüência, o afastamento da lã ou pêlos utilizando um pente, formando uma linha para obter uma melhor visualização da pele e acoplamento do transdutor (Cadavez, 2004). Para garantir uma boa transmissão de dados e evitar a formação de bolhas de ar, foi utilizado como veículo o óleo de soja ou gel (Figura 4).



(Foto: Tatiana Dias)

Figura 4. Preparação do animal para aplicação do transdutor do ultra-som.

Todas as imagens obtidas por ambos os métodos, foram identificadas pelo número do colar de identificação do cordeiro e gravadas em um computador portátil utilizando o programa Eview, sendo que as mesmas foram organizadas em arquivos diferentes de acordo com o método de coleta (M1 ou M2). Nas imagens capturadas pelo método M1 efetuaram-se as seguintes medidas: espessura da gordura subcutânea (EGS) e área de olho de lombo (AOL) do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costela. No método M2, realizaram-se as medidas de EGS e profundidade máxima do músculo *Longissimus dorsi* (PML) na mesma região do animal (Figura 5).

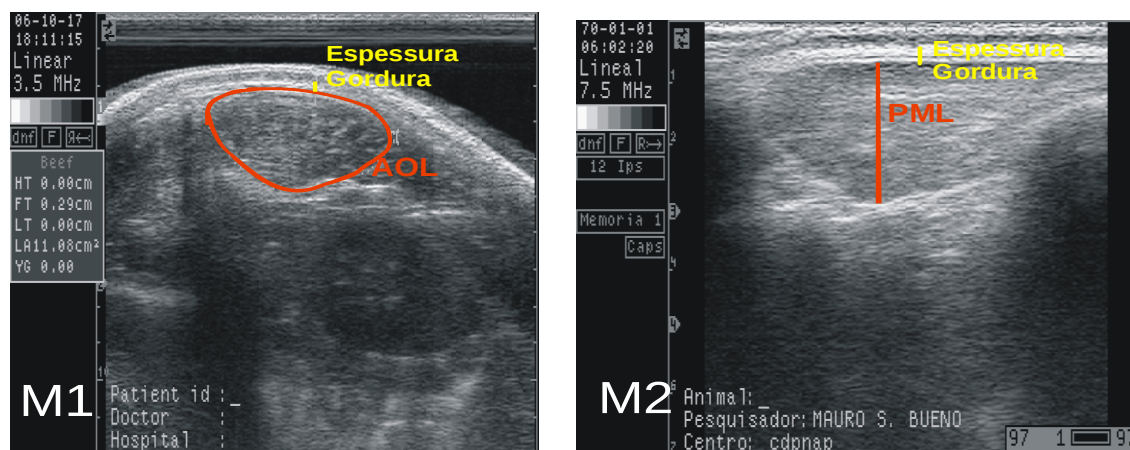


Figura 5. Imagens obtidas pelo ultra-som utilizando a frequência 3,5 MHz (M1) e 7,5 MHz (M2).

As leituras das medidas, para cada método, de todas as imagens gravadas foram realizadas por dois operadores experientes, os mesmos que trabalharam com os transdutores de 3,5 MHz (OP1) e 7,5 MHz (OP2), e por dois operadores inexperientes (OP3 e OP4). Ainda para o método M1, o operador OP1 realizou leituras em tempo real (M1R) das medidas EGS e AOL, utilizando os recursos *freeze-frame* (congelar uma imagem) e *calipers* (calibradores para determinação de espessuras e áreas) para obtenção destas medidas.

Avaliação das características quantitativas de carcaça

As medidas de carcaça foram obtidas após as mesmas serem mantidas em câmara de refrigeração por 24 horas a temperatura de 5°C. O rendimento de carcaça foi calculado através do peso de carcaça fria dividido pelo peso vivo ao abate.

As carcaças foram penduradas em ganchos apropriados, com distanciamento de 17 cm pelas articulações tarso metatarsiana e registradas as seguintes medidas objetivas, segundo Sañudo & Sierra (1986) e Garcia (1998), sendo: o comprimento interno da carcaça (distância entre a base da cauda e do pescoço), o comprimento da perna (distância entre o períneo e o bordo anterior da superfície tarso metatarsiana) e largura da garupa (largura máxima entre os trocânteres dos fêmures) (Figura 6). Calcularam-se os índices de compacidade da carcaça (ICC), que é dado pelo peso da carcaça fria dividido pelo comprimento interno da carcaça (kg/cm) e o da perna (ICP), que consiste na largura da garupa dividida pelo comprimento da perna (cm/cm).

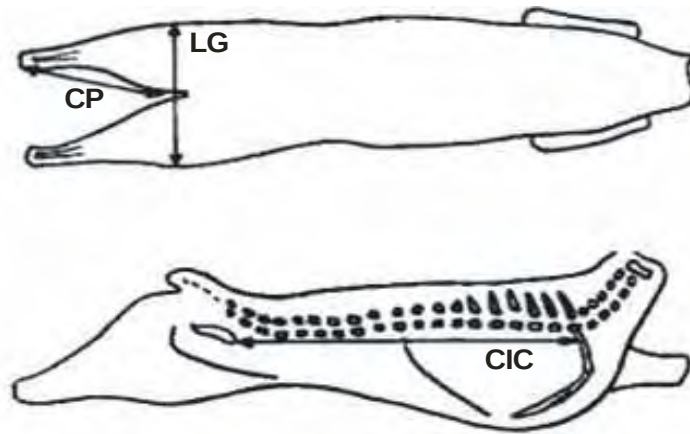


Figura 6. Medidas objetivas das carcaças dos cordeiros. LG: Largura da garupa; CP: Comprimento da Perna; CIC: Comprimento interno da carcaça.

Análises estatísticas

Para verificar as associações entre as medidas de AOL e PML foram feitas análises de regressão, segundo os modelos:

Modelo 1: $y_i = a + bX_i + e_i$

em que:

y_i = i-ésima observação da PML

a = constante de regressão

b = coeficiente de regressão

X_i = i-ésima observação da AOL

e_i = erro aleatório associado a i-ésima observação

Modelo 2: $y_i = a + bX_i + cX_i^2 + e_i$

em que:

y_i = i-ésima observação da PML

X_i = i-ésima observação da AOL

Também se utilizou de análise de regressão para estudar as associações entre as medidas de EGS obtidas pelo ultra-som nas frequências 3,5 e 7,5 MHz e as medidas de carcaça (REND, ICC e ICP), de acordo com os seguintes modelos:

Modelo 1: $y_{ij} = a + bX_i + e_i$

em que:

y_{ij} = i-ésima observação de EGS obtida na j-ésima frequência

X_i = i-ésima observação da variável dependente (REND, ICC e ICP)

Modelo 2: $y_i = a + bX_i + cX_i^2 + e_i$

em que:

y_{ij} = i-ésima observação de EGS obtida na j-ésima frequência

X_i = i-ésima observação da variável dependente (REND, ICC e ICP)

Foram utilizados coeficientes de correlação de Pearson para verificar a existência de associação linear entre os métodos de ultra-som, entre raças, entre anos, entre métodos M1 e M2 e as medidas de carcaça. Também foram feitas correlações entre as leituras em tempo real (M1R) e das imagens gravadas (M1), realizadas pelo operador OP1.

Os dados de EGS foram utilizados para comparação dos fatores: avaliador, raça, ano e frequência, segundo o modelo estatístico:

Modelo 1: $y_{ijklm} = Op_i + F_j + R_k + A_l + (OpF)_{ij} + (OpR)_{ik} + (OpA)_{il} + (FR)_{jk} + (FA)_{jl} + (RA)_{kl} + (OpFR)_{ijk} + (OpRA)_{ikl} + (OpFA)_{ijl} + (FRA)_{jkl} + (OpFRA)_{ijkl} + e_{ijklm}$

em que:

y_{ijklm} = m-ésima observação da EGS feita i-ésimo observador utilizando a j-ésima frequência, na k-ésima raça no l-ésimo ano

Op_i = i-ésimo operador, $i = 1, 2, 3, 4$

F_j = j-ésima frequência, $j = 1, 2$

R_k = k-ésima raça, $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$

A_l = l-ésimo ano, $l = 1, 2$

A Tabela 1 apresenta a descrição detalhada dos níveis dos fatores.

Tabela 1. Descrição dos níveis dos fatores para os modelos estatísticos.

Operador	Operador 1 (Op1); Operador 2 (Op2); Operador (Op3); Operador 4 (Op4)
Frequência UTR	3,5 MHz (F1); 7,5 MHz (F2)
Raça	Ile de France (R1); Suffolk (R2); Santa Inês (R3); Texel (R4); Hampshire Down (R5); Santa Inês x Suffolk x Ile de France (R6); Dorper (R7); Suffolk x Highlander (R8); Ile de France x Santa Inês (R9); Ile de France x Texel x Poll Dorset (R10)
Ano	2006 (A1); 2007 (A2)

Dois outros modelos também foram testados para a variável EGS (Modelos 2 e 3). O Modelo 2 é igual ao Modelo 1 com a adição da covariável peso inicial (PI).

Modelo 2: $y_{ijklnm} = \text{Modelo 1} + b(\text{PI}_n - \text{PI})$

em que,

y_{ijklnm} = m-ésima observação da EGS feita i-ésimo observador utilizando a j-ésima frequência, na k-ésima raça no l-ésimo ano, para o n-ésimo peso inicial.

PI_n = n-ésimo peso inicial

PI = média dos pesos iniciais

O Modelo 3 é igual ao Modelo 1 com a adição da covariável peso ao abate.

Modelo 3: $y_{ijklnm} = \text{Modelo 1} + b(\text{PA}_n - \text{PA})$

em que,

y_{ijklnm} = m-ésima observação da EGS feita i-ésimo observador utilizando a j-ésima frequência, na k-ésima raça no l-ésimo ano, para o n-ésimo peso inicial.

PA_n = n-ésimo peso ao abate

PA = média dos pesos ao abate

As comparações de médias foram realizadas pelo Teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas utilizando o sistema R versão 2.6.0 (2007).

Resultados e Discussão

As análises de regressão feitas para as medidas de AOL e PML segundo os dois modelos propostos neste estudo, não demonstraram a existência de associações entre estas medidas. Tal resultado pode ser explicado pelo número de animais que participaram da pesquisa, o qual pode ter sido pequeno para este tipo de análise, e pela diferença de genótipos, a qual estaria relacionada ao peso de carcaça e desenvolvimento do músculo *Longissimus dorsi*.

O estudo das correlações entre a EGS e as medidas de carcaça (REND, ICC e ICP) em ovinos tem sido pouco explorado, o que dificulta encontrar resultados e conclusões para a comparação com os resultados obtidos neste trabalho.

Os valores para os coeficientes de correlação linear entre a EGS e as medidas de carcaça (REND, ICC e ICP), geral e por raça, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson entre a espessura de gordura e as medidas de carcaça (rendimento, índice de compacidade da carcaça e da perna), geral e por raça.

	n	REND	ICC	ICP
Geral	116	0,582	0,230	-0,694
Ile de France	31	0,506	0,439	-0,756
Suffolk	42	0,720	0,524	-0,652
Santa Inês	12	0,475	-0,104	-0,724
Texel	8	-0,134	0,474	0,286
Hampshire Down	4	0,209	0,514	0,206
Dorper	3	0,462	0,707	0,137
SFHG	4	0,426	-0,423	0,916
IFSI	4	0,454	0,366	-0,254
TRI 1	4	0,352	0,959	0,006
TRI 2	4	0,463	-0,946	0,419

REND: Rendimento de carcaça; ICC: Índice de compacidade da carcaça; ICP: Índice de compacidade da perna; SFHG: Suffolk x Highlander; IFSI: Ile de France x Santa Inês; TRI 1: Santa Inês x Suffolk x Ile de France; TRI 2: Texel x Ile de France x Poll Dorset.

Podemos observar na Tabela 2 que os valores obtidos foram de médio a baixo, quando não negativos para as características observadas, isto fica mais evidente quando separamos os valores por raça. A explicação para esta variação pode estar no número de indivíduos analisados por raça, quando diminuímos o número de indivíduos no grupo, por exemplo, na raça Dorper é possível observar uma discrepância nos valores quando comparado ao total dos indivíduos. Outros fatores podem também contribuir para estas variações, como: subjetividade do operador ao ler as imagens, utilização de sondas com diferentes frequências, qualidade da captação de imagem e maturidade fisiológica do animal entre outros. Estudando duas raças de peso maduro diferente (Churra Galega Bragançana e Suffolk), Cadavez (2004) observou que as diferenças nas correlações estudadas podem ser explicadas pela influência da raça, já que o crescimento ponderal se manifesta mais pelo aumento dos planos musculares e adiposos do que pelo alongamento ósseo. Osório et al. (1999), estudando o efeito do genótipo sobre o peso e conformação da carcaça em cordeiros, observaram efeito significativo do genótipo sobre as características de conformação das carcaças. A Tabela 2 ainda demonstra que as carcaças com alto ICC, podem não ter igualmente ICP alto, o que também foi observado por Osório et al. (1999).

Ainda quanto aos baixos valores de correlação, provavelmente as imagens tomadas em animais de menor espessura acarretaram maiores erros de leitura, apesar da sensibilidade da avaliação pela análise de imagem pelo software Evview, uma vez que maiores espessuras de gordura acarretam menos erros no momento da análise da imagem (Bueno, 2003).

A qualidade de imagem capturada pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles: quantidade de lã, contraste lã e pele, falta de acoplamento, devido ao arqueamento das costelas e pela espessura de gordura subcutânea. Acrescido a esses fatores, as diferentes frequências dos transdutores e seus respectivos tamanhos podem ter influenciado a precisão da coleta da imagem e conseqüentemente as medidas da EGS, uma vez que pode estar relacionada com a definição e nitidez da imagem, dificultando a sua visualização e mensuração da mesma. Silva et al (2006) estudando as correlações entre as medidas feitas pelo ultra-som e as obtidas na carcaça, obtiveram melhores resultados quando ampliaram as imagens 1,5 vezes e utilizaram um software (National Institutes of Health – NIH 1.57) para analisar as mesmas.

As interações observadas para ano (frequência x ano, raça x ano e frequência x raça x ano), podem ser explicadas pela diferença no método de contenção dos animais nos diferentes anos do estudo (2006 e 2007). No ano de 2006, a forma como os animais eram contidos permitia com que os mesmos modificassem a posição natural ao receber a pressão do transdutor sobre o local de coleta da imagem, não permitindo a obtenção de uma boa imagem pelo ultra-som dispensando um maior tempo, por parte do operador, para a obtenção de uma imagem clara para leitura. Já no ano de 2007, a maca utilizada para conter os animais mantinha-os na posição ideal para a coleta, evitando-se assim maior perda de tempo na busca de uma imagem de fácil leitura.

As interações com raça (raça x ano e frequência x raça x ano) podem ser explicadas também pela heterogeneidade do grupo de animais utilizados: raças como Suffolk e Hampshire Down possuem pesos maduros diferentes de raças como Ile de France e Dorper que também são diferentes da Santa Inês e dos mestiços (SFHG: Suffolk x Highlander; IFSI: Ile de France x Santa Inês; TRI 1: Santa Inês x Suffolk x Ile de France; TRI 2: Texel x Ile de France x Poll Dorset). Cadavez (2004) estudou a influência da raça e de duas frequências sobre as correlações entre as medidas de ultra-som e as medidas homólogas da carcaça, observou variações nos resultados ocasionados pela raça que podem ser explicados pelas diferenças na magnitude das medidas. Sempre que a medida apresenta menor magnitude o coeficiente de correlação é menor, o que reflete a maior dificuldade de leitura das medidas de menor magnitude.

Com relação às interações observadas para frequência (frequência x ano e frequência x raça x ano) a discussão dos resultados torna-se difícil devido as diferentes técnicas utilizadas nos estudos realizados com ovinos. Silva et al. (2005) encontraram os melhores resultados utilizando o transdutor de 7,5 MHz, por notarem uma melhor resolução de imagem (0,2 mm), sendo assim capaz de detectar pequena EGS, como é o caso dos ovinos. Em concordância a estes autores, Silva et al (2006) utilizando duas frequências, concluíram que a frequência 7,5 MHz é mais precisa que a frequência 5,0 MHz para a leitura de medidas de EGS e PML, enquanto que para AOL ocorre o inverso, sendo a frequência 5,0 MHz apresentou resultados mais consistentes. Por fim, de acordo com diversos autores citados por Teixeira & Delfa (2006), em diversos trabalhos realizados com ovinos, o ultra-som estima com elevada precisão a espessura

de gordura subcutânea com coeficientes de correlação altamente significativos, entre as medidas ($r = 0,72 - 0,97$; $P < 0,01$). Quando comparamos os métodos M1 e M2, observamos maiores correlações de EGS para ICC no método M1 (0,348) enquanto, para ICP valores semelhantes foram encontrados em ambos os métodos (M1 = 0,233 e M2 = 0,260). No entanto, estas correlações apesar de positivas são valores baixos, demonstrando a falta de uma forte colinearidade entre elas, a qual pode ser explicada pela heterogeneidade do grupo e pequena representação de algumas raças.

No estudo das correlações para os métodos (M1 e M2) observou-se interações significativas ($P < 0,05$) entre frequência x ano, raça x ano e entre frequência x raça x ano. Nas Figuras 6, 7 e 8 temos as dispersão dos dados gerais entre os métodos M1 e M2 para ICC, ICP e REND.

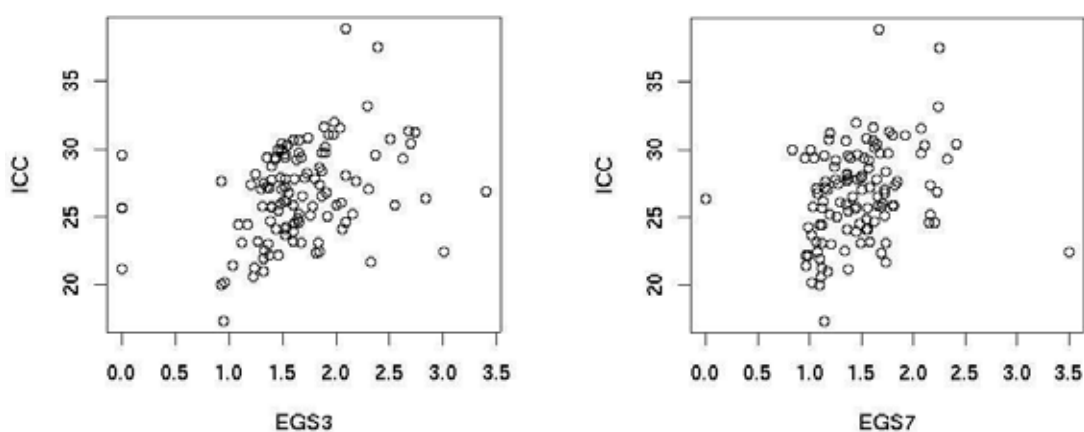


Figura 6. Dispersão dos valores de correlação de Pearson entre o índice de compacidade da carcaça (ICC kg/cm) e as medidas de espessura de gordura subcutânea (mm) obtidas pelas metodologias M1 (EGS3) e M2 (EGS7).

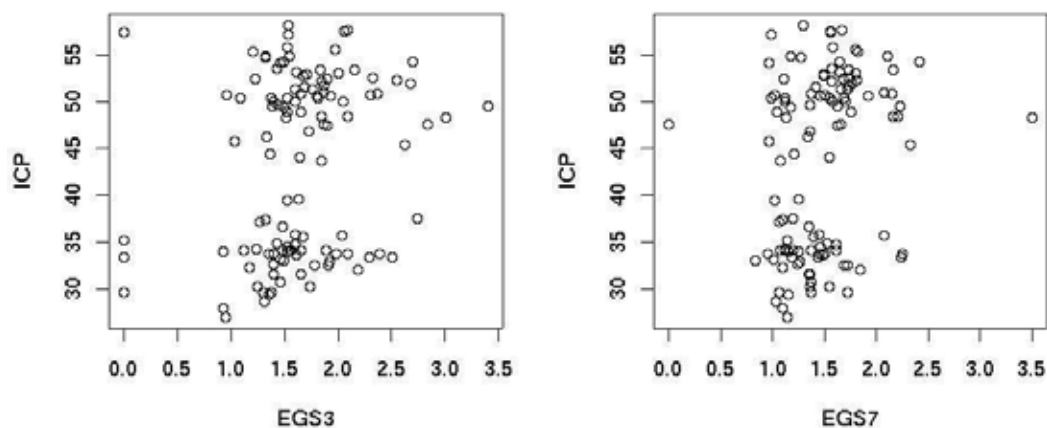


Figura 7. Dispersão dos valores de correlação de Pearson entre o índice de compacidade da perna (ICP cm/cm) e as medidas de espessura de gordura subcutânea (mm) obtidas pelas metodologias M1 (EGS3) e M2 (EGS7).

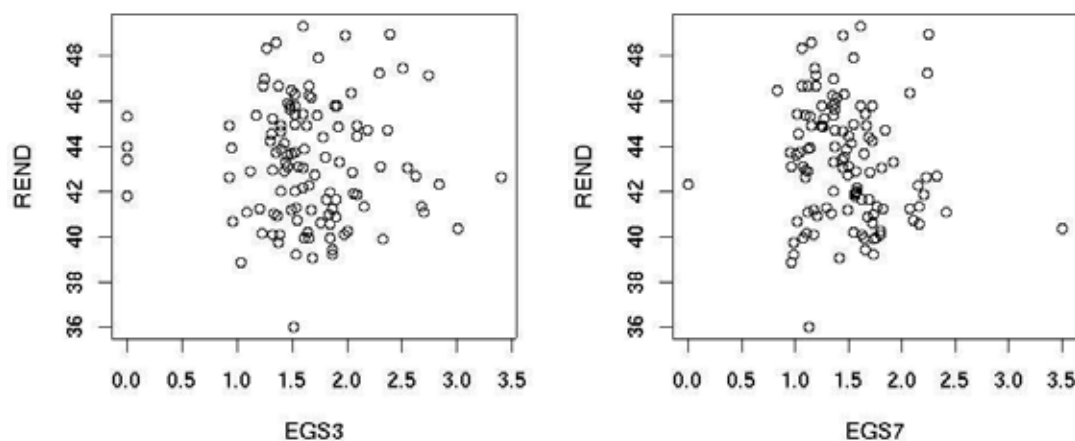


Figura 8. Dispersão dos valores de correlação de Pearson entre o rendimento da carcaça (REND %) e as medidas de espessura de gordura subcutânea (mm) obtidas pelas metodologias M1 (EGS3) e M2 (EGS7).

Os valores mínimos, máximos e quartis para as leituras de EGS nos diferentes estão demonstrado nas Figuras 9 e 10. Como podemos observar, os intervalos entre os valores mínimos e máximos foram menores para o método M2 quando comparado ao M1, o que pode ser explicado pela imagem obtida pela frequência 7,5 MHz apresentar as interfaces entre tecidos mais definida facilitando a leitura das medidas dos mesmos.

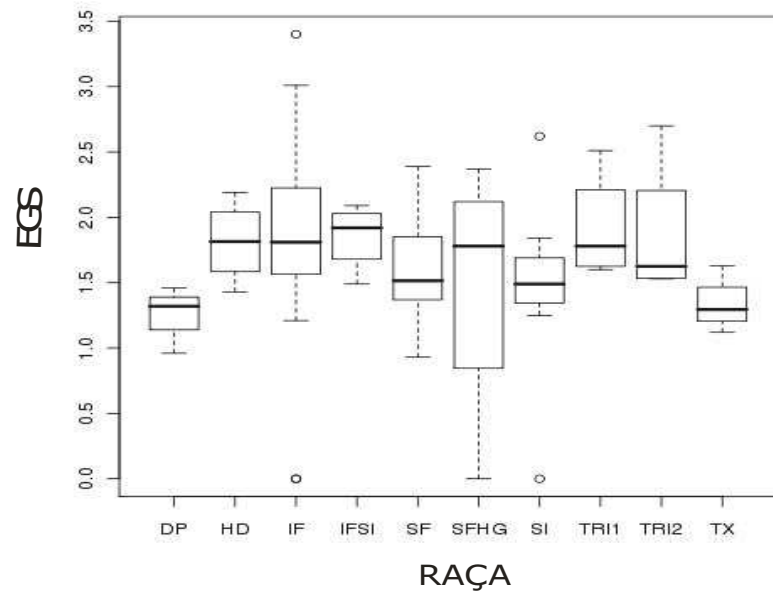


Figura 9. Desenho esquemático (box-plots) das medidas de EGS (mm) obtidas pelo método M1 (3,5 MHz) para as diferentes raças (DP: Dorper; HD: Hampshire Down; IF: Ile de France; IFSI: Ile de France x Santa Inês; SF: Suffolk; SFHG: Suffolk x Highlander; SI: Santa Inês; TRI1: Santa Inês x Suffolk x Ile de France; TRI2: Texel x Ile de France x Poll Dorset).

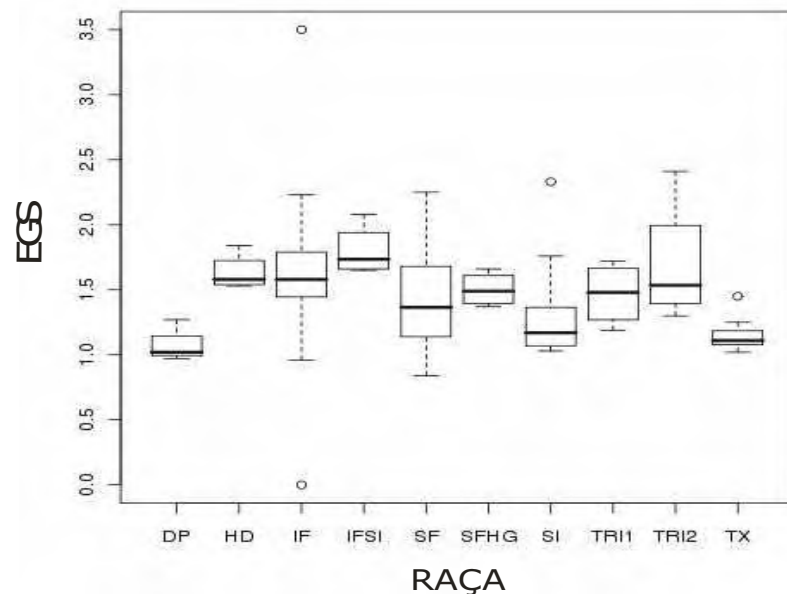


Figura 10. Desenho esquemático (box-plots) das medidas de EGS (mm) obtidas pelo método M2 (7,5 MHz) para as diferentes raças (DP: Dorper; HD: Hampshire Down; IF: Ile de France; IFSI: Ile de France x Santa Inês; SF: Suffolk; SFHG: Suffolk x Highlander; SI: Santa Inês; TRI1: Santa Inês x Suffolk x Ile de France; TRI2: Texel x Ile de France x Poll Dorset).

Nos estudos dos modelos para as interações da EGS entre as medidas de carcaça (REND, ICC e ICP) adicionadas as covariáveis peso inicial (PI) ou peso de abate (PA), observou-se que em ambos os modelos os valores de correlação foram altos para o ICC: 0,756 e 0,857 para PI e PA, respectivamente. Estes resultados sugerem a existência de colinearidade entre os pesos PI e PA e ICC, índice relacionado a musculosidade da carcaça. Boccard et al (1964), citado por Cadavez (2004), também observaram correlações positivas e elevadas entre todas as medidas de dimensão da carcaça. No entanto, Cadavez (2004) obteve baixos valores para as correlações entre peso da carcaça quente e as medidas de dimensão da carcaça.

Ao avaliar os operadores, observou-se que estes não foram influenciados pela raça, ano ou metodologia do ultra-som, mas suas leituras foram significativamente diferentes entre si significativamente ($P < 0,05$), exceto para os operadores OP2 e OP3 (Tabela 3).

Tabela 3. Diferença entre as médias e limites inferiores e superiores para as correlações de Pearson para operadores (OP) e EGS.

Contrastes	Diferença entre médias	Intervalo de confiança (95%)	
		Limite Inferior	Limite Superior
OP1 – OP2	-0,638*	-0,743	-0,533
OP1 – OP3	-0,645*	-0,750	-0,540
OP1 – OP4	0,284*	0,179	0,389
OP2 – OP3	-0,007	-0,122	0,107
OP2 – OP4	0,922*	0,807	1,037
OP3 – OP4	0,930*	0,815	1, 044

*: Significativo a 5% de probabilidade.

As diferenças entre operadores, exceto para OP2 – OP3, podem ser explicadas pela experiência dos operadores sendo que mesmo entre os operadores mais experientes (OP1 e OP2) houve diferença significativa. Resultados semelhantes foram encontrados por McLaren et al (1991), estudando o efeito do operador nas medidas de EGS e AOL obtidas por ultra-som em bovinos, ovinos e suínos, que encontraram diferenças significativas quando comparam os resultados obtidos por diferentes operadores. No estudo com bovinos, Brethour (1992) também observou que quando as medidas são

efetuadas por operadores experientes e bem treinados, as mesmas são mais exatas. A não existência de diferença significativa entre os operadores OP2 e OP3, pode ser explicada pelo fato de que OP3 foi treinado pelo OP2, este um operador experiente em relação a espécie animal estudada. O operador OP1 apesar da experiência com UTR trabalha principalmente com bovinos e o OP4, não tinha nenhuma experiência e recebeu treinamento dado pelo OP3.

Comparando a leitura do operador OP1, na metodologia M1, das medidas em tempo real e depois através do programa Eview das imagens gravadas, podemos observar que houve diferenças numéricas entre os dados (Tabela 4).

Tabela 4. Valores mínimos, máximos e médias das leituras realizadas pelo operador OP1 em tempo real (M1R) e nas imagens gravadas (M1), utilizando a frequência de 3,5 MHz (metodologia M1), para as medidas de espessura de gordura subcutânea (EGS) e área de olho de lombo (AOL) do músculo *Longissimus dorsi*.

	M1R		M1	
	EGS ¹	AOL ²	ESG	AOL
Média	1,96	9,28	1,86	8,34
Mínimo	1,10	5,50	0,80	4,70
Máximo	4,00	14,40	4,30	13,50

1: Valores de EGS em mm; 2: Valores de AOL em cm².

Analisando as correlações entre os tempos de leituras, vemos que esta foi média (0,439) para EGS e alta (0,836) para AOL. De acordo com Young et al. (1992), ao analisar as imagens em software posteriormente à medição, obtêm-se medidas com maior precisão, pois a resolução dos softwares é melhor ($\pm 0,1$ mm) perante às dos equipamentos de ultra-som (± 2 mm). Os resultados obtidos neste estudo também podem ser explicados pela dimensão dos tecidos estudados, no caso de ovinos jovens as leituras das medidas para AOL, em imagens obtidas em baixa frequência, são facilmente realizadas quando comparadas as de EGS em virtude desta ser muito fina e da difícil visualização de suas limitações (Cadavez, 2004).

CONCLUSÕES

Não foram encontradas diferenças entre os valores obtidos, independente do método, para a EGS e as medidas de carcaça.

A frequência 7,5 MHz (método M2) apresentou melhores resultados quando comparamos os intervalos entre os valores mínimos e máximos de EGS, obtidos em ambos os métodos.

A experiência e treino dos operadores apresentaram efeito significativo sobre os valores de correlação obtidos para EGS.

Não foram encontradas diferenças entre as leituras realizadas em tempo real (M1R) e das imagens gravadas (M1), para a frequência 3,5 MHz. Os coeficientes de correlação obtidos também indicam a boa colinearidade entre os tempos de leitura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRETHOUR, J.R. The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. *Journal Animal Science*, v.70, p.1039-1044, 1992.

BUENO, M.S. et al. **Repetibilidad y reproducibilidad de lãs medidas de tejidos in vivo efectuadas com ultrasonidis em ovejã adultas y sus correlaciones com la condición corporal.** X Jornadas Sobre Producción Animal, Zaragoza. ITEA. p. 142-144, 2003.

CADAVEZ, V.A.P. **Ultra-sonografia para avaliar in vivo e ex vivo carcaças de ovinos – Estudos nas raças Churra Galega Bragançãna e Suffolk.** Vila Real: Universidade Trãs-os-Montes e Alto Douro, 2004, 289p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Trãs-os-Montes e Alto Douro, 2004.

EL KARIN, A.I.A.; OWEN, J.B.; WHITAKER, C.J. Measurement on slaughter weight, carcass joints and their association with carcass composition of two types of Sudan Desert sheep. *Journal of Agricultural Science*, v.110, n.1, p.65-69, 1988.

GARCIA, C.A. **Avaliação do resíduo de panificação “biscoito” na alimentação de ovinos e nas características quantitativas e qualitativas da carcaça.** Jaboticabal, SP: UNESP, 1998. 79p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 1998.

MCLAREN, D.G.; NOVAKOFSKI, J.; PARRETT, D.F. et al. A study of operator effects on ultrasonic measures of fat depth and Longissimus muscle area in cattle, sheep and pigs. *Journal Animal Science*, v.69, p.54-66, 1991.

MÜLER, L. Tipificação de carcaças bovinas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 28, 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 1991. p395.

OSÓRIO, J.C.S.; JARDIM, P.O.C.; GUERREIRO, J.L.M. Fatores indicativos do peso dos principais cortes da carcaça de cordeiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 18, 1981, Goiânia. **Anais...** Goiânia, SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 1981. p395.

OSÓRIO, M.T.M.; SIERRA, I.; SAÑUDO, C. et al. Influencia da raça, sexo e peso/idade sobre o rendimento da carcaça em cordeiros. *Ciência Rural*, v.29, n.1, p.139-142, 1999.

PALSSON, H. Meat qualities in sheep with special reference to Scottish breed and sample joint as indice of quality and composition. *Journal Agricultural Science*, v.29, p.544-625, 1939.

SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 1996. p 3-4.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Calidad de la canal en la especie ovina. **Ovino**, n.1, p.127-53, 1986.

SILVA, S.R.; AFONSO, J.J.; SANTOS, V.A. et al. In vivo estimation of sheep carcass composition using real-time ultrasound with two probes of 5 and 7.5 MHz and images analysis. **Journal Animal Science**, v.84, p.3433-3439, 2006.

SILVA, S.R.; GOMES, M.J.; DIAS-DA-SILVA, A. et al. Estimation in vivo of body and carcass chemical composition of growing lambs by real-time ultrasonography. **Journal Animal Science**, v.83, p.350-357, 2005.

TEIXEIRA, A. & DELFA, R. Utilização de ultra-sons na predição da composição de carcaças de caprinos e ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006. p.576-586.

YOUNG, M.J.; DEAKER, J.M.; LOGAN, C.M. Factors affecting repeatability of tissue depth determination by real-time ultrasound in sheep. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v.52, p.37-39, 1992.

CAPÍTULO 3

IMPLICAÇÕES

Mais estudos sobre aplicação do ultra-som em ovinos devem ser realizados, visto a já comprovada capacidade desta técnica aplicada para espécies como bovinos e suínos. A existência de uma grande variabilidade nos tipos de aparelhos, frequência, locais de coleta de EGS nos estudos já realizados, não permite ainda muitas conclusões sobre a aplicabilidade da técnica em ovinos.

É evidente que o genótipo (raça) tem papel importante nos resultados obtidos, indicando que este fator não deve ser descartado quando se compararem as diferentes medidas obtidas pelo ultra-som e as de carcaça. Vale lembrar que o crescimento ponderal se manifesta mais pelo aumento dos planos musculares e adiposos do que pelo alongamento ósseo, o qual é refletido no peso maduro dos diferentes genótipos.

As diferentes formas de avaliar a exatidão e precisão da técnica precisam ser consideradas, já que a análise de coeficientes de correlação está em boa parte condicionada ao número de observações e amplitude das variáveis em estudo.

Mais estudos comparando as leituras das medidas realizadas em tempo real (no momento de coleta da imagem), utilizando os recursos do equipamento de ultra-som, com as obtidas das imagens gravadas, feitas em programas próprios para este fim, deveriam ser realizados, pois os mesmos são inexistentes.

Por fim, a utilização de transdutores com frequência de 7,5MHz e 8cm pode ser recomendado para avaliação de EGS em ovinos, otimizando a utilização de aparelhos de ultra-som preferencialmente utilizados para diagnósticos reprodutivos.

Apêndice

Tabela1. Valores médios das medidas de carcaça para o ano de 2006.

Raça	Peso Inicial (kg)	Peso Abate (kg)	Peso Carcaça Fria (kg)	Rendimento (%)	ICC (kg/cm)	ICP (cm/cm)
HD	25,75	36,88	16,85	45,63	29,89	32,79
IF	21,31	33,44	15,16	45,30	29,11	34,33
SF	20,73	32,64	14,80	45,26	27,21	32,82
SI	21,00	29,88	13,63	45,55	25,57	29,47
TRI1	21,38	35,00	16,53	47,19	29,73	33,02
TX	16,63	26,38	11,89	45,15	24,08	35,98

Tabela 2. Valores médios das medidas de carcaça para o ano de 2007.

Raça	Peso Inicial (kg)	Peso Abate (kg)	Peso Carcaça Fria (kg)	Rendimento (%)	ICC (kg/cm)	ICP (cm/cm)
DP	14,17	25,90	11,17	42,98	23,28	53,19
IF	17,39	30,81	12,93	41,98	25,78	51,26
IFSI	22,63	41,33	17,58	42,48	32,52	54,60
SF	18,25	33,32	13,51	40,57	25,17	50,53
SFHG	22,88	34,85	14,35	41,26	27,10	51,84
SI	21,13	34,78	14,63	42,10	26,79	47,48
TRI2	21,25	33,38	13,94	41,77	27,93	55,28

Tabela 3. Valores médios para as leituras de ultra-som realizadas pelos diferentes operadores no ano de 2006.

Raça		AOL (cm ²)	EGS (cm)		ALTLONG (cm)
			3,5MHz	3,5 MHz	
Operador 1	HD	8,63	1,90	1,60	22,88
	IF	9,18	1,60	1,41	23,66
	SF	8,72	1,62	1,55	23,35
	SI	7,43	1,43	1,53	23,70
	TRI1	11,03	2,08	1,40	25,53
	TX	7,59	1,43	1,29	20,83
Operador 2	HD	11,23	1,68	1,45	23,22
	IF	11,68	1,46	0,85	24,81
	SF	10,69	1,25	1,03	23,30
	SI	11,09	0,99	0,87	23,60
	TRI1	13,59	1,55	1,06	26,26
	TX	10,01	0,96	0,78	21,34
Operador 3	HD	11,28	1,42	1,47	23,20
	IF	11,60	1,58	0,85	24,68
	SF	10,84	1,22	1,04	23,26
	SI	11,17	0,85	0,84	23,65
	TRI1	13,68	1,49	1,00	26,22
	TX	10,24	0,85	0,78	21,29
Operador 4	HD	9,53	2,25	2,03	22,30
	IF	10,35	2,47	1,99	23,70
	SF	9,52	2,22	2,04	22,75
	SI	9,77	1,97	1,58	22,80
	TRI1	11,20	2,55	2,40	25,85
	TX	8,25	2,10	1,75	20,68

Tabela 4. Valores médios para as leituras de ultra-som realizadas pelos diferentes operadores no ano de 2007.

	Raça	AOL (cm ²)	EGS (cm)		ALTLONG (cm)
			3,5MHz	3,5 MHz	7,5 MHz
Operador 1	DP	6,23	1,40	1,43	19,53
	IF	8,07	2,35	2,35	21,81
	IFSI	11,00	1,85	2,10	25,40
	SF	7,21	1,82	1,89	20,16
	SFHG	8,27	2,20	1,98	19,90
	SI	8,53	1,81	1,66	20,85
	TRI2	9,78	2,28	1,95	23,25
Operador 2	DP	9,54	0,91	0,80	20,28
	IF	10,56	1,66	1,36	21,30
	IFSI	12,96	1,52	1,34	26,03
	SF	9,91	1,21	1,07	20,50
	SFHG	8,86	1,45	1,03	20,71
	SI	10,61	1,37	1,08	21,72
	TRI2	11,64	1,48	1,33	23,52
Operador 3	DP	10,28	0,94	0,74	20,25
	IF	10,46	1,68	1,34	21,65
	IFSI	12,78	1,58	1,46	25,88
	SF	9,97	1,16	1,09	20,59
	SFHG	8,77	1,80	1,01	20,47
	SI	10,95	1,42	1,06	21,58
	TRI2	11,51	1,46	1,30	23,64
Operador 4	DP	7,40	1,73	1,37	18,00
	IF	8,35	2,56	2,34	21,88
	IFSI	12,30	2,48	2,30	25,80
	SF	7,58	2,14	1,90	22,29
	SFHG	9,00	2,47	2,00	25,25
	SI	8,99	2,33	1,61	23,37
	TRI2	10,05	2,28	2,20	24,43

Tabela 5. Valores médios das leituras realizadas pelo OP1 nos anos de 2006.

Raça	Tempo Real		Imagens Gravadas			
	AOL (cm ²)	EGS (cm)	AOL (cm ²)	EGS (cm)		ALT LONG (cm)
	3,5MHz	3,5 MHz		3,5 MHz	7,5 MHz	
HD	5,36	1,20	6,55	1,28	1,55	24,15
IF	11,92	2,55	9,33	1,60	1,35	23,60
SF	9,38	2,04	8,45	1,57	1,51	23,16
SI	14,66	2,60	12,47	2,50	1,93	33,00
TRI1	10,19	1,98	9,20	1,65	1,20	22,63
TX	3,97	1,14	3,79	0,75	0,70	10,19

Tabela 6. Valores médios das leituras realizadas pelo OP1 nos anos de 2007.

Raça	Tempo Real		Imagens Gravadas			
	AOL (cm ²)	EGS (cm)	AOL (cm ²)	EGS (cm)		ALT LONG (cm)
	3,5MHz	3,5 MHz	3,5 MHz	3,5 MHz	7,5 MHz	3,5MHz
DP	1,32	0,38	1,26	0,25	0,23	3,40
IF	9,26	2,04	8,24	2,33	2,36	21,64
IFSI	8,82	1,73	5,60	1,83	2,60	21,80
SF	7,88	1,80	6,45	1,67	1,75	17,99
SFHG	5,17	1,33	2,03	0,37	1,03	9,55
SI	9,38	1,74	9,24	1,95	1,70	21,50
TRI2	10,15	1,90	9,88	2,13	1,80	22,90