

# UTILIZAÇÃO DE ULTRA-SONS NA PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE CARÇAÇAS DE CAPRINOS E OVINOS

Alfredo Teixeira<sup>1</sup> e Rafael Delfa<sup>2</sup>

## Resumo

Com o propósito de efectuar uma análise sobre a utilização de ultra-sons na predição da composição de carcaças de caprinos e ovinos, foi realizada uma retrospectiva dos trabalhos efectuados ao longo dos últimos anos. Referiram-se os princípios do uso da técnica e metodologia de aplicação sendo abordados os aspectos relativos à experiência do operador, identificação de pontos anatómicos de medida, diferentes medidas, tipos de aparelhos e sondas e acondicionamento animal. São referidos os principais resultados de trabalhos efectuados em ovinos e caprinos, no sentido de conhecer a composição da carcaça. Finalmente evidencia-se que o uso da técnica de ultra-sons em tempo real, principalmente pela razão custo/benefício, é ainda hoje uma tecnologia de uso potencial para o conhecimento da composição das carcaças de ovinos e caprinos.

## Abstract

With the purpose to analyse the use of ultrasounds in the prediction of the sheep and goat carcasses composition, a retrospective of the main works carried through last years was made. The principles of the use of the technique and methodology of application were mentioned, as well the aspects referred to the operator experience, identification of

---

<sup>1</sup> Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança. Apartado 172. 5301-855 Bragança Portugal. tel.: +351 273 303 206, Fax: +351 273 325 405, e-mail: teixeira@ipb.pt

<sup>2</sup> Unidad de Tecnología en Producción Animal, SIA – DGA, Apto. 727, 50080 Zaragoza. Espanha

anatomical points of measure, different measurements, types of equipment and probes and animal handling. The main results of works in goat and sheep to predict carcass composition were mentioned. Finally is put in evidence that the use of the real time ultrasound technique, mainly for the cost-benefit reason, is still today a technology with a great usefulness to assess carcass composition of goat and sheep.

## **Introdução**

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 objectivos que, maioritariamente, procuraram o melhoramento genético e a objectivação da classificação comercial de carcaças.

Os diferentes métodos existentes – uns mais sofisticados que outros – utilizados em estudos para estimar a composição corporal e da carcaça a partir do animal vivo, produziram resultados que indicam uma concepção, valorização e creditação de sistemas não evasivos com a ajuda de aparelhos de medida precisos e eficazes.

As técnicas mais prometedoras, pela sua característica não evasiva, são as que se baseiam na análise de imagem (tomografia axial computadorizada, ressonância magnética nuclear e análise por activação de neutrões) que pelo seu elevado custo, ainda se encontram no uso restrito da medicina humana. Neste sentido o uso dos ultra-sons, pela sua cada vez maior acessibilidade, continua a apresentar-se uma solução eficaz na produção animal.

## **1-Técnica dos ultra-sons em ovinos e caprinos**

Os primeiros trabalhos sobre o uso da técnica dos ultra-sons para estimar a gordura e músculo em ovinos datam de 1958 e 1959 (Hinner, 1958 e Campbell et al., 1959; citados por Moody et al., 1965). Durante as décadas sessenta e setenta são poucas as referências ao uso desta tecnologia. Somente na década de 80 vários autores (Jones, et al., 1982; Hamby, et al., 1986; Fortin and Shrestha, 1986; Edwards, et al., 1989 and McLaren, et al., 1991; Simm, 1989, 1992) voltam a utilizar a tecnologia.

O custo inicial do equipamento, a pequena espessura da camada de gordura subcutânea dos ovinos, comparada com outras espécies, a pouca variabilidade na camada de gordura e a presença de lã, foram as grandes limitações ao uso da técnica dos ultra-sons nos ovinos. Nos caprinos tarda, ainda mais, em aparecerem os primeiros trabalhos publicados sobre a utilização dos ultra-sons para predizer a composição corporal ou da carcaça. Somente em 1995, tanto quanto sabemos, são publicadas as primeiras referências (Delfa et al., 1995<sup>a,b,c</sup> e Stanford et al., 1995).

Hoje, reconhecidamente, os ultra-sons são utilizados em ovinos e caprinos, principalmente, com dois objectivos. O primeiro: como ferramenta em programas de melhoramento genético para a produção de carne magra; o segundo: é a produção de carne magra através da identificação de animais que atingem os níveis óptimos de deposição de músculo e gordura para o abate, contribuindo para uma classificação comercial mais objectiva e adequada às modernas exigências do mercado.

## **1.1- Princípios do uso da técnica**

Existem vários aparelhos com diferentes tipos de monitorização que permitem visualizar a informação resultante dos ecos dos ultra-sons: Modo-A, Modo-B e ultra-sons em tempo real (UTR) (Thwaites, 1984; Turlington, 1989; Houghton e Turlington, 1992). O designado UTR, o mais utilizado hoje em dia, baseia-se num sistema que utiliza repetidos varrimentos de uma área para formar uma imagem da mesma em tempo real, quase instantânea, que segundo Thwaites (1984) foi desenvolvido para a medicina humana com o objectivo de observar órgãos em rápido movimento como o coração.

Os aparelhos UTR são os mais utilizados em produção animal, operam em branco e negro, o que permite evidenciar as interfaces mais importantes, como as constituídas pela gordura, músculo e osso. Com o avanço da tecnologia, começou a ser possível monitorizar os ecos mais débeis o que permitiu a observação e quantificação da gordura intermuscular (Whittaker et al., 1992)

De acordo com os principais fabricantes, os aparelhos UTR estão ainda providos de diferentes acessórios que permitem potenciar a sua utilização, ao exemplo de: modo *split-screen* (divisão do monitor, permitindo a observação em simultâneo de duas imagens); modo *freeze-frame* (oferece a possibilidade de congelar uma imagem para estudo mais detalhado) e diferentes *calipers* (calibradores para determinação de espessuras e áreas).

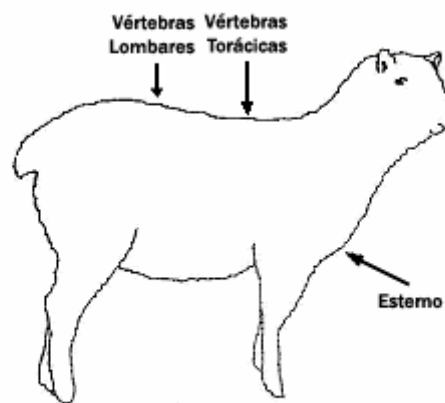
## **1.2- Metodologia de aplicação**

A utilização de uma correcta metodologia é fundamental para a obtenção de um elevado grau de precisão nas estimativas da composição. Assim, a identificação dos

pontos anatómicos de medida, o condicionamento do animal a medir, a escolha do tipo de sonda, o posicionamento da sonda, o acoplamento e pressão aplicada na sonda, a experiência do operador, são factores a que deve ser dada especial atenção, com vista à obtenção de medidas precisas e isentas de erro experimental.

A experiência do operador pode constituir um dos principais pontos críticos do método, por dele depender em quase toda a plenitude o êxito da operação. Resulta fundamental a utilização de um técnico experimentado, de grande profissionalismo, capaz de efectuar com exactidão, precisão e elevado grau de repetibilidade as medidas, de forma a adoptar uma metodologia que se adapta a um trabalho em série.

Os pontos anatómicos de eleição, de acordo com todos os autores, centram-se na região dorso lombar, torácica e esterno. O conhecimento anatómico, principalmente da sua base óssea é de grande utilidade na identificação dos pontos (Figura 1).



**Figura 1. Pontos anatómicos para efectuar as medidas**

As principais medidas realizadas correspondem a espessura de gordura subcutânea, profundidade e área do músculo *Longissimus dorsi*. As suas localizações anatómicas são: 13ª costela, entre a 12ª e a 13ª costelas, 10ª costela, entre 10 e 11ª costelas,

vértebras lombares e esterno. As medições são realizadas com a sonda colocada perpendicularmente à coluna vertebral, quando o objectivo passa por analisar todo o olho do músculo, ou paralela, a diferentes distâncias do ponto médio da coluna vertebral, quando se trata de medir espessuras de gordura subcutânea (Delfa et al., 1996<sup>a</sup>,1998 e 1999).



**Figura 2. Aparelhos e sondas**

A escolha do aparelho está hoje facilitada, dada a elevada gama existente no mercado. No entanto, atendendo a que – principalmente no mundo da produção animal – muitas vezes se trabalha no campo, é importante que o aparelho escolhido seja portátil, de calibração automática e provido das funções de congelação de imagem e calibradores (Figura 2). Dependendo do que se pretende medir, resulta fundamental a

escolha do tipo de sonda. As mais utilizadas para medir espessura de tecido adiposo ou muscular, são as sondas lineares de aplicação externa de 7,5 e 5 MHz de frequência (Teixeira e Delfa, 1997; Cadavez et al., 1999<sup>a,b,c</sup>; Teixeira et al., 2006).



**Figura 3. Sujeição do animal.**

O acondicionamento do animal é um dos pontos importantes segundo os diversos autores. É indispensável que o mesmo proporcione tranquilidade e relaxamento ao animal e uma posição que não colida com o normal posicionamento da sua estrutura óssea e muscular. Alguns autores usam mangas de manejo, instrumentos de sujeição especialmente desenhados, que no caso dos caprinos, pelo seu temperamento, resultam de bastante ineficácia. Nos nossos trabalhos e atendendo a que este tipo de trabalho tem de ser adaptado a uma execução rápida e algumas vezes no campo, utilizamos um método de sujeição à mão, em que o técnico é ajudado por uma outra pessoa que

segurando a cabeça do animal, sem causar stress, procura que a posição deste seja o mais natural e relaxada possível (Figura 3).

As medidas efectuadas na região do esterno, principalmente em caprinos, podem ser realizadas igualmente com o animal em pé ou com o animal na posição de decúbito supino em cama de endoscopia.

Muitos autores, com a finalidade de obter melhor imagem, e melhor acoplamento da sonda ao meio, tosquam, depilam e escanhoam a região em que efectuam as medições. Atendendo à depreciação que tal procedimento provoca na pele e pelo do animal e principalmente por não se adaptar às condições de trabalho num matadouro, ou mesmo a um trabalho de campo, nos nossos trabalhos como refere Teixeira et al. (2006) não efectuamos qualquer tipo de tosquia ou corte de pelo. Somente efectuamos um afastamento do velo com pente, procurando encontrar uma superfície limpa, a qual impregnamos de um agente acoplante (gel de medicina ou vaselina líquida) de modo a permitir um perfeito contacto acústico da sonda com a pele do animal, evitando a formação de bolsas de ar, por forma a permitir-nos uma visão clara (Figura 4).



**Figura 4. Método de colocação da sonda**

Na zona do esterno dos caprinos, por ser a maioria das vezes desprovida de lã a colocação da sonda é imediata após a impregnação da região com o gel. A pressão a aplicar na sonda sobre a superfície do animal deve ser mínima, procurando evitar a

deformação dos tecidos. Nos trabalhos por nós realizados e principalmente em cordeiros, em que a espessura de gordura subcutânea é mínima, e existe uma clara dificuldade em distinguir a interface entre esta camada e a pele, incluímos a espessura desta nas medidas efectuadas. A obtenção das imagens sobre as quais se efectuam as medidas, podem ser efectuadas e registadas imediatamente ou, usando um software próprio para análise de imagem National Institute of Health 1.57 software (<http://rsb.info.nih.gov/njh-image/>) (Teixeira et al., 2006). Sobre a imagem e identificando com precisão os pontos anatómicos desejados, efectuam-se as medidas com a ajuda do calibrador (Figura 5).



**Figura 5. Imagens obtidas com aparelhos de ultra-sons tipo C: PM – Profundidade do músculo e EG – Espessura da gordura subcutânea (Teixeira et al., 2006)**

## **2-Resultados obtidos**

Dividiremos a apresentação de resultados de diversos trabalhos realizados em ovinos e caprinos, em dois subcapítulos.

### **2.1- Relações entre medidas tomadas com ultra-sons *in vivo* e as suas homólogas na carcaça.**

De acordo com diversos autores, em trabalhos efectuados com ovinos (Gooden et al., 1980; Bass et al., 1982; Mc Ewan et al., 1989; Delfa et al., 1991; Teixeira e Delfa, 1997; Cadavez et al., 1999<sup>d</sup>; Teixeira et al., 2006) os ultra-sons estimam com levada precisão a espessura de gordura subcutânea da carcaça com coeficientes de correlação, altamente significativos, entre as medidas ( $r = 0,72 - 0,97$ ;  $P < 0,01$ ). Já em relação à profundidade do músculo *Longissimus dorsi*, os trabalhos apresentam coeficientes de correlação mais baixos e bastante contraditórios entre si.

Igualmente em caprinos verificam-se relações altamente significativas entre as medidas realizadas com ultra-sons e as realizadas na carcaça, ambas efectuadas na região lombar ( $r = 0,70 - 0,84$ ;  $P < 0,01$ ). No entanto, é a nível da região esternal que foram encontradas as melhores relações entre medidas de ultra-sons e de espessura de gordura subcutânea, em cabras adultas da raça Blanca Celtibérica (Delfa et al., 1995<sup>a</sup>, 1996<sup>a</sup>, 1998; Delfa, 2004) em cabritos da raça Blanca Celtibérica e raça Angorá (Delfa et al., 1999 e Delfa et al., 1997<sup>b</sup>, respectivamente) e em cabritos da raça Serrana (Cadavez et al., 2002) com coeficientes de correlação, altamente significativos, que variaram entre 0,70 e 0,98.

Relativamente às relações entre as medidas *in vivo* e na carcaça da profundidade do músculo *Longissimus dorsi*, os resultados obtidos por Delfa et al. (1998 e 1999) e Delfa (2004) encontraram uma relação altamente significativa ( $r = 0,79 - 0,91$ ;  $P < 0,01$ ) bem diferente do valor mais baixo ( $r = 0,23$ ) obtido para a raça Alpina por Stanford et al. (1995) cuja diferença só pode encontrar explicação, no facto de as medidas realizadas por estes autores terem sido em lugar anatómico diferente dos anteriores, que correspondeu à primeira vértebra lombar.

## **2.2 – Predição da composição da carcaça a partir de medidas de ultra-sons realizadas *in vivo*.**

As possíveis comparações entre trabalhos estão, naturalmente, dificultadas pelas diferentes condições experimentais adoptadas pelos diversos autores. Por outro lado, também as comparações entre diferentes equações de predição, efectuadas com recursos aos parâmetros estatísticos que correspondem ao desvio padrão residual (dpr) e coeficiente de determinação (R ou  $r^2$ ) ficam dependentes da forma como são estimados os diferentes tecidos, se em percentagem ou em valor absoluto.

Trabalhos realizados em ovinos por Fortin e Shresta (1986); Delfa et al. (1991); Silva et al. (2005) e Teixeira et al. (2006) indicaram que o peso vivo, medida de espessura da gordura subcutânea a nível da 13<sup>a</sup> costela e a profundidade do músculo *Longissimus dorsi* (em alguns casos) em equações de regressão múltipla explicam entre 76 e 96% da variação do peso do músculo. Hopkins (1990) verificou que entre 44 e 52% da variação da percentagem do mesmo tecido na carcaça era explicado pela associação do peso vivo, espessura de gordura subcutânea e pela área do músculo *Longissimus dorsi*.

Em ovinos, Delfa et al. (1991, 1992, 1995<sup>d</sup>, 1996<sup>b</sup>) Silva et al. (1994) e Teixeira et al. (2006) indicaram que entre 59 e 88% da variação do peso da gordura total da carcaça era explicado pela variação no peso vivo associado à medida de espessura de gordura subcutânea a nível da 13<sup>a</sup> costela, realizada por ultrasonografia. Procurando estimar a percentagem de gordura na carcaça Ramsey et al. (1991) utilizaram uma medida de profundidade de gordura subcutânea (GR) em associação com o peso vivo, explicando entre 54 e 68% da variação.

Em caprinos, diferentes trabalhos realizados por Delfa et al. (1995b<sup>c</sup>, 1996<sup>c</sup>, 1997<sup>a</sup> e 1998) demonstraram que o peso do músculo é estimado com elevado grau de precisão pelo peso vivo associado, em regressão múltipla, às medidas de ultra-sons da profundidade do músculo *Longissimus dorsi* e espessura de gordura subcutânea a nível lombar (R entre 86 e 97%). Os mesmos autores verificaram igualmente que entre 83 e 98% da variação da gordura total da carcaça era explicada pelo mesmo conjunto de variáveis em regressão múltipla. Em algumas circunstâncias, principalmente em cabritos de peso reduzido, as medidas de ultra-sons resultaram mais eficazes as realizadas na região esternal (Delfa et al., 1999).

## **Considerações finais**

Pretendeu-se com este trabalho dar uma panorâmica geral do estado da arte da utilização dos ultra-sons na predição da composição da carcaça de ovinos e caprinos. Hoje em dia é por demais evidente que as técnicas mais prometedoras, por serem não evasivas e destrutivas, são as que se baseiam na imagem, ao exemplo da tomografia axial computadorizada, ressonância magnética nuclear e análise por activação de neutrões. No entanto o elevado custo do equipamento faz com que sejam técnicas de uso muito

restrito em produção animal, razão pela qual, os ultra-sons em tempo real continuam a ser, pela relação custo/benefício, de grande adequação experimental e científica na zootecnia moderna. Por outro lado, por se tratar de um equipamento amovível, facilmente transportável, que se aplica a um trabalho em série, nas mais diversas condições, desde a exploração ao campo e linhas de abate em matadouros, faz com que o torne de grande versatilidade e ainda com um elevado potencial em zootecnia. Finalmente, os resultados dos diversos trabalhos apresentados, indicam que as medidas de ultra-sons associadas, em regressão múltipla, ao peso vivo aumentam o grau de precisão das estimativas da composição da carcaça de ovinos e caprinos.

## **Referências bibliográficas**

BASS, J.J.; WOODS, E.G.; PAULSEN, W.D. A comparison of three ultrasonic machines (Danscan AIDD (N2) and body Meter) and subjective fat and conformation scores for predicting chemical composition of live sheep. **J. Agric Sci Camb**, v. 99, p. 529-532. 1982

CADAVEZ, V.; TEIXEIRA, A.; DELFA, R.; PEREIRA, E. Precision de los ultrasonidos (sondas de 5 y 7,5 MHz) en la determinación del espesor de la grasa subcutánea y de la profundidad del *M. longissimus dorsi* in vivo y en la canal. **ITEA**, v.20(I), p.119-121. 1999<sup>a</sup>

CADAVEZ, V.; TEIXEIRA, A.; DELFA, R.; PEREIRA, E. Precisión de diferentes medidas de ultrasonidos junto con el peso vivo para la estimación del peso de las piezas de carnicería en corderos de raza Churra Galega Bragançana. **ITEA**, v. 20(I), p 122-124. 1999<sup>b</sup>.

- CADAVEZ, V.; TEIXEIRA, A.; DELFA, R.; PEREIRA, E. Precisión de diferentes medidas de ultrasonidos junto con el peso de la canal caliente para la estimación del peso de las piezas de carnicería en corderos de raza Churra Galega Bragançana. **ITEA**, v. 20(I), p 125-1274. 1999<sup>c</sup>.
- CADAVEZ, V.; TEIXEIRA, A.; DELFA, R. Utilización de ultrasonidos junto con el peso vivo y el peso de la canal caliente para la estimación del peso de las piezas de carnicería en corderos de la raza Churra Galega Bragançana: comparación de sondas de 5 e 7,5 MHz. **SEOC**, v. XXIV, p. 425-432. 1999<sup>d</sup>.
- CADAVEZ, V.; RODRIGUES, S.; PEREIRA, E.; DELFA, R.; TEIXEIRA, A. Predicción de la composición de la canal de cabritos por ultrasonografía in vivo. **ITEA**, v. 98A (I), p. 39-50. 2002
- CAMPBELL, D.; STONAKER, H.H.; ESPLIN, A.L. The use ultrasonics to estimate the size of the *longissimus dorsi* muscle in sheep. **Journal Animal Science**, V. Abstr., p 1483. 1959. Citado por MOODY W.G.; ZOBRISKY, S.E.; ROSS, C.V.; NAUMANN, H.D. Ultrasonic estimates of fat thickness and *longissimus dorsi* area in lambs. **Journal Animal Science**, v. 24, p. 364-367. 1965
- DELFA, R.; TEIXEIRA, A.; BLASCO, I.; COLOMER-ROCHER, F. Ultrasonic estimates of fat thickness, C measurement and longissimus dorsi depth in Rasa Aragonesa ewes with same body condition score. **Options Méditerranéennes**, v. 13, p 25-30. 1991.
- DELFA, R.; TEIXEIRA, A.; GONZÁLEZ, C.; BLASCO, I. Ultrasound estimates of the carcass composition of live Aragón lambs. **Proc. 43rd Annual Meeting EAAP**, p. 364. 1992.

- DELFA, R.; GONZÁLEZ, C.; TEIXEIRA, A. Relación entre medidas de espesor de grasa y del *M. longissimus dorsi* realizadas con ultrasonidos en el animal vivo y sus homólogas tomadas en la canal de cabras adultas. **ITEA**, v. 16, p.651-653. 1995<sup>a</sup>.
- DELFA, R.; TEIXEIRA, A.; GONZÁLEZ, C. Medidas realizadas con ultrasonidos en el animal vivo como predictoras de la composición de la canal y de los depósitos adiposos en el cuerpo de cabras adultas. **ITEA**, v. 16, p. 654-656. 1995<sup>b</sup>.
- DELFA, R.; TEIXEIRA, A.; GONZÁLEZ, C. Ultrasonic measurements of fat thickness and *longissimus dorsi* depth for predicting carcass composition and body fat depots of live Aragon lambs. **Proc. 46<sup>th</sup> Annual Meeting of EAAP**, p. 276. 1995<sup>c</sup>.
- DELFA, R.; TEIXEIRA, A.; GONZÁLEZ, C.; BLASCO, I. Ultrasonic estimates of fat thickness and *longissimus dorsi* depth for predicting carcass composition of live Aragón lambs. **Small Ruminant Research**, v. 16, p. 159-164. 1995<sup>d</sup>.
- DELFA, R.; GONZÁLEZ, C.; TEIXEIRA, A.; VIJIL, E. Ultrasonic measurements in live goats. Prediction of weight of carcass joints. **Proc. 47<sup>th</sup> Annual Meeting EAAP**, p. 273. 1996<sup>a</sup>.
- DELFA, R.; GONZÁLEZ, C.; VIJIL, E.; TEIXEIRA, A.; TOR, M.; GOSALVEZ, L. Ultrasonic measurements for predicting carcass quality and body fat depots in Ternasco of Aragon-Spain. **Proc. 47<sup>th</sup> Annual Meeting EAAP**, p. 272. 1996<sup>b</sup>.
- DELFA, R.; TEIXEIRA, A.; GONZÁLEZ, C.; VIJIL, E. Ultrasonic measurements for predicting carcass quality in live goats. **Proc. 47<sup>th</sup> Annual Meeting EAAP**, p. 272. 1996<sup>c</sup>.

DELFA, R.; CONZÁLEZ, C.; TEIXEIRA, A.; VALDERRÁBANO, J. Utilización de ultrasonidos en cabritos Angora como predoctores de la calidad de sus canales. **ITEA**, v. 18, 733-735. 1997<sup>a</sup>.

DELFA, R.; TEIXEIRA, A.; GONZÁLEZ, C.; VALDERRÁBANO, J. Precisión de los ultrasonidos en el animal vivo para valorar diferentes medidas de la canal de cabritos de raza Blanca Celtibérica. **ITEA**, v. 18, p. 730-372. 1997<sup>b</sup>.

DELFA, R.; TEIXEIRA, A.; GONZÁLEZ, C. Body weight and ultrasound as predictors of carcass quality and fat partition in adult gotas. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, v.2, p. 1-16. 1998.

DELFA, R.; TEIXEIRA, A.; GONZÁLEZ, C.; TORRANO, L.; VALDERRÁBANO, J. Utilización de ultrasonidos en cabritos vivos de raza Blanca Celtibérica, como predoctoras de la calidad se sus canales. **Arch. Zootec.**, v. 48 (182), p. 187-196. 1999.

DELFA, R. **Los ultrasonidos como predictores del reparto del tejido adiposo y de la composición tisular de la canal en cabras adultas**. Tesis doctoral. Facultad de Veterinária. Universidad de Zaragoza. 2004

EDWARDS, J. W.; CANNELL, R. C.; GARRETT, R. P.; SAVELL, J. W.; CROSS, H. R.; LONGNECKER, M. T. Using ultrasound, linear measurements and live fat thickness estimates to determine the carcass composition of market lambs. adipose tissue growth in llambs fed diets containing a beta-agonist. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 3322-3330. 1989.

- FORTIN, A.; SHRESTHA, J. N. B. In vivo estimation of carcass meat by ultrasound in ram lambs slaughtered at an average live weight of 37 Kg. **British Journal for Animal Production.**, v. 43, p. 469-475. 1986.
- GOODEN, J.M.; BEACH, A.D. ; PURCHAS, R.W. Measurements of subcutaneous back fat depth in live lambs with an ultrasonic probe. **NZJ. Agri. Res.**, v. 23, p. 161-165. 1980.
- HAMBY, P.L.; STOUFFER, J.R.; SMITH, S.B. Muscle metabolism and real time ultrasound measurement of muscle and subcutaneous adipose tissue growth in lambs fed diets containing a beta-agonist. **Journal of Animal Science**, v. 63, p.1410-1417, 1986.
- HINER, R.L. Sound waves measure fat and lean. **Meats**, p 40. 1958. Citado por MOODY W.G.; ZOBRIKY, S.E.; ROSS, C.V.; NAUMANN, H.D. Ultrasonic estimates of fat thickness and *longissimus dorsi* area in lambs. **Journal Animal Science**, v. 24, p. 364-367. 1965
- HOPKINS, D. L. The use of ultrasound to predict fatness in lambs. **Meat Science**, v. 27, p. 275-281. 1990.
- HOUGHTON, P.L.; TURLINGTON, L.M. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: a review. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 930-941. 1992.
- JONES, S.D.M.; WALTON, J.S.; WILTON, J.W.; SZKOTNICKI, J.E.. The use of urea dilution and ultrasonic backfat thickness to predict the carcass composition of live lambs and cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.69, p. 641-648, 1982.

- LAWES, J.B.; GILBERT, J.H. On the composition of oxen, sheep and pigs and their increase while fattening. **J Roy Agr Soc Eng**, v. 21, p. 433-473. 1860. Citado por JONES, S.D.M. Quantitative methods of carcass evaluation. **Conference Proc.**, p 57-62. 1989.
- MC EWAN, J.C.; CLARKE, J.N.; KNOWLER, M.A.; WHEELER, M. Ultrasonic fat depth in Romney lambs and hoggets from lines selected for different production traits. **Proc. New Zeal Soc Anim Prod**, v. 49, p. 113-119. 1989.
- MCLAREN, D. G.; NOVAKOFSKI, J.; PARRETT, 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 of Animal Science**, v. 69, p. 54-66. 1991.
- MOODY W.G.; ZOBRISKY, S.E.; ROSS, C.V.; NAUMANN, H.D. Ultrasonic estimates of fat thickness and *longissimus dorsi* area in lambs. **Journal Animal Science**, v. 24, p. 364-367. 1965
- RAMSEY, C. B., KIRTON, A. H., HOGG, B. AND DOBBIE, J. L. Ultrasonic, needle, and carcass measurements for predicting chemical composition of lamb carcasses. **Journal Animal Science**, v. 69, p. 3655-3664. 1991
- SIMM, G. Current and possible future applications of in vivo assessment in sheep breeding programmes. In: KALLIWEIT, E.; HENNING, M.; GROENEVALD (EDS). **Application of NMR Techniques on the Body Composition of Live Animals**. Elsevier, 1989. p. 149-159.

SIMM, G. Selection for lean meat production in sheep. In: SPEEDY, A.W. (ED.).  
Progress in sheep and goat research. CAB International, 1992. p. 193-215.

SILVA, S.R.; AZEVEDO, J.M.T.; MONTEIRO, A. Estimativa da composição da  
carcaça de borregos a partir de medidas de ultrasons ao nível da 13<sup>a</sup> costela e entre as  
3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> vértebras lombares. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, v. 1, p. 77-82. 1994

SILVA S.R.; GOMES, M.J.; DIAS-DA-SILVA, A., GIL; L.F.; AZEVEDO, J.M.T.  
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.

STANFORD, K.; MC ALLISTER, T.A.; MAC DOUGALL, M.; BAILEY, D.R.C. Use  
of ultrasound for the prediction of carcass characteristics in Alpine goats. **Small  
Ruminant Research**, v. 15, p. 195-201. 1995.

TEIXEIRA, A.; DELFA, R. The use of ultrasound measurements assessed with two  
probes in live lambs for prediction the carcass composition. **Proc. 48th Annual  
Meeting EAAP**, p. 295. 1997

TEIXEIRA, A.; MATOS, S.; RODRIGUES, S.; DELFA, R.; CADAVEZ, V. In vivo  
estimation of lamb carcass composition by real-time ultrasonography. **Meat Science** (*in  
press*). 2006.

THWAITES, C.J. Ultrasonic estimation of carcass composition. **Australian Meat  
Research Committee**, v. 47, p. 1-31. 1984.

TURLINGTON, L.M. **Live animal evaluation of carcass traits for swine and sheep  
using real-time ultrasound**. MSc. Thesis. Kansas State University, 1989.

WHITTAKER, A.D.; PARK, B.; THANE, B.R.; MILLER, R.K.; SAVELL, J.W.

Principles of ultrasound and measurement of intramuscular fat. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 942-952. 1992.