

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO EM PEÇAS E TECIDOS DE
CARCAÇAS DE CAPRINOS POR ANÁLISE DE IMAGENS OBTIDAS
POR TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica

Maria Clara Gonçalves Miranda

Orientadores

Professor Doutor Severiano José Cruz da Rocha e Silva

Professor Doutor Mário Manuel Dinis Ginja



Vila Real, 2018

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO EM PEÇAS E TECIDOS DE
CARCAÇAS DE CAPRINOS POR ANÁLISE DE IMAGENS OBTIDAS
POR TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica

Maria Clara Gonçalves Miranda

Orientadores:

Professor Doutor Severiano José Cruz da Rocha e Silva

Professor Doutor Mário Manuel Dinis Ginja

Composição do Júri:

Vila Real, 2018

“As doutrinas expostas no presente trabalho são da exclusiva responsabilidade da autora.”

Esta dissertação foi elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Zootécnica apresentada à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Agradecimentos

Gostaria de fazer um breve agradecimento a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho:

Ao Professor Doutor Severiano José Cruz da Rocha e Silva pela oportunidade que me deu de integrar neste tema e por me ter acompanhado, permitindo o meu desenvolvimento a nível profissional e como pessoa. Agradeço toda a ajuda fulcral para este trabalho se concretizar.

Ao Professor Mário Manuel Dinis Ginja pela receptividade, disponibilidade e pela ajuda.

À professora Virgínia Alice Cruz dos Santos por toda a acessibilidade e simpatia que demonstrou.

Este estudo contou com o apoio da ANCABRA (Associação Nacional de Criadores de Cabra Bravia), no âmbito do Programa de Conservação e Melhoramento Genético da Raça Caprina Bravia, apoio 7.8.3, “Conservação e melhoramento de recursos genéticos animais”, integrado na ação nº 7.8, “Recursos genéticos”, da medida nº 7, “Agricultura e recursos naturais”, inserida na área nº 3, “Ambiente, eficiência no uso dos recursos e clima”, do PDR 2020. Teve ainda apoio dos projetos UID/CVT/00772/2013 e UID/CVT/00772/2016 financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

A todos os meus amigos que caminharam de mãos dadas comigo neste percurso na UTAD. Foi essencial o apoio extraordinário que recebi desde o início.

Aos meus amigos fora da UTAD. Um especial agradecimento à Catarina Cunha, Inês Costa, Maria Canelas Pintos, Marta Silva, Miguel Maia e Paulinha Silva. Muito obrigada por todas as palavras de apoio e de carinho que me deram. Obrigada pela vossa amizade incansável.

Agradeço à minha mãe e irmã por todo o apoio incondicional. Agradeço todas as palavras de coragem e incentivo, diariamente, e, principalmente, a vossa paciência nos momentos mais difíceis. Um obrigada muito especial!

Resumo

Neste trabalho foram utilizadas as técnicas não destrutivas tomografia computadorizada (TC) e análise de imagem vídeo (VIA) para avaliar a composição de carcaças leves de cabritos da raça Bravia. Foram utilizadas dez carcaças de cabritos da raça Bravia com $5,2 \pm 0,81$ kg de peso da carcaça fria. As carcaças foram embaladas a vácuo e transportadas para a sala experimental de abate da UTAD para avaliação da composição TC e VIA. Foi determinada a composição da carcaça por dissecação em músculo (M), gordura subcutânea (GS), gordura intermuscular (GI) e osso (O). Para a TC as carcaças foram examinadas num equipamento de GE Brivo 325. Para a determinação do volume dos tecidos foi utilizado o método de segmentação (*thresholding*) tendo em consideração as unidades Hounsfield (HU) características de cada tecido. Assim, o tecido muscular foi segmentado utilizando uma gama de -22 a 146 HU; o tecido adiposo foi segmentado através de uma gama de -194 e -23 HU e para o osso foi considerado um valor de HU entre 146 e 1000. Para o método VIA foram obtidas imagens das carcaças nas vistas dorsal e lateral com uma câmara digital (Nikon D3100) sempre nas mesmas condições de luz e de posição. Foram realizadas 25 medidas com recurso ao programa ImageJ 1.42q. Para a análise da composição da carcaça e das peças foi realizada uma estatística descritiva com a determinação da média, desvio padrão, máximo, mínimo e coeficiente de variação. Relativamente à análise da TC também foram realizadas análises descritivas e uma variância simples para peso dos tecidos entre a TC e a dissecação. Foi feita uma análise de correlação e de regressão entre as variáveis de composição determinada por dissecação e as respetivas variáveis obtidas por TC. Para a análise do VIA para além das análises descritivas foram realizados modelos *stepwise* para a estimativa da composição da carcaça a partir de medidas VIA e determinados os coeficientes de determinação (R^2) e o desvio padrão dos resíduos. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa JMP (versão 13; SAS Institute, Cary, NC, EUA). Para a TC os valores de correlação entre os tecidos determinados por dissecação e por TC variaram entre 0,68 e 0,98 ($P < 0,01$). Foi possível explicar 95% da variação de músculo da carcaça com a TC. Relativamente à VIA também foi possível explicar de forma significativa a variação dos tecidos da carcaça dos cabritos (R^2 entre 0,85 e 0,99; $P < 0,01$). Os resultados encontrados mostram que a TC e a VIA apresentam capacidade para estimar de forma não destrutiva a composição das carcaças ligeiras de cabritos da raça Bravia.

Palavras-chave: análise de imagem vídeo, cabritos, carcaça, tomografia computadorizada.

Abstract

In this work, non-destructive computerized tomography (CT) and video image analysis (VIA) was used to evaluate the composition of light carcasses of Bravia goat breed. Ten carcasses with 5.2 ± 0.81 kg of weight were used. The carcasses were vacuum packed and transported to the UTAD for carcass composition determination, evaluation of TC composition and VIA. The carcass composition was determined by dissection in muscle (M), subcutaneous fat (GS), intermuscular fat (GI) and bone (O). For CT, the carcasses were examined in a GE Brivo 325 equipment. A thresholding method was used to determine the volume of tissues, taking into account the Hounsfield units (HU) characteristic of each tissue. Thus for muscle tissue was segmented using a range of -22 to 146 HU; the fat tissue was segmented through a range of -194 and -23 HU and for bone was considered an HU value between 146 and 1000. Regarding VIA, the carcasses images were obtained in the dorsal and lateral views with a digital camera (Nikon D3100) always in the same light and position conditions. Twenty-five measurements were performed using the ImageJ 1.42q program. For carcass composition, a descriptive statistic was presented with the determination of the mean, standard deviation, maximum, minimum and coefficient of variation. Regarding the CT analysis, descriptive analyses and a one-way ANOVA were performed for tissue weight between CT and dissection. A correlation and regression analysis were performed between the composition variables determined by dissection and the respective variables obtained by CT. For the analysis of the VIA in addition to the descriptive analyses, stepwise models were performed to estimate the carcass composition from VIA measurements, and the determination coefficient (R^2) and the residual standard deviation were determined. All statistical analyses were performed with the JMP program (version 13; SAS Institute, Cary, NC, USA). For CT, the correlation values between tissues determined by dissection and CT varied between 0.68 and 0.98 ($P < 0.01$). It was possible to explain 95% of the variation of carcass muscle with CT. Concerning to VIA, it was also possible to explain the variation of goat carcass tissues (R^2 between 0.85 and 0.99, $P < 0.01$) significantly. The results show that the TC and the VIA can non-destructively predict the composition of the Bravia goats lightweight carcasses.

Keywords: video image analysis, goat kids, carcass, computed tomography.

Lista de Abreviaturas

Ag1 - Ângulo de perna

Ag2 - Ângulo de sela

Ar1 - Área da perna

Ar2 - Área do lombo

Ar3 - Área do quarto dianteiro

Ar4 - Área da pá

CT - Computed Tomography

CV - Coeficiente de variação

dL1 - Largura entre a articulação fêmur tíbio - rotuliana e o períneo

dL2 - Comprimento mínimo da perna

dL3 - Comprimento entre o osso fibular do tarso e o úmero

dL4 - Maior largura da perna

dL5 - Largura mínima da sela

dp - Desvio padrão

dW1 - Largura anca posterior

F - Comprimento da perna: distância mais curta entre períneo e o bordo interior da superfície articular tarsico-metatarsica

G - Maior largura da carcaça ao nível dos trocânteres

GI - Gordura intermuscular

GS - Gordura subcutânea

HU - Unidades Housefield

K - Comprimento da carcaça: da base da cauda à base do pescoço

Lpá - Largura da pá

LTL - Longissimus thoracis et lumborum

M - Músculo

O - Osso

PCF - Peso da carcaça fria

RTU - Real Time Ultrasound

SCTS - Sistema de Tomografia Computorizada em Espiral

Th - Maior profundidade da carcaça ao nível da 6ª costela

UTR - Ultrassonografia em Tempo Real

VD - Vista dorsal

VIA - Video Image Analysis

VL - Vista lateral

W - Maior largura da carcaça ao nível das espáduas

Wr - Maior largura da carcaça ao nível das costela

Wth - Menor largura da carcaça ao nível da 6ª costela

Índice

Agradecimentos	I
Resumo.....	III
Abstract.....	V
Lista de Abreviaturas.....	VII
ÍNDICE.....	IX
Índice de Figuras.....	XI
Índice de Quadros	XIII
1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica.....	3
2.1. Carcaça e a importância do seu conhecimento	3
2.2. Avaliação da composição da carcaça	4
2.3. Corte e medidas da carcaça.....	5
2.4. Métodos de classificação de carcaças	12
2.5. Métodos não destrutivos e não invasivos suportados por imagem para determinação da composição da carcaça.....	18
2.6. Ultrassonografia em tempo real	19
2.7. Análise de imagem vídeo	20
2.8. Tomografia computadorizada.....	21
3. Parte Experimental.....	27
3.1. Materiais e métodos	27
3.1.1. Animal e local.....	27
3.1.2. Medições e pesagens	27
3.1.3. Tomografia computadorizada.....	29
3.1.4. Análise de imagem vídeo	31
3.1.5. Análise estatística	33
3.2. Resultados e discussão	34
3.2.1. Composição da carcaça.....	34
3.2.2. Tomografia computadorizada.....	38
3.2.3. Análise de imagem vídeo	40
4. Conclusão	43
5. Referências Bibliográficas	45

Índice de Figuras

Figura 1 - Esquema de cortes da carcaça: I- Pá; II -Perna; III- Costeleta; IV - Aba das Costelas; V- Pescoço (Colomer-Rocher et al., 1988).....	6
Figura 2 – Medidas (a, b e c) efetuadas na carcaça inteira pendurada (Adaptado de Pálsson, 1939; Timon e Bichard, 1965).....	7
Figura 3 - Medidas efetuadas na meia carcaça pendurada (Adaptado de Pálsson, 1939; Timon e Bichard, 1965).....	8
Figura 4 – Ilustração das medidas A; B; C e J (Adaptado de Costa et al., 2012).....	10
Figura 5 - Local de determinação da medida GR (Adaptado de Neto et al., 2006).	10
Figura 6 - Representação gráfica das medidas anatómicas O1 e O2 (Ruiz de Huidobro et al., 2005).	11
Figura 7 - Representação do corte da carcaça da EZN (Calheiros e Neves, 1968)... ..	12
Figura 8 - Padrões Fotográficos para a avaliação da conformação das carcaças de ovino pelo sistema SEUROP. S- Superior, E- Excelente, U- Muito boa, R- Boa, O- Relativamente boa e P- Pobre (UE, 1994a).....	13
Figura 9 - Padrões Fotográficos para a avaliação da engorda das carcaças de ovino pelo sistema SEUROP. 1 - Reduzida; 2 - Ligeira; 3 - Média; 4 - Abundante; 5 - Muito abundante (Adaptado de UE, 1994a).....	14
Figura 10 - Padrões fotográficos utilizados na União Europeia para a classificação de carcaças de cordeiros com peso inferior a 13 kg de acordo com a cor do músculo <i>rectus abdominus</i> (UE, 1994b).	17
Figura 11 - Padrões fotográficos para a avaliação do estado de engorda pelo sistema de classificação de carcaças ligeiras (UE, 1994b).	17
Figura 12 - Representação dos diferentes tipos de monitorização modo A (a), modo B (b) e tempo real (c) (Adaptado de Batista, 2017).....	19
Figura 13 - Ilustrações das quatro gerações de equipamentos TC (Nóbrega, 2012). .	22
Figura 14 - Imagens obtidas pelo método da Tomografia Computorizada num ovino deitado em decúbito dorsal numa cama adequada. (Glasbey e Robison, 1999; Silva et al., 2007).	24
Figura 15 - Reconstrução do corpo (esquerda) e do esqueleto (direita) de um ovino vivo através do uso de imagens transversais com 8mm de distância. (Bunger et al., 2011).	25
Figura 16 - Imagem que ilustra a meia carcaça esquerda dividida segundo o corte da EZN.	28

Figura 17 - Imagem que ilustra uma peça antes e após a dissecação nos seus tecidos músculo, gordura subcutânea, gordura intermuscular, osso e resíduo.	29
Figura 18 - Carcaça de cabrito durante os procedimentos de ajustamento da mesa do aparelho de tomografia computadorizada.	30
Figura 19 - Imagens que ilustram o resultado da segmentação para cada tecido após a aplicação dos intervalos de unidades Hounsfield. A – tecido muscular, B – tecido adiposo e C – tecido ósseo.	31
Figura 20 - Vista dorsal da carcaça de cabritos leves da raça Bravia com as medidas recolhidas por VIA.	32
Figura 21 - Vista lateral da carcaça de cabritos leves da raça Bravia com as medidas recolhidas por VIA.	33
Figura 22 - Regressão entre o músculo determinado por dissecação (C M g) e o músculo determinado por tomografia computadorizada (CT M g) ($Y=501,043+0.624X$; $R^2=0.954$; $DPR=73.3$ g).	39

Índice de Quadros

Quadro 1 - Descrição das classes de conformação do sistema SEUROP (Regulamento 1249/2008).	14
Quadro 2 - Quantidade de gordura no exterior e no interior da carcaça em função da classe de estado de engorda (Regulamento 1249/2008).	15
Quadro 3 - Sistema de Classificação de Carcaças Ligeiras (Regulamento 1249/2008).16	
Quadro 4 - Vantagens do sistema de avaliação de carcaças por Análise de Imagem Vídeo comparativamente à avaliação por especialistas (Allen e Finnerty, 2001; Hopkins et al., 2004; Davidson e Pethick, 2005).....	21
Quadro 5 - Resumo das quatro gerações de equipamentos TC (Nóbrega, 2012) (continua).	22
Quadro 5 - Resumo das quatro gerações de equipamentos TC (Nóbrega, 2012) (conclusão).	23
Quadro 6 - Exemplos de medidas Hounsfield HU (Nóbrega, 2012).	24
Quadro 7 - Média, desvio padrão (dp), mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) para o peso da carcaça, das peças e dos tecidos (g) e percentagem dos tecidos (%).	34
Quadro 8 - Média, desvio padrão (dp), mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) para a percentagem das peças na carcaça e para o peso das peças antes da dissecação da carcaça.	35
Quadro 9 - Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação para o peso (g) e percentagem (%) do músculo, gordura intermuscular e gordura subcutânea nas peças da carcaça.....	37
Quadro 10 - Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação para as variáveis determinadas por tomografia computadorizada e para as variáveis da carcaça obtidas por dissecação.....	38
Quadro 11 - Coeficientes de correlação entre as variáveis determinadas na carcaça e as variáveis obtidas por tomografia computadorizada.	39
Quadro 12 - Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação para o peso da carcaça, das peças e dos tecidos (g) e percentagem dos tecidos (%).	40
Quadro 13 - Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação para as medidas VIA obtidas na vista dorsal e lateral das carcaças.	41
Quadro 14 - Coeficiente de determinação e desvio padrão residual para cada modelo de estimativa do músculo, gordura subcutânea, gordura intermuscular e osso na carcaça (peso e percentagem) a partir de medições VIA.....	42

1. Introdução

A carne é um alimento que possui proteínas de alta qualidade, vitaminas, minerais e outros nutrientes que são necessários para os humanos (Xiong *et al.*, 2017). Com a melhoria dos padrões de vida das pessoas, presta-se mais atenção à qualidade e segurança da carne e há também preocupações com aspetos relacionados com o desperdício; a facilidade em cozinhar e com uma maior variedade de escolha de peças (Karamichou *et al.*, 2006). Assim, surge a necessidade de sistemas de avaliação da qualidade e da segurança rápidos, seguros, de forma não destrutiva, e que permitam ser aplicados em tempo real (Ma *et al.*, 2016). Os métodos tradicionais de avaliação da qualidade da carne que consistem na dissecação e na análise química, são tediosos, demorados e destrutivos, e como tal, não é adequado para ser utilizado num sistema de avaliação em linha de abate. Para ultrapassar as deficiências dos métodos tradicionais e satisfazer as exigências da indústria moderna da carne, é importante desenvolver métodos não-destrutivos, precisos e rápidos para avaliar a qualidade e a segurança da mesma (Xiong *et al.*, 2017).

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos resultaram no desenvolvimento de sistemas de avaliação com capacidade para estimar a conformação e a composição da carcaça. Estes sistemas não invasivos conseguem funcionar em linha num matadouro e permitem uma obtenção automática dos dados da carcaça, que pode ser utilizada como ferramenta para a valorização diferenciada das mesmas. Um bom exemplo é dado pelos sistemas de análise de imagem vídeo - VIA (do inglês *video image analysis*). Numa revisão recente Batista (2017) mostra alguns dos méritos desta técnica para avaliar quer carcaças quer a qualidade da carne. Outra abordagem é a tomografia computadorizada – TC (do inglês *computer tomography*) que tem ganho notoriedade em vários países como ferramenta para estimar a composição da carcaça e da qualidade da carne (Scholz *et al.*, 2015; Olsen *et al.*, 2017; Clelland *et al.*, 2018) mas também como uma ferramenta aplicada ao melhoramento genético (Bunger *et al.*, 2011; Kongsro *et al.*, 2017). Estas técnicas são sobretudo aplicadas a suínos e ovinos. Para os caprinos há falta de conhecimento sobre a aplicação destas e de outras técnicas para avaliar a composição da carcaça e da carne. Contudo, como aponta Webb (2014) existe uma tendência crescente em muitos países para empregar novos métodos de avaliação de maneira a melhorar as características da carcaça. Neste enquadramento, este trabalho teve como principais objectivos avaliar a aplicação da tomografia computadorizada e análise de imagem vídeo para estimar a composição de carcaças leves de cabritos da raça Bravia.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Carcaça e a importância do seu conhecimento

A classificação das carcaças ganhou importância a partir da segunda metade do século XX (Scholz *et al.*, 2015). De acordo com Stanford *et al.* (1998) a avaliação da carcaça tem três objetivos: designa o valor da carcaça; permite uma classificação para um processamento posterior ou para a sua comercialização; e permite a transmissão de informação de volta à produção. A qualidade e a composição da carcaça podem ser determinadas por vários fatores, como a raça (Sañudo *et al.*, 1997; Hoffman *et al.*, 2003), o sexo (Rodríguez *et al.*, 2008; Lind *et al.*, 2011) e o peso/idade ao abate (Jeremiah *et al.*, 1998). Segundo Osório *et al.* (2012) as características da composição da carcaça e o rendimento dos tecidos principais que a integram nomeadamente o osso, o músculo e a gordura, são determinantes para o valor da carcaça. Estas características são de carácter biológico determinadas principalmente pela raça e pelo sexo e podem vir a ser modificadas por fatores ambientais, principalmente pela alimentação. Através desta variabilidade de carcaças existente, torna possível satisfazer um mercado mais alargado.

A classificação da carcaça é definida com base numa seleção de características básicas que determinam o seu valor. É importante que seja justa, cuidadosa e precisa, para ser padronizada (Craigie *et al.*, 2012). O conceito de carcaça pode variar de região para região. Segundo a informação apresentada no Regulamento 2137/92 (1992), define-se carcaça, para efeitos de classificação, como “O corpo inteiro de um animal abatido, tal como se apresenta após a sangria, evisceração e esfolagem, e sem cabeça (separada na articulação atlanto-occipital), pés (seccionados ao nível das articulações carpo-metacarpais ou tarso-metatarsais), cauda (seccionada entre a sexta e a sétima vértebras caudais), úbere, órgãos genitais, fígado e outras vísceras. Os rins e respetiva gordura são incluídos na carcaça”. Contudo, os Estados-membros podem ser autorizados a aceitar outras apresentações que não a de referência. O mesmo regulamento prevê normas comunitárias para a classificação da carcaça com o objetivo de aumentar a transparência no setor da carne de ovino. São necessárias regras para se poder estabelecer preços de mercado com base nas normas de classificação, que é feita através da classificação da conformação, do nível de gordura e da cor. Têm sido investigados métodos objetivos para avaliação com o intuito de aumentar a precisão (Craigie *et al.*, 2012) e também de carácter de análise rápido e não destrutivo, fator importante para a indústria. Existe um potencial na avaliação com qualidade e segurança (Xiong *et al.*, 2017). O desenvolvimento de métodos precisos para a análise da composição

da carcaça, tem grande significado para os testes de performance e pontuação para estabelecer um valor baseado no sistema do mercado (Silva, 2017). Assim, o aumento do número de técnicas de medição vai criar novas oportunidades para a seleção da raça com o intuito de melhorar a qualidade do animal (Lambe *et al.*, 2008). A classificação das carcaças tem por base uma seleção feita por diferentes indivíduos, de acordo com os critérios de valorização do consumidor e também da indústria de comercialização (Clelland, 2016). Os produtores só conseguem manter a produção quando o produto consegue responder às especificidades do mercado, em termos de peso e qualidade da carcaça. Aliado a este fator existe uma necessidade de controlo dos custos de produção para garantir uma produção eficiente e assegurar um retorno financeiro positivo (Bunger *et al.*, 2011). Para além da importância dos pontos referidos anteriormente, tem-se como objetivo conseguir obter e/ou aplicar esse conhecimento em animais vivos (Lambe *et al.*, 2008). Através do conhecimento da composição da carcaça em animais vivos, permite identificar a idade ótima ao abate (Sahin *et al.*, 2008). Métodos relativamente rápidos e baratos de análise *in vivo* que não prejudicam o desempenho do animal, seriam aplicados nos programas de seleção para reprodução ou de estimação para a comercialização. Em contraste, métodos de extremo rigor e/ou de precisão poderiam ser úteis em aplicações de pesquisa, independentemente de requisitos de custo ou tempo (Stanford *et al.*, 1998).

2.2. Avaliação da composição da carcaça

O objetivo principal da produção animal e da indústria da carne é ter um método objetivo e preciso para avaliar economicamente as características importantes dos animais vivos e determinar o valor da carcaça (Sahin *et al.*, 2008). As ferramentas para a avaliação da composição da carcaça são por norma obtidas pela dissecação manual realizada por uma pessoa especializada. Contudo, os custos económicos e também por ser um método trabalhoso, levou à necessidade de utilização de novas tecnologias para estimar e avaliar a carcaça (Kongsro *et al.*, 2008). A dissecação pode também variar entre países, operadores e tipo de animal (Johansen *et al.*, 2007). Segundo o Regulamento 1249/2008 (2008) indicamos os requisitos da avaliação manual da carcaça “Para garantir a precisão e a fiabilidade da classificação das carcaças (...) dos ovinos, essa classificação deve ser efetuada por pessoal que possua as qualificações necessárias, devidamente sancionadas por uma licença ou aprovação.”.

Vários métodos *in vivo* ou métodos indiretos têm sido desenvolvidos (Lambe *et al.*, 2009). No caso da avaliação *in vivo*, durante a prática é necessário fazer uma contenção do

animal, de forma a evitar que este se movimente. O equipamento de contenção deve permitir liberdade de movimento ao operador e ainda possibilitar ao animal estar numa posição natural e confortável durante o tempo necessário para a realização do procedimento. O tipo de contenção pode depender de vários fatores como o temperamento do animal, tempo de leitura, número de leituras, a experiência do operador e ainda disponibilidade de assistência. O operador, como faz uma parte fundamental do trabalho, deve possuir conhecimentos anatómicos, preparar a carcaça antes de começar a avaliar com o método escolhido, estar familiarizado com o equipamento, a leitura de imagem e também com a interpretação dos resultados (Silva, 2017). Através da utilização de métodos de leitura digital no matadouro que permitam uma melhor classificação da carcaça de acordo com as peças principais e as características, pode aumentar a eficiência de processamento e permitir um produto mais uniforme para prosseguir em linha de abate. As características que podem ser medidas no *post mortem* são mais relevantes para a análise de um maior número de partes da carcaça para diferentes mercados, podendo refletir-se depois algum dos efeitos do processo de abate sobre a qualidade das características, como a tenrura da carne, e também permite dar um *feedback* ao produtor, podendo influenciar futuros sistemas de pagamento (Lambe *et al.*, 2009).

2.3. Corte e medidas da carcaça

A dissecação pode ser feita de forma completa, o que implica a separação total de todos os tecidos constituintes da carcaça, ou seja, músculo, osso, gordura subcutânea, gordura intermuscular e resíduos (aponevroses, tendões e glândulas); ou de forma parcial, podendo ser completa ou não, de algumas peças, ou seja, está relacionada com o número de peças que são dissecadas. Os diferentes tecidos que compõem a carcaça possuem diferente valor económico (Osório *et al.*, 2012). Tem sido uma prática corrente ao longo de anos a avaliação da carcaça com o intuito de comparar diferentes raças e diferentes crescimentos (Pálsson, 1939). Os primeiros estudos realizados relativamente ao desenvolvimento e crescimento corporal tiveram como base maioritariamente a avaliação externa. Vários autores direcionaram a atenção para medidas capazes de prever o valor da carcaça (Hammond, 1932; Hirzel, 1939; Pálsson, 1939; Walker e McMeekan, 1944; Kirton e Barton, 1962; Orme *et al.*, 1962; Timon e Bichard, 1965). Segundo Fisher e Boer (1994) o procedimento para descrever a carcaça e quantificar a composição da mesma, envolve quatro etapas, nomeadamente a medição da carcaça; preparação da meia carcaça; cortar em peças e separar os tecidos. Segundo Silva *et al.* (2007) os tecidos muscular, adiposo e

ósseos são os mais utilizados na comparação das carcaças de ovinos e caprinos. A gordura encontra-se distribuída por depósitos da carcaça subcutâneo, intramuscular e intermuscular e internos (gordura perirrenal, pericárdica, omental, mesentérica e pélvica).

Segundo Colomer-Rocher *et al.* (1988) a carcaça é dividida em dois e retirado o timo, os rins, a gordura perirrenal e a gordura pélvica. Posteriormente, a meia carcaça é dividida em cinco partes, nomeadamente a pá, perna, costeleta, a aba das costelas e o pescoço (Figura 1). Por fim, cada peça vai ser dissecada e separada por tecidos como o músculo, a gordura subcutânea e intermuscular, osso e resíduos (gânglios, vasos sanguíneos, nervos, ligamentos, tecido conjuntivo). Por seu lado Calheiros e Neves (1968) descreveu um corte que divide a metade esquerda da carcaça em oito peças, nomeadamente a perna, a pá, a sela, a costeleta, a costeleta anterior, o pescoço, o lombo e aba das costelas. Segundo Pálsson (1939) é importante que a dissecação seja realizada sempre pelo mesmo operador de modo a evitar erros.

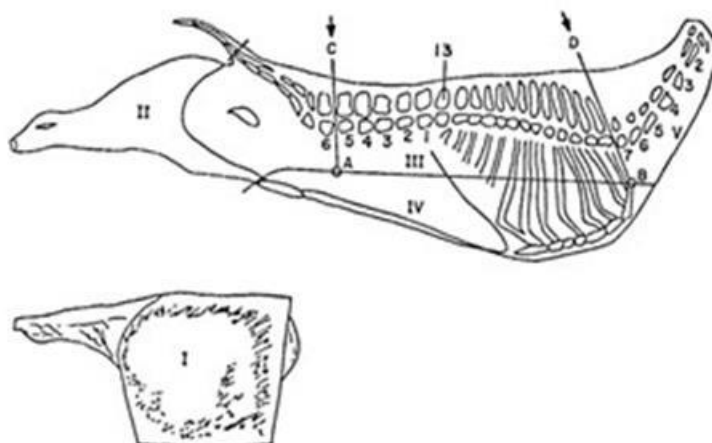


Figura 1 - Esquema de cortes da carcaça: I- Pá; II- Perna; III- Costeleta; IV - Aba das Costelas; V- Pescoço (Colomer-Rocher *et al.*, 1988).

Medidas efetuadas na carcaça de ovinos segundo Pálsson (1939) e Timon e Bichard (1965):

➤ Carcaça Inteira (Figura 2)

Medida T - Comprimento da Perna: distância entre o bordo anterior da articulação társica-metatarsica e a articulação fémur-tíbio-rotuliana. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica ou régua metálica.

Medida K – Comprimento da Carcaça: da base da cauda à base do pescoço. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica ou régua metálica.

Medida G – Medida proposta por Pálsson (1939). Maior largura da carcaça ao nível dos trocânteres. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica ou régua metálica.

Medida Wr – Medida proposta por Pálsson (1939). Maior largura da carcaça ao nível das costelas. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica ou régua metálica.

Medida Wth – Menor largura da carcaça ao nível da 6ª costela. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica ou régua metálica.

Medida W – Maior largura da carcaça ao nível das espáduas. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica ou régua metálica.

Medida Th – Medida proposta por Pálsson (1939). Maior profundidade entre o esterno e o dorso da carcaça ao nível da 6ª costela. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica ou régua metálica.

Medida U – Perímetro da carcaça atrás das espáduas. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica.

Anca Posterior – Perímetro da carcaça ao nível do períneo. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica.

Anca Anterior – Perímetro da carcaça ao nível dos trocânteres. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica.

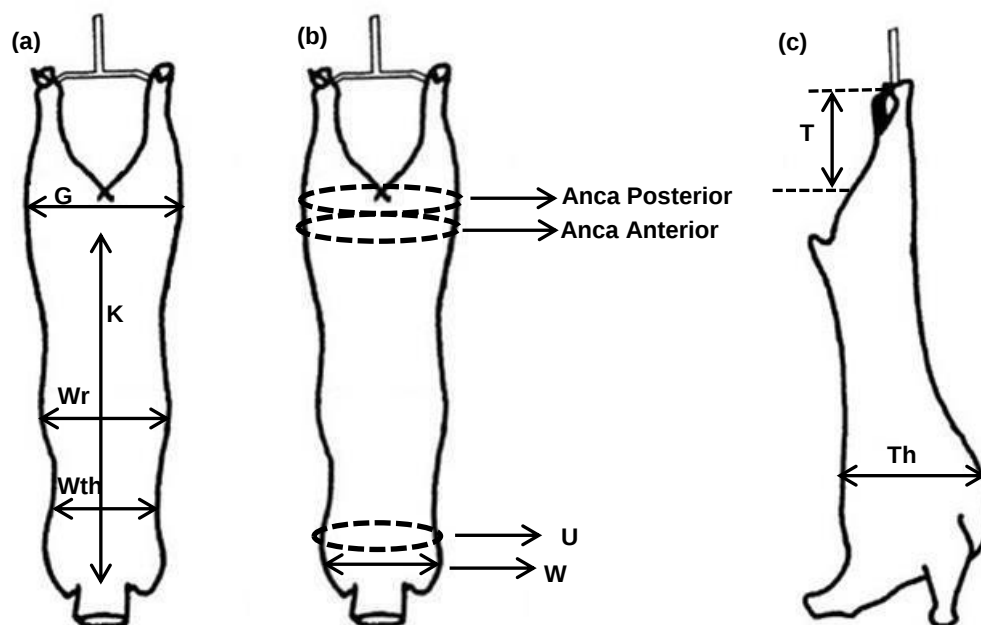


Figura 2 – Medidas (a, b e c) efetuadas na carcaça inteira pendurada (Adaptado de Pálsson, 1939; Timon e Bichard, 1965).

➤ Meia Carcaça (Figura 3)

Medida F – Medida proposta por McMeekan (1939). Comprimento da Perna: distância mais curta entre o períneo e o bordo interior da superfície articular târsico-metatarsica. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica ou régua metálica.

Medida L – Medida proposta por Pálsson (1939). Comprimento da carcaça: desde o bordo anterior da sínfise púbica até ao meio bordo aparente da primeira costela. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica ou régua metálica.

Medida P – Maior distância entre o bordo interior da superfície articular târsico-metatarsica e o bordo anterior da sínfise púbica. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica ou régua metálica.

Medida PP – Maior distância entre o bordo anterior da sínfise púbica e o ponto mais alto do períneo. Medida com a carcaça pendurada e com fita métrica ou régua metálica.

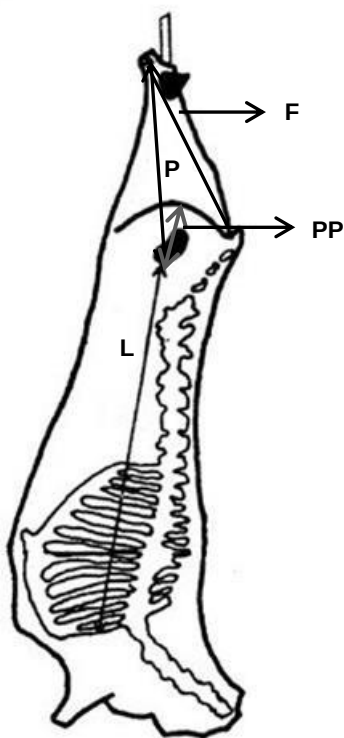


Figura 3 - Medidas efetuadas na meia carcaça pendurada (Adaptado de Pálsson, 1939; Timon e Bichard, 1965).

➤ Outras Medidas (Figuras 4, 5, 6)

Medida 3a – Medida proposta por Hammond (1936). Espessura da gordura subcutânea (GS) obtida a partir de uma incisão na GS a meio da 13^a vértebra torácica que se prolonga 4 cm ventro- lateralmente.

Medida 3b – Medida proposta por Hammond (1936). Espessura dos tecidos da parede torácica: medida obtida entre as linhas média dorsal e média ventral entre a 10ª e a 11ª costela. Medida realizada com a craveira.

Medida A – Medida proposta por Hammond (1936). É o maior eixo da secção do músculo *Longissimus thoracis et Lumborum* (LTL), perpendicularmente a B. É realizada na superfície de secção da meia carcaça, ao nível do corte da 12ª hemivértebra dorsal. Medida com régua metálica.

Medida B – Medida proposta por Hammond (1936). Espessura da secção reta entre a 1ª e a 2ª vértebra lombar do músculo *Longissimus thoracis et Lumborum* (LTL). É realizada na superfície de secção da meia carcaça, ao nível do corte da 12ª hemivértebra dorsal. Medida com régua metálica.

Medida LTL – Área do músculo *Longissimus thoracis et Lumborum* (LTL), tomada na superfície da secção da meia carcaça, ao nível do corte da 12ª hemivértebra dorsal, utilizando o processo de decalque, sendo a área obtida por planimetria.

Medida C – Profundidade da gordura subcutânea acima da medida B. É realizada na superfície de secção da meia carcaça, ao nível do corte da 12ª hemivértebra dorsal. Medida com régua metálica.

Medida J – Espessura da gordura subcutânea acima da face central do músculo *serratus ventralis*. É realizada na superfície de secção da meia carcaça, ao nível do corte da 12ª hemivértebra dorsal. Medida com régua metálica.

Ossos 1 – Medida proposta por Boccard *et al.*, (1958). Distância ao nível da superfície articular társico-metatarsica entre os bordos interiores dos ossos cubóide-escafoide e grande cuneiforme. É realizada numa carcaça inteira pendurada, com um compasso de correção.

Ossos 2 – Medida proposta por Boccard *et al.*, (1958). Distância entre o maléolo interno da tíbia e o maléolo da base do calcâneo. É realizada numa carcaça inteira pendurada, com um compasso de correção.

Medida GR – Obtida por perfuração ao nível da 12ª costela e a 11 cm da linha média dorsal.

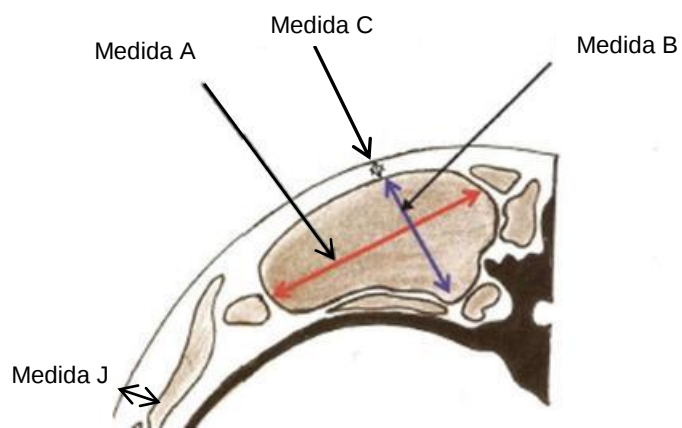


Figura 4 – Ilustração das medidas A; B; C e J (Adaptado de Costa *et al.*, 2012).

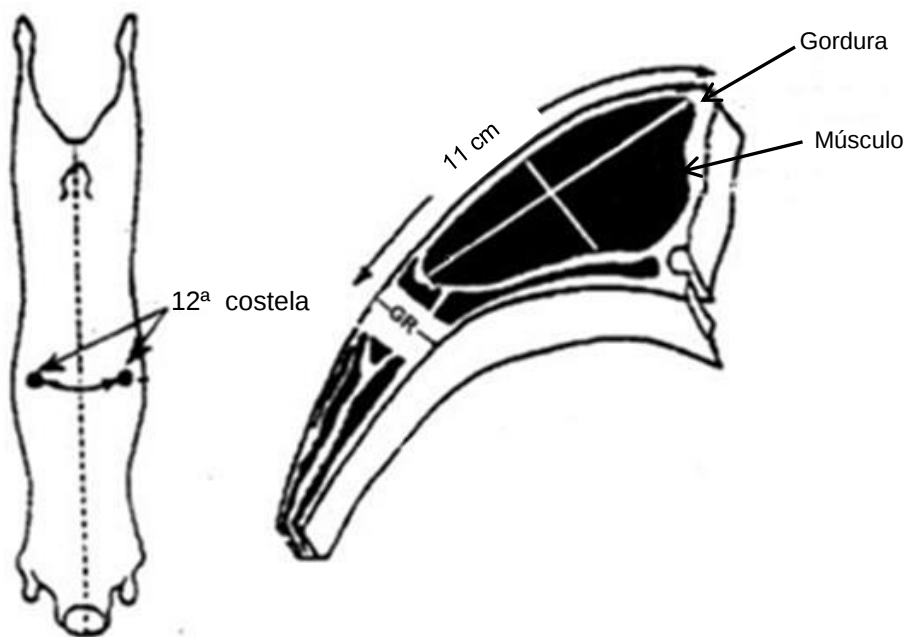


Figura 5 - Local de determinação da medida GR (Adaptado de Neto *et al.*, 2006).

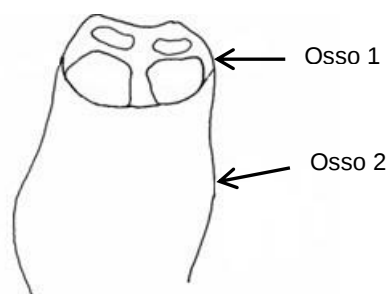


Figura 6 - Representação gráfica das medidas anatómicas O1 e O2 (Ruiz de Huidobro *et al.*, 2005).

Definição das linhas anatómicas e peças do corte segundo o método da Estação Zootécnica Nacional (Calheiros e Neves, 1968) (Figura 7):

Perna – Região posterior do animal, que é separada por um corte tangente à cabeça de fêmur que passa pelo ângulo cotilóide do ílion, ligeiramente à frente da crista ílio-pectínia. Esta linha de corte é traçada de modo a que a superfície da secção seja um plano horizontal.

Sela - Região que tem por limite posterior a linha de separação da perna e como limite anterior uma linha perpendicular à coluna vertebral, traçada no espaço entre a última e a penúltima hemivértebras lombares.

Lombo - Região lombar e paredes abdominais adjacentes, tem como limite posterior a linha de separação da Sela e como limite anterior uma linha perpendicular à coluna vertebral, que corta ao meio a 12^a hemivértebra dorsal.

Costeleta – A costeleta é extraída a partir do meio da 12^a hemivértebra dorsal até uma linha perpendicular ao espaço entre a 5^a e a 6^a hemivértebras dorsais.

Costeleta Anterior – Corresponde ao espaço de separação da Costeleta até ao limite definido pela última hemivértebra cervical e a 1^a dorsal.

Pá – O limite superior da pá é definido como uma linha paralela à linha do dorso e que passa pelo bordo supero-anterior da cartilagem de prolongamento da omoplata. O limite posterior é definido por uma linha perpendicular à linha do dorso e que passa por um ponto situado na parte média da parede torácica, entre a 5^a e a 6^a costela. O limite anterior segue o bordo anterior do membro.

Aba das Costelas – É formada pelas paredes torácicas e obtida por uma linha de corte paralela à linha dorsal, definida a partir de um ponto situado nos espaços intercostais da 11^a e 12^a costelas, que corresponde a duas vezes o comprimento do músculo *longissimus thoracis et lumborum* (LTL), a contar do bordo interior da 11^a hemivértebra, e por outro ponto

que se situa a metade do comprimento do referido músculo, a contar do bordo anterior da 1ª esternebra.

Pescoço – Região formada pelas sete hérnivétebras cervicais.

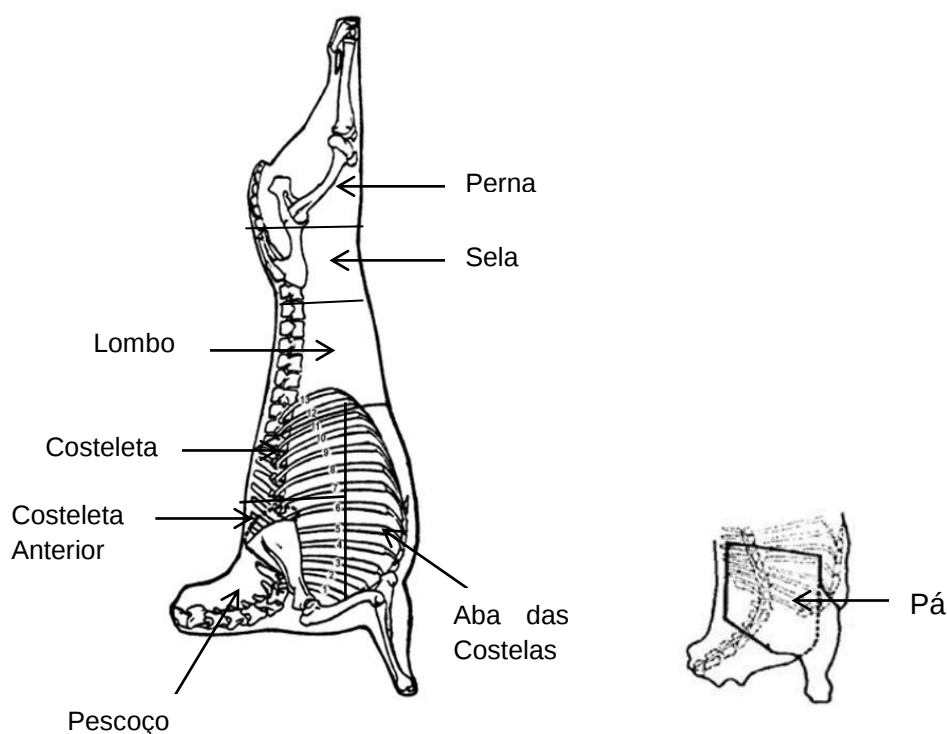


Figura 7 - Representação do corte da carcaça da EZN (Calheiros e Neves, 1968).

2.4. Métodos de classificação de carcaças

É essencial haver sistemas que permitam determinar a qualidade das carcaças. O valor económico da carcaça depende especialmente do seu valor quantitativo e da sua distribuição. Neste conceito está implícito a composição ou proporção das peças de diferentes categorias e a composição ou proporção de tecidos diferentes, nomeadamente o músculo, o osso e a gordura (Ruiz de Huidobro *et al.*, 2005). Podem ser usados métodos de classificação subjetivos e objetivos. De acordo com o artigo 6º no Decreto-Lei nº 168/98 entende-se como classificação subjetiva aquela efetuada por um classificador e, de acordo com o artigo 7º entende-se como classificação objetiva aquela que é determinada pela obtenção do teor em carne magra da carcaça, com base em métodos estatisticamente provados e baseados na medição física de uma ou várias partes anatómicas da carcaça. Na classificação por métodos objetivos, segundo o Artigo 7º, são autorizados o *Intrascopes* (Optical Probe); *Fat-O-Meater* (FOM); e a *Hennessy Grading Probe HGP II*, contudo, este

Decreto-Lei não é claro, dado não pormenorizar se o desenvolvimento de métodos de classificação objectivos é autorizado para as três espécies pecuárias em consideração ou apenas para os suínos tal como definido na Decisão da Comissão 93/34 (1992).

Segundo o Regulamento 1249/2008 (2008) da comissão, as carcaças de ovinos dividem-se em duas categorias para uma posterior avaliação nomeadamente, com menos de doze meses de idade (borregos); ou carcaças de outros ovinos. Normalmente a classificação da carcaça de caprinos, em diferentes países da União Europeia, é baseada no sistema de classificação SEUROP, o qual é caracterizado por uma pontuação subjetiva para a conformação (Figura 8) e gordura (Figura 9), e ainda pelo peso da carcaça (Lambe *et al.*, 2009). O sistema é baseado na utilização de uma linguagem comum para descrever as carcaças usando as características com um significado comercial (Craigie *et al.*, 2012). A conformação é avaliada através de apreciação visual da forma da carcaça, tendo em consideração o quarto traseiro, o dorso e a pá (Quadro 1). A avaliação da camada de gordura é feita através de uma apreciação visual da camada de gordura subcutânea e na gordura da cavidade torácica (Quadro 2).

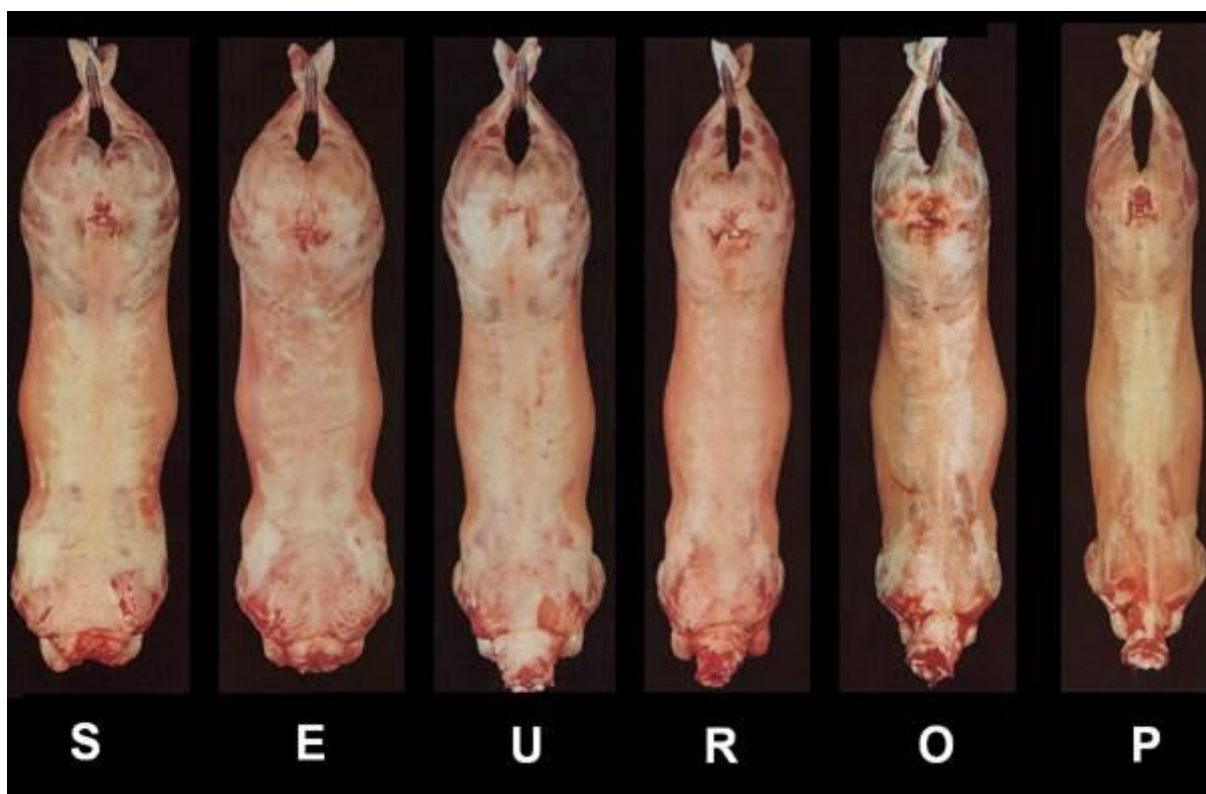


Figura 8 - Padrões Fotográficos para a avaliação da conformação das carcaças de ovino pelo sistema SEUROP. S- Superior, E- Excelente, U- Muito boa, R- Boa, O- Relativamente boa e P- Pobre (UE, 1994a).

Quadro 1 - Descrição das classes de conformação do sistema SEUROP (Regulamento 1249/2008).

Classe de conformação ¹	Descrição
S	Quarto traseiro: músculo duplo. Perfis muito convexos. Dorso: extremamente convexo. Extremamente largo e espesso. Pá: extremamente convexa e extremamente espessa.
E	Quarto traseiro: muito espesso. Perfis muito convexos. Dorso: muito convexo, muito largo e muito espesso até à pá. Pá: muito convexa e muito espessa.
U	Quarto traseiro: espesso. Perfis convexos. Dorso: largo e espesso até à pá. Pá: espessa e convexa.
R	Quarto traseiro: perfis em geral retilíneos. Dorso: espesso, mas menos largo à altura da pá. Pá: bem desenvolvida, mas menos espessa.
O	Quarto traseiro: perfis ligeiramente côncavos. Dorso: pouco largo e pouco espesso. Pá: a tender para estreita, pouco espessa.
P	Quarto traseiro: perfis côncavos a muito côncavos. Dorso: estreito e côncavo, com ossos aparentes. Pá: estreita, achatada, com ossos aparentes.

¹S - Superior; E - Excelente; U - Muito boa; R - Boa; O - Relativamente boa; P - Pobre

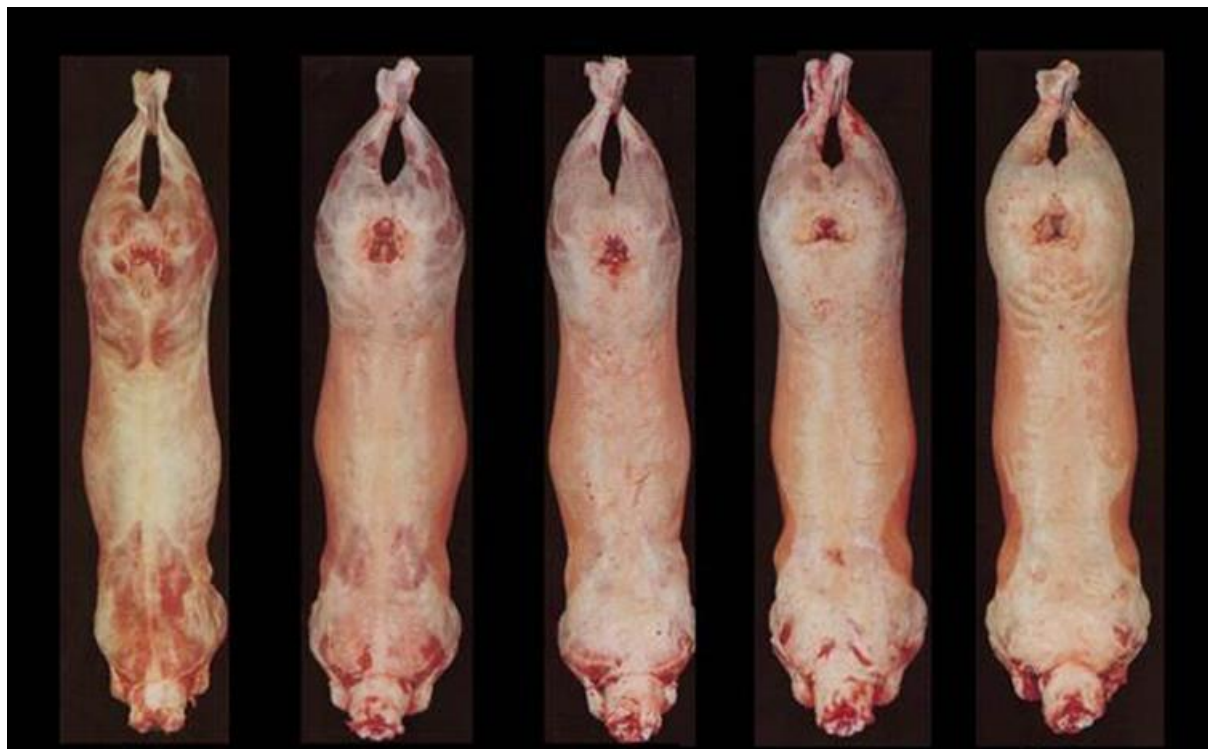


Figura 9 - Padrões Fotográficos para a avaliação da engorda das carcaças de ovino pelo sistema SEUROP. 1 - Reduzida; 2 - Ligeira; 3 - Média; 4 - Abundante; 5 - Muito abundante (Adaptado de UE, 1994a).

Quadro 2 - Quantidade de gordura no exterior e no interior da carcaça em função da classe de estado de engorda (Regulamento 1249/2008).

Classe camada de gordura ²	Descrição	
1	Exterior	Cobertura de gordura inexistente a muito fraca.
	Interior	Abdominal Vestígios ou ausência de gordura sobre os rins.
		Torácica Vestígios ou ausência de gordura visível entre as costelas.
2	Exterior	Carcaça parcialmente coberta por uma ligeira camada de gordura, que pode ser menos visível nos membros.
	Interior	Abdominal Vestígios de gordura ou ligeira camada de gordura envolvendo parcialmente os rins.
		Torácica Músculos claramente visíveis entre as costelas.
3	Exterior	Carcaça totalmente ou na maior parte coberta por uma ligeira camada de gordura. Zonas de gordura ligeiramente mais espessas na base da cauda.
	Interior	Abdominal Rins total ou parcialmente envoltos por uma ligeira camada de gordura.
		Torácica Músculos ainda visíveis entre as costelas.
4	Exterior	Carcaça totalmente ou na maior parte coberta por uma camada espessa de gordura, que pode ser menos espessa nos membros e mais espessa na pá.
	Interior	Abdominal Rins envoltos em gordura.
		Torácica Os músculos entre as costelas podem estar infiltrados de gordura. Podem ser visíveis depósitos de gordura sobre as costelas.
5	Exterior	Camada de gordura muito espessa. Por vezes, nódulos de gordura visíveis.
	Interior	Abdominal Rins envoltos por uma camada espessa de gordura.
		Torácica Músculos entre as costelas infiltrados de gordura. Depósitos de gordura visíveis sobre as costelas.

²1 - Reduzida; 2 - Ligeira; 3 - Média; 4 - Abundante; 5 - Muito abundante

Existem diferentes tipos de carcaças produzidas segundo diferentes regiões. No norte da Europa é característico o uso de carcaças mais direcionadas para carne, onde estão incluídas as raças de elevada musculatura como a Texel; no sul da Europa a produção é mais direcionada para a produção de leite. O primeiro tipo de carcaça pode apresentar normalmente pesos superiores a 20 kg; já no segundo tipo de carcaça, carcaça leve, pode apresenta carcaças com menos de 10 kg em alguns países (Fisher e Boer, 1994). A par desta grande diversidade, observa-se uma dualidade no sistema de produção, nos países da área mediterrânea produzem-se carcaças de baixo peso (Teixeira *et al.*,

1992; Delfa e Teixeira, 1998), geralmente inferior a 13 kg, designadas por carcaças ligeiras. Dada a existência de dificuldade em classificar algumas carcaças que apresentam características menos perceptíveis, os estados membros podem definir outro sistema de classificação. Desta forma, o Regulamento 2137/92 (1992) autoriza a utilização de outros critérios para a classificação de carcaças com menos de 13 kg de peso, ou seja, para as carcaças vulgarmente designadas por carcaças ligeiras. Assim, as carcaças são classificadas em três categorias em função do peso: categoria A - peso inferior a 7 kg; categoria B - peso entre 7,1 e 10 kg e categoria C - peso entre 10,1 e 13 kg. Os seguintes critérios de classificação estão presentes no Regulamento 1249/2008 (2008) (Quadro 3): o peso da carcaça; qualidade, classificada como primeira ou segunda, é realizada com base no grau de cobertura de gordura subcutânea; a cor do músculo (visível no flanco e no *rectus abdominus*) (Figura 10) e o estado de gordura (Figura 11).

Quadro 3 - Sistema de Classificação de Carcaças Ligeiras (Regulamento 1249/2008).

Categoria						
	A		B		C	
Peso	Menor ou igual a 7 kg		7.1 ±10.0 kg		10.1 ±13.0 kg	
Qualidade	1	2	1	2	1	2
Cor	Rosa Claro	Outra Cor	Rosa Claro	Outra Cor	Rosa Claro	Outra Cor
Gordura	2 ou 3	1 ou 4	2 ou 3	1 ou 4	2 ou 3	1 ou 4



Figura 10 - Padrões fotográficos utilizados na União Europeia para a classificação de carcaças de cordeiros com peso inferior a 13 kg de acordo com a cor do músculo *rectus abdominus* (UE, 1994b).

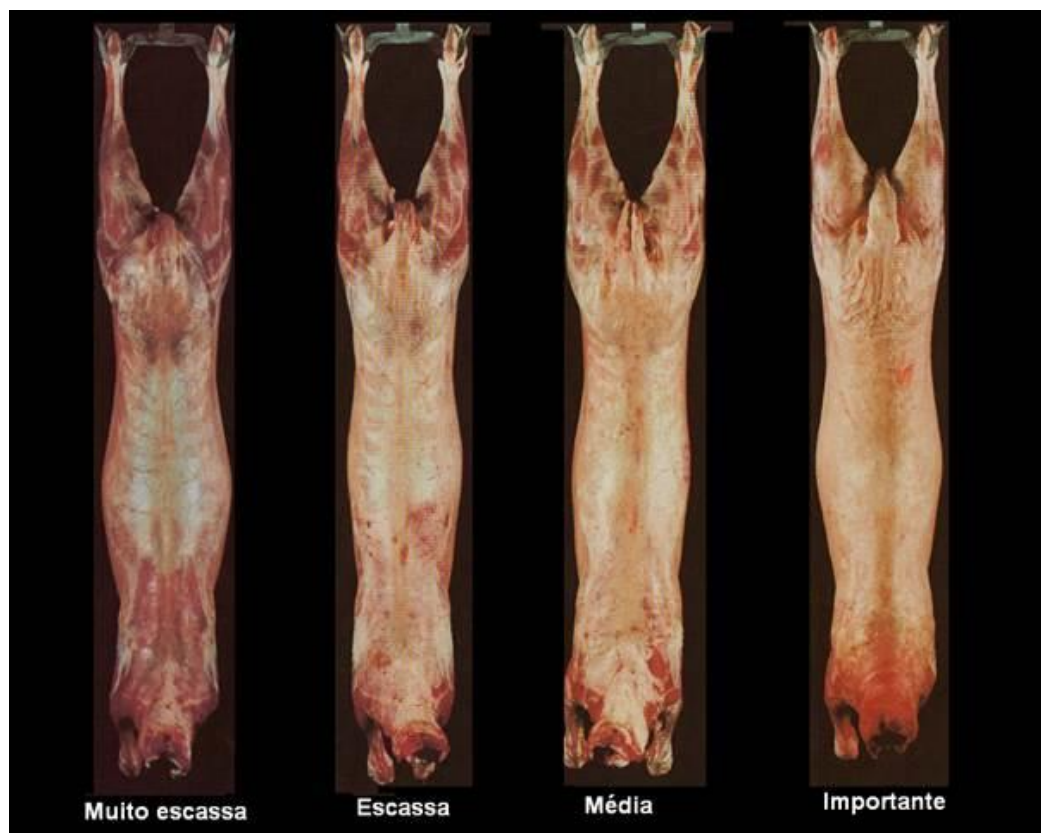


Figura 11 - Padrões fotográficos para a avaliação do estado de engorda pelo sistema de classificação de carcaças ligeiras (UE, 1994b).

2.5. Métodos não destrutivos e não invasivos suportados por imagem para determinação da composição da carcaça

A ciência animal tem vindo a sofrer influência do valor de mercado na produção e, consequentemente, os produtores têm necessidade ter um maior controlo no processo. Isto leva a que os produtores sintam necessidade de prever as características da carcaça através da utilização de métodos de análise não destrutivos e não invasivos (Houghton e Turlington, 1992). A avaliação por padrões tem por base uma apreciação subjetiva, como tal, têm sido desenvolvidos vários métodos para ultrapassar este problema e de modo a criar uma maior confiança num sistema de valor suportado por informação objetiva da carcaça (Craigie *et al.*, 2012). A avaliação da carcaça pode ser influenciada por diversos fatores entre os quais o desempenho do aparelho, do animal e do operador durante a retirada dos dados e, posteriormente, na análise dos resultados (Silva, 2017). Esta avaliação pode ser feita através das técnicas de imagem que permitam ser aplicadas em animais numa exploração. Idealmente devem ser resistentes, portáteis, fáceis de utilizar, capazes de produzir resultados fiáveis e ainda, outro fator muito importante, o custo de aquisição e manutenção do aparelho deve ser aceitável para o público (Wells, 1991). Métodos rápidos, capazes de fazer uma avaliação da carcaça em seis segundos ou menos, seriam relevantes para uma utilização em linha no matadouro e também a capacidade de prevenir uma desvalorização mínima no valor comercial.

Segundo Du e Sun (2004) as imagens obtidas por métodos como VIA, UTR ou TC, estão sujeitas a vários tipos de distorções que podem levar a uma perda na qualidade da imagem e, consequentemente, pode levar a uma análise incorreta da informação. Através de um pré processamento é possível suprimir possíveis distorções indesejáveis ou melhorar algumas características da imagem importantes para a *posteriori*. O processo de análise de imagem geralmente consiste em cinco etapas, nomeadamente a operação de obtenção da imagem, para converter imagens em formato digital; o pré-processamento, para obter uma imagem melhorada com as mesmas dimensões da imagem original; a segmentação de imagem, para desagregar uma imagem digital em regiões disjuntas e não sobrepostas; a medição do objecto, para medir características de elementos como o tamanho, a forma, a cor e a textura; e a classificação, para identificar os objetos classificando-os em diferentes grupos. Como tal existem dois tipos de processamento, o pré processamento de pixéis e o pré processamento local. O primeiro é uma técnica que converte uma imagem inicial numa imagem final, de modo a que os pixéis das duas imagens tenham uma correspondência direta entre o pixel que entra e o pixel que sai com as mesmas coordenadas. Já o pré processamento local, baseia-se no uso de uma pequena zona em volta de uma imagem de

entrada para produzir um novo valor de brilho na imagem de saída, também designada por filtragem. As técnicas de segmentação de imagem podem ser divididas em quatro diferentes formas de análise, nomeadamente a segmentação com base nos limites; na área; no gradiente; e na classificação. Em relação à operação de medição, dado a imagem ter sido segmentada num elemento específico de interesse, o elemento pode ser descrito e representado para o processamento e análise, medindo as várias características, internas ou externas. As medições realizadas no objecto são agrupadas em quatro categorias, nomeadamente o tamanho; a forma; a cor e a textura. Por fim, existe uma análise estatística que é normalmente caracterizada pela existência de um modelo preciso de estimativa.

2.6. Ultrassonografia em tempo real

A ultrassonografia em tempo real (UTR) tem sido largamente utilizada como uma ferramenta não invasiva e não destrutiva para estimar características da carcaça das espécies de produção. Para uma revisão consultar os trabalhos de Teixeira (2009), Silva e Cadavez (2012), Scholz *et al.* (2015) e Silva (2017). Aquando da realização da análise da imagem é possível obter informação da espessura da gordura ou do músculo e com isso fazer uma estimativa da composição da carcaça e da qualidade da carne (Du e Sun, 2004).

Ao longo dos anos a técnica de ultrassons evoluiu muito tendo passado de uma análise simples de modo A nos anos 60 do século XX, a uma técnica em que era possível obter imagens 2D no final dos anos 60 e durante a década de 70 até ao aparecimento da técnica de RTU no início dos anos 80 e até aos dias de hoje (Silva, 2017). A Figura 12 ilustra bem a evolução da técnica de ultrassons.

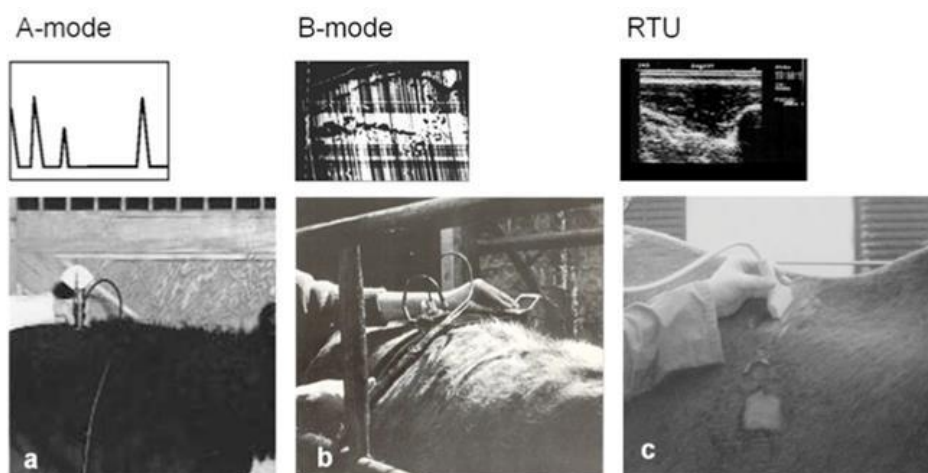


Figura 12 - Representação dos diferentes tipos de monitorização modo A (a), modo B (b) e tempo real (c) (Adaptado de Batista, 2017).

2.7. Análise de imagem vídeo

O método de análise de imagem vídeo (VIA) foi desenvolvido nos EUA no início dos anos 80, com o intuito da realização de uma avaliação objetiva de carcaças (Cross *et al.*, 1983). O método VIA passou por uma evolução direcionada para classificação das carcaças, em cinco países, nomeadamente Dinamarca (SFK, BCC-2), Alemanha (E + V, VBS2000), Austrália (Meat and Livestock Australia, VIAscan), França (Normaclass) e Canadá (Lacombe CVS) (Allen e Finnerty, 2000). Os distintos sistemas de VIA diferem no número de câmaras digitais, na iluminação e na colocação da carcaça (Fortin *et al.*, 2003; Davidson e Pethick, 2005).

O método VIA tem por base imagens da carcaça obtidas com uma ou mais câmaras e que são analisadas com um *software* especializado para extrair os dados contidos nessas imagens. Fundamenta-se no princípio físico da reflexão da luz sobre um objeto, possibilitando analisar as distintas bandas espectrais da luz reflectida na própria imagem, permitindo formar "classes" relacionadas com uma característica conhecida do objeto que se pretende medir (Allen e Finnerty, 2001). Após análise das imagens são obtidas medidas de comprimento, largura, área, volume, ângulo e cor. Este método é usado para prever a classificação da conformação e da gordura, permitindo prever o rendimento comercializável de uma carcaça e, conseqüentemente, uma maior valorização económica (Pabiou *et al.*, 2011; Craigie *et al.*, 2012). Os sistemas VIA desenvolvidos para aplicação comercial obrigam ao cumprimento de três atributos que elevam os custos. Em primeiro lugar a necessidade de adequar o sistema à velocidade da linha de abate é muito elevada, o que obriga o desenvolvimento de sistemas rápidos para processar imagens; em segundo lugar a necessidade de ter sistemas automáticos para obtenção em tempo real da avaliação da carcaça; finalmente a necessidade de todo o equipamento necessitar de proteção contra as condições do matadouro. Como tal, a aquisição do VIA só se justifica em situações de unidades de grande dimensão (Oliver *et al.*, 2010). Esta técnica tem de ser robusta, fácil de utilizar, de baixo custo e criar imagens precisas e com grande repetibilidade (Stanford *et al.*, 1998).

Este método tem várias vantagens em relação à classificação subjetiva, ou seja, realiza uma classificação objetiva e consistente e permite uma redução do trabalho na linha de abate (Quadro 4) (Einarsson *et al.*, 2014). A avaliação da qualidade das carcaças de bovinos e ovinos tem sido realizada por métodos que têm por base uma apreciação visual por comparação com padrões fotográficos. Esta abordagem tem sido seguida na União Europeia (UE) com o sistema SEUROP (Einarsson *et al.*, 2014) ou com o sistema de classificação para carcaças ligeiras (Santos *et al.*, 2017). Para ovinos e bovinos têm sido

publicados vários trabalhos que mostram a utilidade desta abordagem (Craigie *et al.*, 2012; Einarsson *et al.*, 2014; Caro *et al.*, 2018). No entanto, para os caprinos e sobretudo para as carcaças ligeiras desta espécie, os trabalhos que envolvem abordagens por análise de imagem são escassos.

Quadro 4 - Vantagens do sistema de avaliação de carcaças por Análise de Imagem Vídeo comparativamente à avaliação por especialistas (Allen e Finnerty, 2001; Hopkins *et al.*, 2004; Davidson e Pethick, 2005).

Avaliação visual	Sistema VIA
Avaliação subjetiva, varia com a experiência do avaliador e não merece confiança;	Preciso, exato, muito consistente e de confiança;
A carcaça está em movimento pouco tempo para obter muita informação;	Análise a partir de uma imagem. Possibilidade de obtenção de muita informação;
Os resultados podem variar com o lugar e com o tempo;	Independente do lugar e do tempo;
Depende da capacidade do avaliador não é rápido para recolher, analisar e processar a informação;	Pode analisar dezenas de indicadores por segundo;
Quando há pouca variação é difícil distinguir as carcaças;	Pode discriminar as carcaças de forma contínua;
Alteração da qualidade da avaliação com o tempo de trabalho;	Não há problemas de cansaço;
Necessita de uma escala. A má utilização da escala pode conduzir a problemas de repetibilidade;	Possui informação e capacidade para integrar todos os indicadores de qualidade;
A informação não está disponível de forma imediata;	Informação disponível de forma imediata e em rede;
Fluxo de informação descontínuo e tardio.	Fluxo de informação contínua para o produtor e restantes elemento da fileira.

2.8. Tomografia computadorizada

A tomografia computadorizada surgiu, como método de diagnóstico por imagem, em 1972, introduzido por G. N. Hounsfield, em Middlesex – Inglaterra (Nóbrega, 2012).

Segundo Silveira e Cabanellos (2017) a TC utiliza raios X, que por sua vez consiste num princípio baseado no transporte de energia de um meio para o outro através de ondas eletromagnéticas. Desde 1970, a TC começou a ser usada para fazer diagnósticos nos humanos, e a partir de 1980, começou a ser utilizada em estudos feitos com animais (Kongsro *et al.*, 2008). O método obteve grande repercussão, principalmente pela possibilidade da avaliação de tecidos “moles” como os músculos (Nóbrega, 2012). Em 1970

efetuava-se um varrimento do corpo inteiro; em 1980 baseava-se numa única e rápida varredura; e em 1990, por sua vez, já era efetuado um varrimento rápido e em espiral de maior volume (Johansen *et al.*, 2007). Esta técnica é uma das ferramentas de diagnóstico mais sofisticadas e permite uma análise precisa da quantidade e da distribuição dos tecidos principais através de um alcance de forma não invasiva (Wells, 1991; Kupai *et al.*, 2009). Esta ferramenta tem-se mostrado como uma eficiência económica para a classificação e diferenciação dos tecidos moles da carcaça (Kongsro, 2008). Ao longo dos anos houve uma evolução nas gerações de captação de imagem (Figura 13 e Quadro 5).

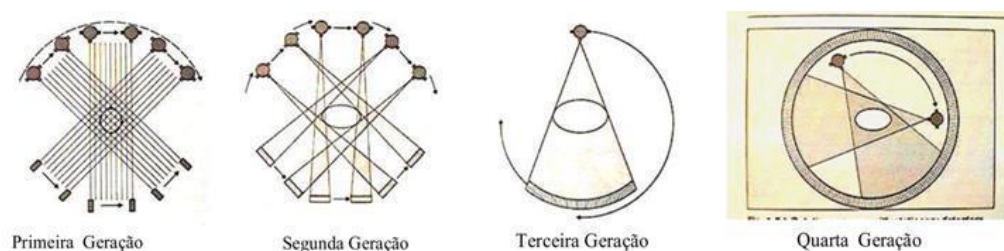


Figura 13 - Ilustrações das quatro gerações de equipamentos TC (Nóbrega, 2012).

Quadro 5 - Resumo das quatro gerações de equipamentos TC (Nóbrega, 2012) (continua).

Geração	Procedimento	Tempo de aquisição de 1 corte
1 ^a	Feixe de radiação muito estreito, medindo aproximadamente 3x13mm, que fazia uma varredura linear sobre o objeto coletando informações de 160 feixes distintos. Feita a primeira varredura o tubo sofria uma rotação de 1 grau para iniciar nova varredura e coletar as informações de outros 160 feixes na nova projeção. Este procedimento era repetido 180 vezes.	5 minutos
2 ^a	O feixe passou a ser laminar e, em forma de leque, de forma a cobrir o conjunto de detetores variáveis (entre 20 e 40 dependendo do fabricante). Múltiplas projeções desfasadas de movimento de rotação da ordem de 1 grau até perfazer um total de 180 projeções.	< 1 minuto
3 ^a	Eliminação do método por varredura linear, passando a fazer movimentos de rotação contínuos ao mesmo tempo em que se faz a recolha dos dados. Possui um conjunto de detetores com aproximadamente 600 unidades, suficientes para coletar os dados de um feixe largo de radiação, girando sincronicamente com o tubo de raios-X.	2 - 5 segundos

Quadro 5 - Resumo das quatro gerações de equipamentos TC (Nóbrega, 2012) (conclusão).

Geração	Procedimento	Tempo de aquisição de 1 corte
4 ^a	Possui um conjunto de detetores distribuídos pelos 360 graus da abertura do <i>gantry</i> , ocupando assim, o anel por completo. A principal inovação observada a partir desses equipamentos foi a introdução da tecnologia Slip-ring, que consiste num anel de ligas especiais, que fornece a tensão primária ao ânodo e ao cátodo do tubo de raios-X, sem a conexão de cabos.	2 - 5 segundos

A análise através desta técnica consiste primeiramente na passagem de um feixe em forma de leque; seguindo-se da aquisição da imagem, gerando cortes transversais ao plano do corpo; a digitalização da imagem que poderá ser manipulada por softwares; e, por fim, o arranjo da matriz, quanto maior a matriz melhor será a resolução da imagem (formação dos elementos de imagem denominados individualmente por “pixel”, que é, por sua vez, a área resultante da intersecção das linhas com as colunas). No fim, analisa-se a vasta informação recolhida, recorrendo a ângulos de projeção diferentes de leitura e reconstrói-se uma imagem que demonstre uma estrutura na sua forma real (Nóbrega, 2012).

Os exames tomográficos geram dois tipos de imagem, uma corresponde a um plano transversal ao corpo a ser analisado e resulta numa reconstrução bidimensional de uma secção desse corpo; outro tipo de imagem é semelhante a um exame de raio-X, que é utilizado para achar o ponto que se pretende obter o primeiro tipo de imagem referido anteriormente. Se associarmos as propriedades dos raios-X que apresentam uma escala de cinzentos variada, representando o grau de densidade dos diferentes tecidos, vai nos permitir distinguir os diferentes tecidos do corpo (Figura 14) (Glasbey e Robison, 1999; Silva *et al.*, 2007; Nóbrega, 2012).

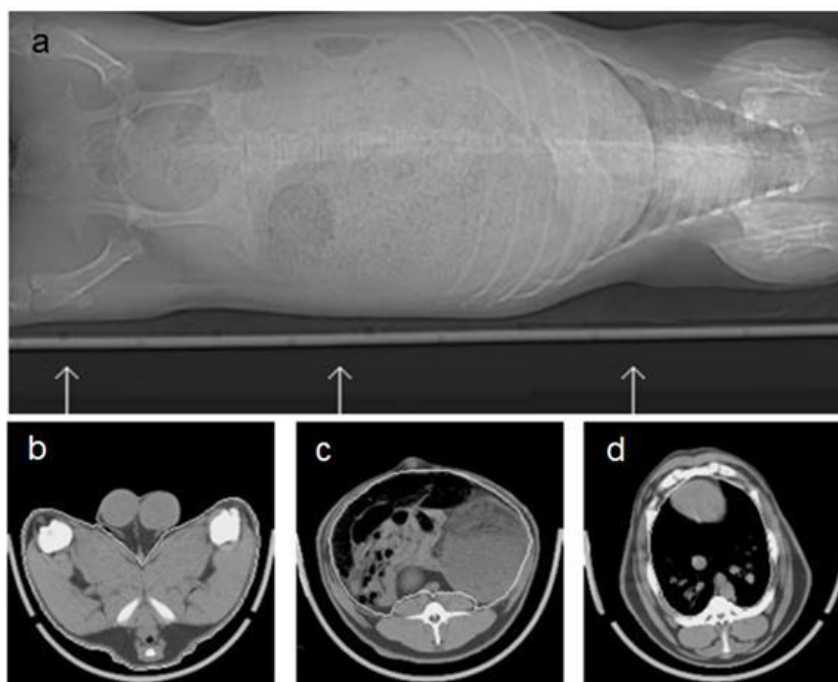


Figura 14 - Imagens obtidas pelo método da Tomografia Computorizada num ovino deitado em decúbito dorsal numa cama adequada. (Glasbey e Robison, 1999; Silva *et al.*, 2007).

De forma a avaliar as diferentes densidades eletromagnéticas dos tecidos adotou-se escala de densidades conhecida por Escala de Hounsfield, onde as unidades assumem valores pré-estabelecidos entre -1000 (ar) até $+1.000$ (chumbo) (Quadro 6) (Silva *et al.*, 2007; Nóbrega, 2012).

Quadro 6 - Exemplos de medidas Hounsfield HU (Nóbrega, 2012).

Unidades Hounsfield (HU)	Tecido
300 - 1000	Osso denso
100 - 200	Osso normal
20	Músculo
0	Água
- 20 a - 80	Gordura
- 1000	Ar

Contudo, a TC pode apresentar alguns problemas, nomeadamente, aspetos relacionados com oanel: má calibração dos detetores. A periodicidade da calibração pode variar de aparelho para aparelho, contudo, hoje em dia a maioria requer apenas uma calibração diária; materiais de alta densidade (Strike); ruído da imagem, principalmente com feixes de baixa energia ou com objetos de grandes dimensões (Nóbrega, 2012).

Com os avanços ao longo do tempo, resultou no desenvolvimento do método da tomografia computadorizada em espiral (SCTS). É uma técnica de análise em que consiste, quando um feixe de raios X faz uma rotação completa (360°) em torno do animal, numa imagem ou apenas num corte (Figura 15). Quanto mais detetores possui um scanner da tomografia, maior número de cortes por rotação é possível adquirir. O aumento de um maior número de linhas do detetor permite uma maior visualização detalhada da parte anatômica num menor período de tempo. Este método apresenta vantagens como a velocidade de aquisição de imagem de maior resolução e também é recomendado para imagens 3D. Novas medidas dos músculos foram possíveis como consequência à avaliação da massa muscular e das dimensões esqueléticas pela tomografia. Em comparação a índices anteriores do tecido muscular analisados em TC, a precisão foi mais elevada com o índice da perna (correlações entre TC e índices de dissecação de 0,89 vs. 0,51) e menor com a região lombar (0,55 vs. 0,44) (Navajas *et al.*, 2007; Clelland, 2015).

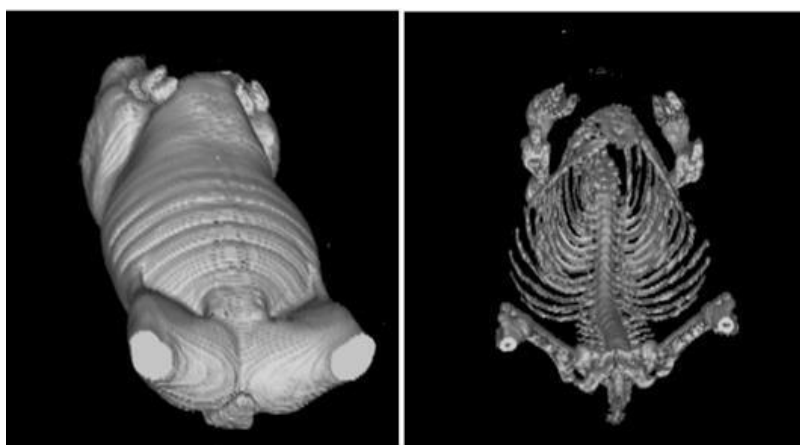


Figura 15 - Reconstrução do corpo (esquerda) e do esqueleto (direita) de um ovino vivo através do uso de imagens transversais com 8mm de distância. (Bunger *et al.*, 2011).

O uso da Tomografia Computorizada raio-X permite previsões precisas *in vivo* dos pesos totais da gordura, músculo e osso em toda a carcaça; apenas em certas regiões ou em áreas que não correspondem à carcaça do animal vivo (Lambe *et al.*, 2008).

3. Parte Experimental

3.1. Materiais e métodos

3.1.1. Animal e local

Neste trabalho foram utilizadas dez carcaças de cabritos da raça Bravia. Esta raça é produzida em sistemas tradicionais em regime extensivo recorrendo ao pastoreio de montanha. Existem dois ecótipos, o do Marão-Alvão, as cabras são mais compridas, mais largas e geralmente castanhas ou ruivas; e o do Gerês, as cabras são mais baixas, menos largas e geralmente são pretas ou bicolores. Os cabritos foram produzidos de acordo com o sistema tradicional da raça Bravia e abatidos num matadouro oficial, em conformidade com os regulamentos nacional e Europeu para o bem-estar. Após o abate, as carcaças foram refrigeradas a 4°C durante 24h e determinado o peso da carcaça fria (PCF). As carcaças apresentaram um PCF de $5,2 \pm 0,81\text{kg}$. As carcaças foram embaladas a vácuo e transportadas para o laboratório de análise da qualidade de carcaças e da carne da UTAD para avaliação da composição por tomografia computadorizada (TC) e análise de imagem vídeo (VIA) e ainda para a determinação da composição da carcaça por dissecação.

3.1.2. Medições e pesagens

As carcaças foram divididas simetricamente em duas meias carcaças por corte sagital da coluna vertebral em que, a meia carcaça esquerda foi dividida segundo o corte da EZN proposto por Calheiros (1968) e Santos *et al.* (2008), no qual se obtiveram 8 peças - perna, sela, lombo, costeletas, costeletas anteriores, aba das costelas, pescoço e pá (Figura 16). Cada peça foi embalada num saco plástico, identificada e congelada a -20°C para posterior dissecação. Todo o processo de corte das carcaças foi sempre realizado pelo mesmo operador, de modo a evitar a existência de uma heterogeneidade no corte.

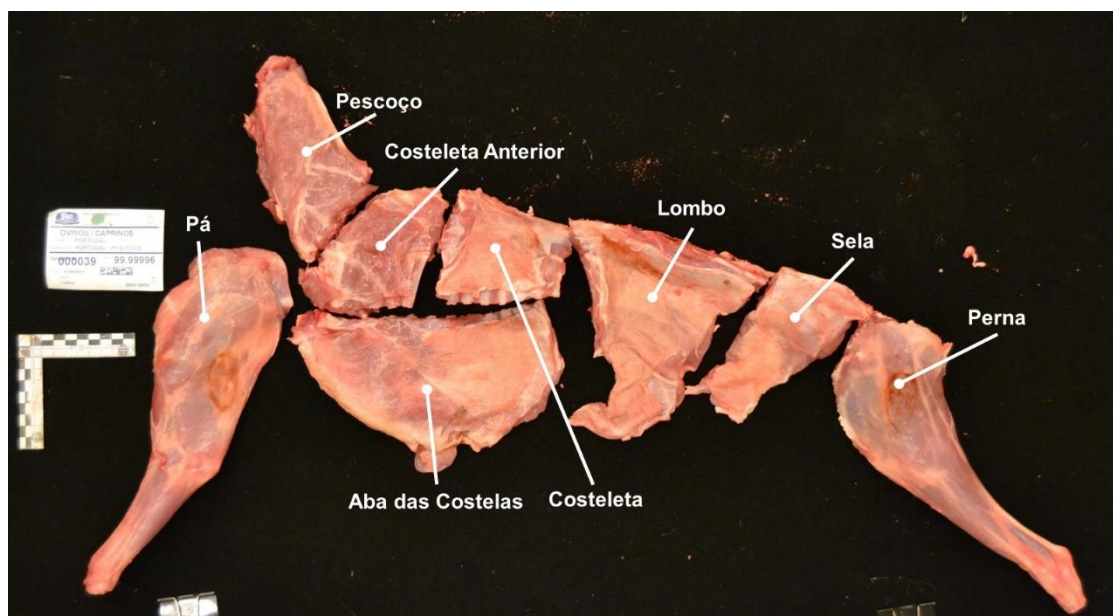


Figura 16 - Imagem que ilustra a meia carcaça esquerda dividida segundo o corte da EZN.

Para a dissecação, após descongelamento, as peças foram pesadas, numa balança com 0,1g de precisão (Precisa 30000 D SCS), e separadas em músculo, gordura subcutânea, gordura intermuscular e osso, constituindo os nervos, tendões, vasos sanguíneos, gânglios linfáticos o resíduo. Após a dissecação foram pesados os tecidos e o resíduo. Para a dissecação foi seguida a metodologia proposta por Fisher e Boer *et al.* (1994). A dissecação foi realizada sempre no mesmo local, com condições de temperatura e de luz constantes. Todo o processo de dissecação foi sempre realizado pelo mesmo operador e cada peça foi dissecada minuciosamente, no menor tempo possível. A Figura 17 ilustra uma peça antes e após a dissecação. Em cada peça, durante a realização da dissecação, os tecidos já separados mas não terminados eram colocados de baixo de um pano húmido de modo a evitar perdas de humidade, e no fim da separação completa do tecido foram pesados e embalados (Santos *et al.*, 2008). Todo o processo foi realizado com material próprio nomeadamente luvas, pinça, faca e bisturi, fornecido pela Universidade.

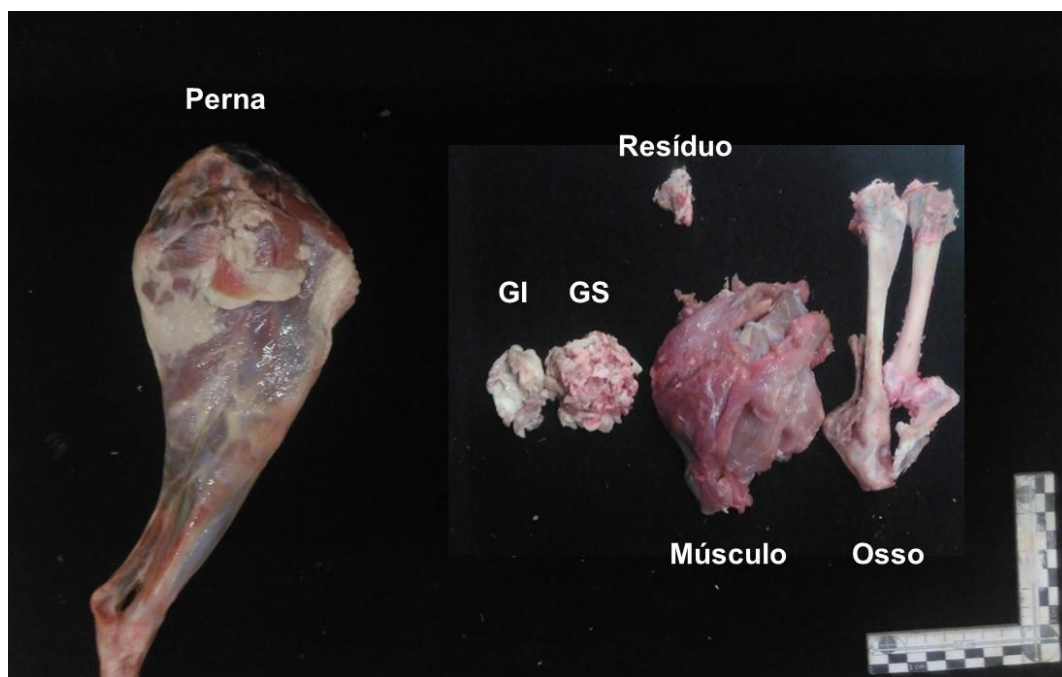


Figura 17 - Imagem que ilustra uma peça antes e após a dissecação nos seus tecidos músculo, gordura subcutânea, gordura intermuscular, osso e resíduo.

3.1.3. Tomografia computadorizada

As carcaças foram transportadas para o Hospital Veterinário da UTAD para serem examinadas num equipamento de TC GE Brivo 325. Este equipamento tem como principal objetivo o apoio de diagnóstico mas também tem sido utilizado em trabalhos de estimativa da composição da carcaça e de características da carcaça (Silva e Ginja, 2015). As carcaças foram colocadas sempre na mesma posição (Figura 18). Para a obtenção das imagens foi utilizado o modo espiral com uma espessura de corte de 5mm. A reconstrução dos dados foi feita num equipamento com um software usando uma matriz de imagem de tomogramas de [512 X 512]. Em relação às configurações do scanner relativas à corrente e tensão elétrica foram Auto mA e 120 kV, respetivamente. As frequências de distribuições de pixéis HU (histograma) foram usadas para a segmentação de tecidos e cálculo de volume.

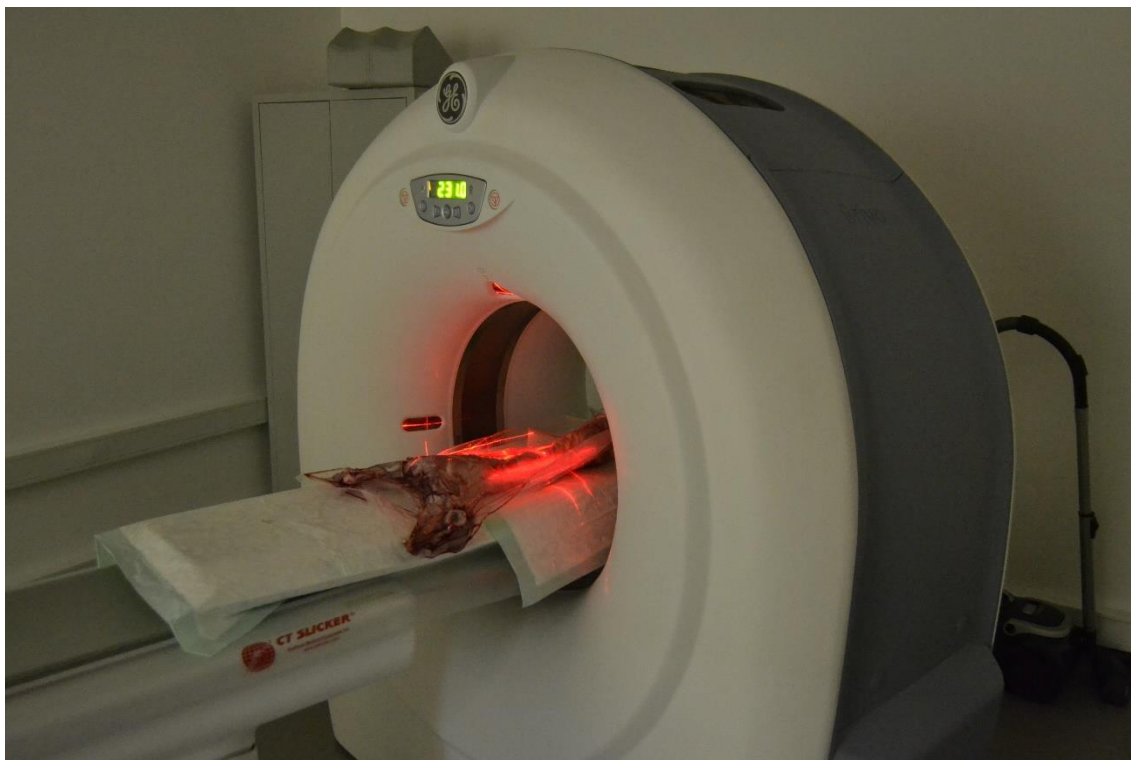


Figura 18 - Carcaça de cabrito durante os procedimentos de ajustamento da mesa do aparelho de tomografia computadorizada.

Para a determinação do volume dos tecidos foi seguido o procedimento aplicado num trabalho anterior de carcaças de cabritos (Silva *et al.*, 2015). Foi utilizado o método de segmentação (*thresholding*) tendo em consideração as unidades Hounsfield (HU) características de cada tecido. Assim para o tecido muscular foi segmentado utilizando uma gama de -22 a 146 HU; o tecido adiposo foi segmentado através de uma gama de -194 e -23 HU e para o osso foi considerado um valor de HU entre 146 e 1000.

A Figura 19 ilustra o resultado da segmentação para cada tecido após a aplicação daqueles intervalos de unidades HU. Para transformar o volume dos tecidos em massa foram utilizados os seguintes valores: músculo 1,0599 g/cm³; gordura 0,9094 g/cm³ e osso 1,7500 g/cm³ (<http://www.scrollseek.com/training/densitiesofdifferentbodymatter.html>).

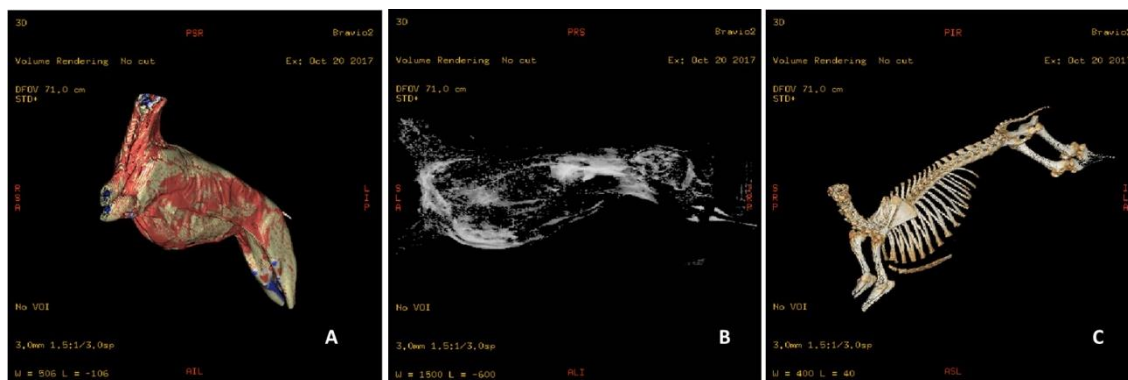


Figura 19 - Imagens que ilustram o resultado da segmentação para cada tecido após a aplicação dos intervalos de unidades Hounsfield. A – tecido muscular, B – tecido adiposo e C – tecido ósseo.

3.1.4. Análise de imagem vídeo

Para aquisição das imagens a carcaça foi pendurada contra um fundo preto opaco e foram obtidas imagens numa vista dorsal e numa vista lateral. As imagens foram capturadas usando uma câmara digital (Nikon D3100) com um sensor de 8 megapixels. As imagens foram obtidas com modo manual de operação, velocidade do obturador de 1/60s, F/4.5, ISO de velocidade 400, sem *flash* e com distância focal de 26mm. As imagens foram gravadas no formato JPEG. Todo o procedimento de aquisição das imagens foi realizado em iguais condições de luz. A câmara foi colocada a 3 m num plano perpendicular à carcaça. Para escala foi utilizada uma régua com 10 cm. No presente trabalho foram realizadas 13 medidas na vista dorsal (VD) e 12 medidas na vista lateral (VL). Foram realizadas medidas de área (3 VD e 4 VL), ângulo (2 VD e 2 VL), comprimento (2 VD e 2 VL) e largura (6 VD e 4 VL). Estas 25 medidas foram obtidas por análise de imagem com recurso ao programa ImageJ (ImageJ 1.42q, <http://imagej.nih.gov/ij/>). As medidas realizadas foram definidas previamente em vários trabalhos (Pálsson, 1939; Timon e Bichard, 1965; Rius-Vilarrasa *et al.*, 2010; Monteiro *et al.*, 2012; Batista *et al.*, 2016; Ngo *et al.*, 2016).

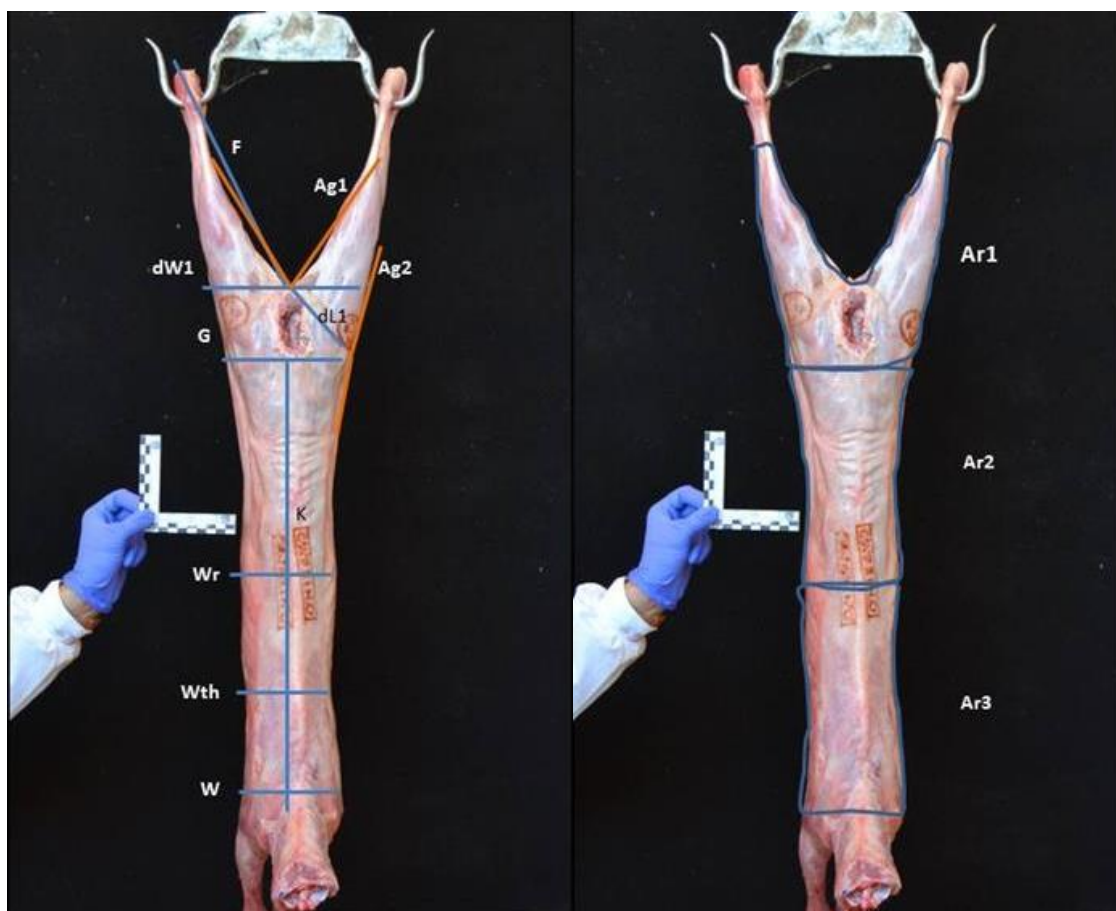


Figura 20 - Vista dorsal da carcaça de cabritos leves da raça Bravia com as medidas recolhidas por VIA.

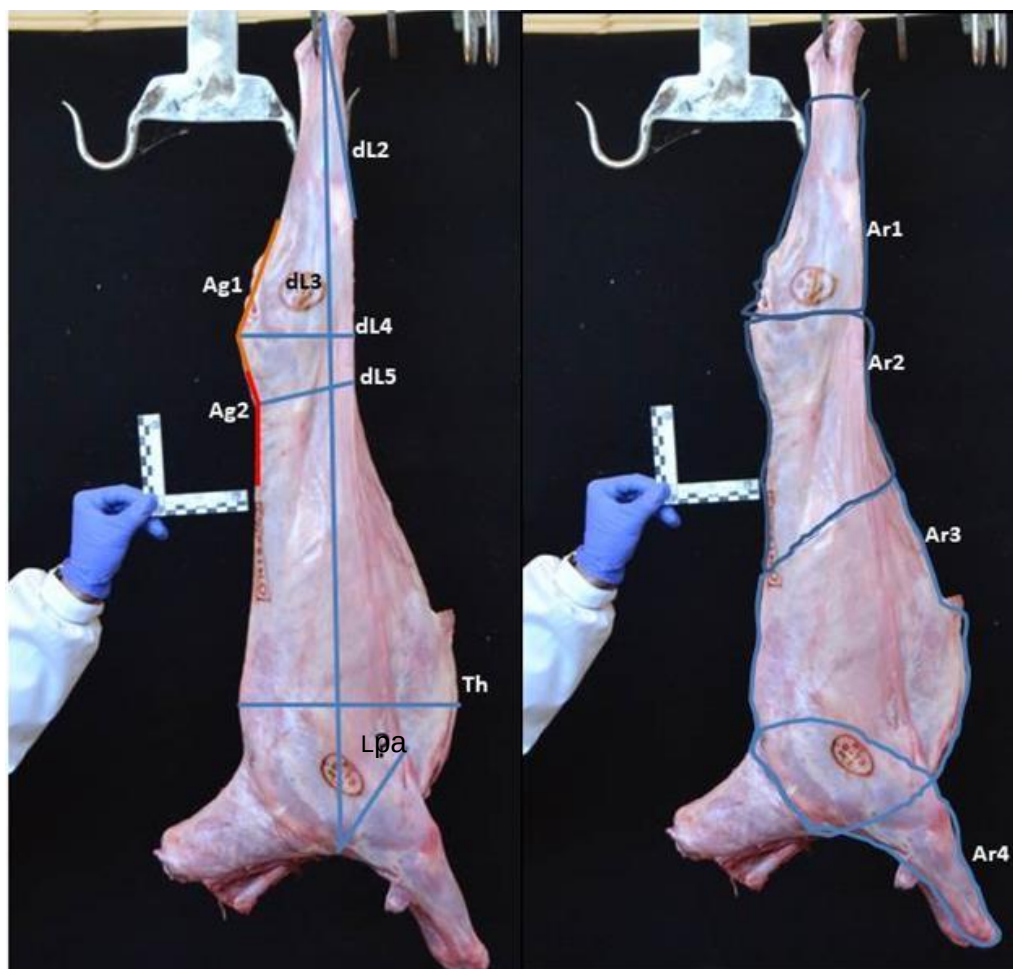


Figura 21 - Vista lateral da carcaça de cabritos leves da raça Bravia com as medidas recolhidas por VIA.

3.1.5. Análise estatística

Para a análise da composição da carcaça e das peças foi realizada uma estatística descritiva com a determinação da média, desvio padrão, máximo, mínimo e coeficiente de variação (CV). Relativamente à análise de TC também foram realizadas análises descritivas e uma análise de variância simples para o peso da carcaça e o peso dos tecidos entre a TC e a dissecação. Foi ainda feita uma análise de correlação e de regressão entre as variáveis de composição determinada por dissecação e as respetivas variáveis obtidas por TC. Para a análise do VIA foram realizadas análises descritivas, como referido anteriormente e para a estimativa da composição da carcaça dos cabritos a partir de medidas VIA foram realizados análises de regressão utilizando o procedimento *stepwise*. Para avaliar o desempenho dos modelos foi utilizado o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio padrão dos resíduos (DPR). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa JMP (versão 13; SAS Institute, Cary, NC, EUA).

3.2. Resultados e discussão

3.2.1. Composição da carcaça

A média, desvio padrão (dp), mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) para o peso da carcaça, das peças e dos tecidos (g) e percentagem dos tecidos (%) são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 - Média, desvio padrão (dp), mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) para o peso da carcaça, das peças e dos tecidos (g) e percentagem dos tecidos (%).

	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
Peso carcaça g	5207,98	805,81	4274,90	7004,30	15,47
Peso da carcaça fria - metade direita g	2025,83	315,49	1668,10	2726,80	15,57
Peso da carcaça fria - metade esquerda g	2085,13	322,77	1683,90	2754,10	15,48
Peso antes dissecação g	2030,07	303,41	1648,00	2643,70	14,95
Composição da carcaça g					
Músculo	1023,03	147,04	828,30	1333,00	14,37
Gordura subcutânea	67,41	28,29	28,30	115,90	41,97
Gordura intermuscular	100,30	26,28	65,00	134,10	26,20
Gordura da carcaça	167,71	43,32	104,90	250,00	25,83
Osso	437,40	62,69	333,00	554,60	14,33
Resíduos	92,01	26,74	50,20	135,80	29,06
Composição da carcaça % [#]					
Músculo	50,45	1,31	48,87	52,32	2,59
Gordura subcutânea	3,28	1,15	1,45	5,07	35,12
Gordura intermuscular	4,99	1,39	3,26	7,74	27,75
Gordura da carcaça	8,27	1,77	5,36	10,95	21,35
Osso	21,68	2,41	18,07	25,07	11,12
Resíduos	4,49	0,87	2,72	5,64	19,33

os valores da composição da carcaça em percentagem são calculados relativamente ao peso antes da dissecação.

A amostra utilizada está dentro do peso usual de carcaça para esta raça com um intervalo de peso de carcaça entre os 4 e os 7 kg. Não foi observada uma grande variação para as variáveis associadas ao peso da carcaça, músculo e osso (CV entre 14,33 e 15,57%) já para as variáveis de peso de gordura foi observada uma maior variação (CV=41,97% para a gordura subcutânea e CV = 26,20% para a gordura intermuscular). O valor de CV mais reduzido foi observado para a percentagem de músculo (CV=2,59%). É também de notar que os resíduos também apresentam uma variação elevada (CV=29,06% e 19,33%, para o peso e percentagem, respetivamente).

Estes resultados vão de encontro ao referenciado por outros autores que realizaram trabalhos com carcaças ligeiras, quer de ovinos quer de caprinos (Santos *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2017). Está bem documentado que o tecido adiposo é o que apresenta maior variação mesmo em carcaças ligeiras, que estão associadas a animais muito jovens, e, portanto, ainda numa fase precoce do desenvolvimento daquele tecido (Santos *et al.*, 2007).

No Quadro 8 são apresentados os valores da média, desvio padrão (dp), mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) para a percentagem das peças na carcaça e para o peso das peças antes da dissecação da carcaça.

Quadro 8 - Média, desvio padrão (dp), mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) para a percentagem das peças na carcaça e para o peso das peças antes da dissecação da carcaça.

Peça	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
Percentagem da peça na carcaça % ^{\$}					
Perna	24,98	0,76	23,79	26,32	3,04
Sela	7,62	0,72	6,53	8,62	9,46
Lombo	10,45	0,74	9,12	11,76	7,08
Costeleta	7,20	0,90	5,73	8,83	12,55
Costeleta anterior	5,85	0,88	4,15	7,07	15,04
Pá	21,58	0,89	20,48	23,09	4,11
Aba das costelas	12,77	1,00	11,22	13,78	7,83
Pescoço	9,55	0,66	8,24	10,37	6,88
Peso da peça antes da dissecação g					
Perna	505,90	68,01	419,00	650,20	13,44
Sela	155,95	34,87	112,50	214,00	22,36
Lombo	211,36	28,74	178,40	273,30	13,60
Costeleta	146,70	29,91	94,40	181,60	20,39
Costeleta anterior	118,08	21,04	88,20	148,60	17,82
Pá	437,85	67,03	374,30	585,60	15,31
Aba das costelas	260,65	52,13	184,90	344,00	20,00
Pescoço	193,58	29,76	162,80	250,20	15,38

^{\$} os valores da percentagem das peças na carcaça são calculados relativamente ao peso antes da dissecação.

A perna e a pá são as peças com maior percentagem na carcaça (25 e 22%, respetivamente). Este valor é variável e depende em larga medida do tipo de corte da carcaça, todavia há um consenso em que estas são as peças mais representativas das carcaças de cabrito. A perna representa a peça mais valorizada da carcaça o que é referido por diversos autores (Santos *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2017). Estes últimos autores realizaram um trabalho de estimativa e verificaram que a pá é uma peça que explica bem a composição da carcaça.

No Quadro 9 são apresentados os valores da média, desvio padrão (dp), mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) para o peso (g) e percentagem (%) do músculo, gordura intermuscular e gordura subcutânea, do osso e resíduos nas peças da carcaça.

Como já tinha sido referido para o músculo da carcaça também para o músculo das diversas peças o CV é de uma forma geral o mais reduzido e em especial na percentagem deste tecido nas peças (CV entre 2 e 9%). Como esperado os depósitos de gordura intermuscular e subcutâneo são os que apresentam maior variação, apesar do seu valor absoluto ser reduzido. Esta é uma característica dos caprinos que quando comparados com os ovinos ou os bovinos apresentam uma menor proporção de gordura na carcaça (Taylor *et al.*, 1989; Santos *et al.*, 2008). É de notar a elevada variação da gordura intermuscular no pescoço quer em peso (CV=122%) quer em percentagem (CV=138%).

Quadro 9 - Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação para o peso (g) e percentagem (%) do músculo, gordura intermuscular e gordura subcutânea nas peças da carcaça.

Tecido	Peça	Peso g					Percentagem % ^{&}				
		Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV(%)
Músculo	Perna	305,12	39,07	249,50	382,60	12,80	60,37	2,09	57,54	64,81	3,46
	Sela	89,55	19,88	55,30	120,00	22,20	57,52	4,37	49,16	63,52	7,60
	Lombo	134,68	16,48	112,80	167,70	12,24	63,86	2,76	59,11	68,77	4,31
	Costeleta	72,94	13,95	49,60	89,90	19,13	49,88	2,37	46,02	52,54	4,76
	Costeleta anterior	62,13	13,06	46,30	83,90	21,03	52,42	3,20	46,49	56,46	6,11
	Pá	255,29	41,15	218,30	342,70	16,12	58,26	1,19	56,23	60,62	2,04
	Aba das costelas	102,56	16,82	76,20	124,70	16,40	39,73	3,68	33,71	44,48	9,25
	Pescoço	103,32	20,65	76,00	146,20	19,99	53,12	3,59	46,34	58,43	6,75
Gordura intermuscular	Perna	23,35	7,38	11,00	34,60	31,62	4,63	1,43	2,24	7,24	30,77
	Sela	10,42	4,34	5,00	17,30	41,65	6,47	1,53	3,91	8,94	23,69
	Lombo	7,59	4,74	4,30	20,00	62,46	3,57	2,03	1,90	8,73	56,83
	Costeleta	8,43	3,41	3,40	14,80	40,43	5,81	2,21	2,48	9,85	38,04
	Costeleta anterior	11,77	3,71	8,00	19,60	31,54	10,12	2,91	6,45	13,74	28,77
	Pá	23,95	8,87	15,00	40,90	37,05	5,37	1,34	3,80	7,66	24,88
	Aba das costelas	30,06	14,63	15,00	50,70	48,68	11,16	3,80	5,68	16,13	34,03
	Pescoço	14,79	18,15	4,00	65,00	122,73	8,27	11,42	2,44	39,93	138,14
Gordura Subcutânea	Perna	10,81	4,87	4,60	18,80	45,02	2,10	0,85	1,03	3,35	40,42
	Sela	12,55	5,71	5,00	25,90	45,52	7,87	2,43	3,91	13,39	30,91
	Lombo	11,13	4,61	2,00	16,50	41,41	5,21	2,06	1,09	7,61	39,61
	Costeleta	5,02	2,44	0,80	8,80	48,51	3,36	1,37	0,58	5,47	40,71
	Pá	15,94	5,63	7,00	23,00	35,31	3,66	1,27	1,69	5,32	34,73
	Aba das costelas	37,56	12,96	21,30	63,00	34,51	14,26	3,70	10,93	23,86	25,96
	Pescoço	11,96	9,91	3,90	32,70	82,85	6,08	4,66	2,01	15,76	76,67
Osso	Perna	137,86	22,26	111,00	184,50	16,15	27,24	2,32	23,21	31,35	8,53
	Sela	31,97	7,51	21,50	50,00	23,48	20,72	3,33	16,99	27,38	16,09
	Lombo	39,17	7,48	29,70	54,30	19,10	18,76	3,95	13,71	24,72	21,04
	Costeleta	40,45	10,06	24,60	55,10	24,86	27,60	4,62	21,35	36,93	16,74
	Costeleta anterior	29,50	6,10	17,00	36,70	20,66	24,97	3,24	19,27	30,82	12,97
	Pá	113,31	16,81	91,00	146,30	14,84	25,98	2,38	21,51	30,04	9,14
	Aba das costelas	63,27	13,23	47,00	86,00	20,91	24,43	2,93	19,03	28,29	11,98
	Pescoço	45,14	6,12	32,00	53,00	13,55	23,90	5,46	16,59	32,32	22,83
Resíduos	Perna	17,94	10,16	3,50	38,00	56,63	3,52	1,89	0,73	6,70	53,52
	Sela	6,35	2,37	2,10	9,70	37,31	4,09	1,54	1,77	7,47	37,70
	Lombo	12,32	7,16	7,00	27,60	58,15	5,61	2,47	3,59	10,10	44,09
	Costeleta	13,82	6,03	6,00	23,00	43,64	9,20	2,86	4,23	12,94	31,04
	Costeleta anterior	9,97	4,99	4,00	18,00	50,07	8,34	3,63	3,57	13,43	43,53
	Pá	15,08	5,66	7,00	27,00	37,52	3,47	1,32	1,85	6,19	38,14
	Aba das costelas	15,35	10,73	5,00	41,20	69,93	5,63	3,07	2,31	11,98	54,52
	Pescoço	16,53	7,81	7,00	33,40	47,24	8,32	2,97	4,30	13,35	35,77

[&] os valores da percentagem dos tecidos das peças são calculados relativamente ao peso da peça antes da dissecação.

3.2.2. Tomografia computadorizada

No Quadro 10 são apresentados os valores da média, desvio padrão (dp), mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) para as variáveis da carcaça obtidas por tomografia e para as variáveis da carcaça obtidas por dissecação.

Quadro 10 - Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação para as variáveis determinadas por tomografia computadorizada e para as variáveis da carcaça obtidas por dissecação.

		Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
TC	M cm3	2644	476	2114	3771	17,99
	G cm3	419	167	191	768	39,86
	O cm3	451	98	320	632	21,63
	Peso g	3973	735	2994	5593	18,51
	M g	2802 ^a	504	2241	3996	17,99
	G g	381	152	174	698	39,86
	O g	789 ^b	171	560	1106	21,63
Carcaça	Peso g	4060	607	3296	5287	14,95
	M g	2251 ^b	322	1830	2915	14,32
	G g	471	121	332	702	25,72
	O g	1001 ^a	147	760	1276	14,66

O valor da média para o peso para o mesmo tecido obtido por TC e por dissecação encimado por letra diferente é significativamente diferente ($P < 0,05$).

De uma forma geral verifica-se uma maior variação para peso da carcaça e o peso dos tecidos determinados por TC (CV entre 18 e 40%) do que para os pesos equivalentes obtidos por dissecação (CV entre 14 e 26%). No entanto o padrão de variação é semelhante com o M a apresentar a menor variação e a G a apresentar a maior variação. Feita a comparação de médias verifica-se que a TC sobrestima o M (2802 vs 2251 g, $P < 0,05$, para a TC e dissecação respetivamente) e subestima o O (789 vs 1001 g, $P < 0,05$, para a TC e dissecação, respetivamente).

Os valores de coeficientes de correlação entre as variáveis determinadas na carcaça e as variáveis obtidas por tomografia computadorizada (TC) apresentam-se no Quadro 11.

Quadro 11 - Coeficientes de correlação entre as variáveis determinadas na carcaça e as variáveis obtidas por tomografia computadorizada.

Carcaça	TC			
	Peso carcaça g	Músculo g	Gordura g	Osso g
Peso carcaça g	0,965***			
Músculo g		0,977***		
Gordura g			0,859***	
Osso g				0,683**

*** - $P < 0,01$

** - $P < 0,05$

Os valores de correlação entre o peso da carcaça e dos tecidos obtido por TC e por dissecação são todos altamente significativos ($P < 0,01$). É de destacar o valor do coeficiente de correlação para o M ($r = 0,977$; $P < 0,01$) que é o mais elevado. Vários trabalhos com diferentes espécies têm mostrado o elevado potencial da TC para estimar a composição da carcaça em tecidos e apontam esta técnica como uma alternativa à dissecação (Jopson *et al.*, 1995; Kongsro *et al.*, 2008; Olsen *et al.*, 2017).

Na Figura 22 é apresentada a regressão entre o M da carcaça obtido por dissecação e o M obtido por TC. O valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,954$) indica uma boa precisão. O que é também observado por outros autores com a TC. Por exemplo, Lambe *et al.* (2003) e MacFarlane *et al.* (2006) com ovinos apontam respetivamente valores de R^2 de 0,924 e 0,990 para a estimativa do músculo. Estes resultados também estão concordantes com o observado por Silva *et al.* (2015), que num trabalho semelhante ao aqui exposto com cabritos apresentou um valor de $R^2 = 0,951$ para a estimativa do músculo.

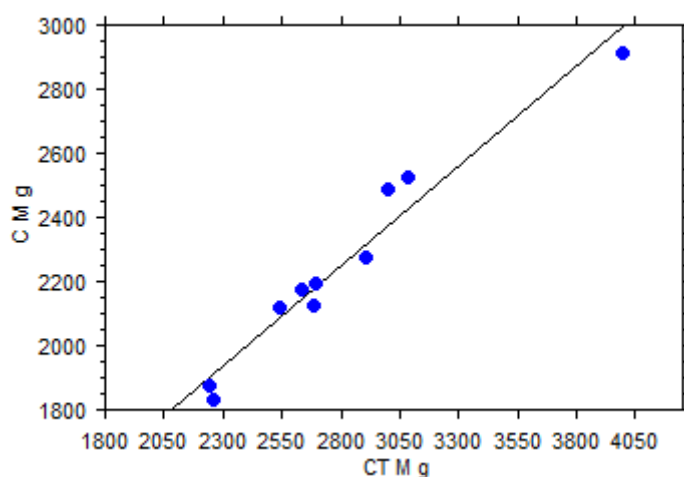


Figura 22 - Regressão entre o músculo determinado por dissecação (C M g) e o músculo determinado por tomografia computadorizada (CT M g) ($Y = 501,043 + 0.624X$; $R^2 = 0.954$; $DPR = 73.3$ g).

3.2.3. Análise de imagem vídeo

Em geral, as carcaças de cabritos leves apresentam uma reduzida proporção de gordura, especialmente de gordura subcutânea (5,1%), e a proporção músculo representa cerca de 56% do peso da carcaça (Quadro 12).

Quadro 12 - Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação para o peso da carcaça, das peças e dos tecidos (g) e percentagem dos tecidos (%).

		Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
Peso carcaça (g)		5208,0	805,8	4274,9	7004,3	15,5
Peso peças (g)		2030,1	303,4	1648,0	2643,7	14,9
Peso tecidos (g)	M	1125,6	161,2	915,2	1457,7	14,3
	GS	105,0	35,7	55,4	166,1	34,0
	GI	130,4	36,9	80,0	184,8	28,3
	O	500,7	73,4	380,0	638,1	14,7
Percentagem dos tecidos (%)	M	55,5	1,3	53,3	57,5	2,4
	GS	5,1	1,3	3,4	7,3	26,2
	GI	6,4	1,6	4,0	8,8	25,5
	O	24,8	2,6	20,6	28,5	10,4

M-músculo; GS-gordura subcutânea; GI-gordura intermuscular; O-osso

Estes resultados estão de acordo com o grau de maturidade dos animais (Santos *et al.*, 2008) no que respeita ao crescimento e desenvolvimento dos tecidos em mamíferos. A GS e a GI são os tecidos que apresentam maior variação (CV entre 34 e 28% e 26 e 26% para o peso e a percentagem, respetivamente). Estes resultados estão de acordo com a generalidade dos trabalhos que avaliam a composição da carcaça em pequenos ruminantes (Diaz *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2008).

A média, desvio padrão, mínimo, máximo, e coeficiente de variação das medidas VIA tanto na vista lateral como na vista dorsal é apresentado no Quadro 13. Para as descrições das medidas VIA ver a secção Material e métodos.

Quadro 13 - Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação para as medidas VIA obtidas na vista dorsal e lateral das carcaças.

Vista	Medidas	Unidades	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
Dorsal	F	cm	23,00	0,75	21,50	23,82	3,28
	dW1	cm	14,44	0,82	12,90	15,73	5,65
	G	cm	11,60	0,99	9,38	12,78	8,51
	WR	cm	8,60	0,91	7,02	9,88	10,58
	W	cm	7,47	0,88	6,48	8,97	11,78
	Wth	cm	8,95	0,71	7,70	10,09	7,97
	K	cm	41,96	2,01	38,02	44,33	4,78
	dL1	cm	7,36	0,63	6,70	8,54	8,60
	Ag1	grau	68,25	2,61	64,51	71,36	3,82
	Ag2	grau	167,83	5,31	159,33	175,48	3,16
	Ar1	cm2	188,35	20,31	156,13	229,21	10,78
	Ar2	cm2	165,40	30,68	121,46	214,53	18,55
	Ar3	cm2	174,01	27,01	127,72	219,54	15,52
Lateral	dL2	cm	20,29	0,91	18,80	21,93	4,46
	dL3	cm	75,10	3,35	70,60	81,90	4,46
	dL4	cm	9,77	1,00	7,99	11,17	10,19
	dL5	cm	8,97	0,93	7,39	10,28	10,39
	Th	cm	18,92	0,95	17,85	21,02	5,04
	Lpá	cm	11,63	1,41	0,45	13,81	12,15
	Ag1	grau	148,46	5,59	137,41	155,35	3,76
	Ag2	grau	163,59	2,91	159,56	167,86	1,78
	Ar1	cm2	150,69	13,13	134,66	177,38	8,72
	Ar2	cm2	174,99	30,23	127,09	219,83	17,27
	Ar3	cm2	438,83	47,51	361,81	525,93	10,83
	Ar4	cm2	197,71	28,00	156,03	243,87	14,16

Em geral, as medidas VIA não apresentam uma variação muito expressiva o que certamente está relacionado com o intervalo do peso das carcaças utilizado. De forma consistente as medidas de área são as que apresentam maior variação (CV entre 8,72 e 18,55%) e as medidas de ângulo as que apresentam menor variação (CV entre 1,78 e 3,16%). Estes resultados também foram reportados em outros trabalhos (Rius-Vilarrasa *et al.*, 2010; Einarsson *et al.*, 2014; Ngo *et al.*, 2016; Batista, 2017).

Relativamente à estimativa da composição das carcaças com recurso a medidas VIA os modelos apresentados no Quadro 14 mostram elevada capacidade para explicar a variação dos diferentes tecidos (R^2 entre 0,427 a 0,998, $P < 0,01$).

Quadro 14 - Coeficiente de determinação e desvio padrão residual para cada modelo de estimativa do músculo, gordura subcutânea, gordura intermuscular e osso na carcaça (peso e percentagem) a partir de medições VIA.

Tecidos da carcaça	Passos	R ²	DPR	P
M, g	4	0,998	7,61	<,0001
M, %	2	0,534	0,90	0,0287
GS, g	3	0,742	18,11	0,0104
GS, %	3	0,903	0,42	0,0006
GI, g	2	0,717	19,62	0,005
GI, %	3	0,958	0,33	<,0001
O, g	2	0,848	28,59	0,0006
O, %	2	0,427	1,95	0,0591

Em relação ao M e O na carcaça, os modelos apresentados mostram uma maior precisão para o peso do que para a percentagem. Ao contrário, para a GS e GI os modelos de estimativa da percentagem apresentaram valores superiores de coeficiente de determinação. Os modelos incluíram 2 a 4 medidas de VIA como variáveis independentes. Estes resultados são comparáveis com os de outros trabalhos que utilizaram sistemas VIA aplicados a pequenos ruminantes (Brady *et al.*, 2003; Cunha *et al.*, 2004; Batista *et al.*, 2016). Nestes trabalhos foram apresentados valores de R² superiores a 0,70 (P<0,01).

Os resultados encontrados mostram que a utilização de um sistema VIA para estimar a composição da carcaça de cabritos leves é uma abordagem que permite uma boa explicação da variação dos diferentes tecidos. Com a recente orientação para a valorização dos métodos instrumentais na avaliação das carcaças na UE esta pode ser uma oportunidade para o desenvolvimento de técnicas objetivas, rápidas, não-invasivas e não-destrutivas como o VIA.

4. Conclusão

Ao longo dos últimos anos tem havido uma procura crescente de métodos e técnicas capazes de fornecer informação objetiva, não destrutiva e rápida sobre a qualidade/composição da carcaça. Os resultados deste estudo sustentam que as técnicas TC e VIA são promissoras na estimativa da composição das carcaças de cabritos leves. Assim, espera-se que em trabalho futuro estas técnicas possam fazer parte de um sistema que permita acrescentar valor ao produto final.

5. Referências Bibliográficas

- Allen, P., Finnerty, N., 2000. Objective beef carcass classification – A report of a trial of three VIA classification systems. The National Food Centre, Teagasc and Department of Agriculture, Food and Rural Development, Dublin, 1–34.
- Allen, P., Finnerty, N., 2001. Mechanical grading of beef carcasses. The Nacional Food Centre, 1–22.
- Batista, A. C. S., 2017. Avaliação da composição e da qualidade da carcaça e da carne de animais de produção: utilização de metodologias não invasivas e não destrutivas. Tese de Doutorado, UTAD, Vila Real, 1-205.
- Batista, A. C. S., Teixeira, A., Santos, V., Azevedo, J., Guedes, C., Silva, S., 2016. Use of a video image analysis method to assess composition and cut yields in light lamb carcasses. Raças Autóctones no Espaço Ibérico: um recurso sustentável. Ed. A.A. Marta-Costa, M.L. Tibério, R.P.Carreira. UTAD, 92-99.
- Boccard, D. R., Dumont, B. L., Peyron, C., 1958. Valeur significative de quelques mensurations pour apprecier la qualité des carcasses d'agneaux. 4th European Meeting of Meat Research Workers, Cambridge, 15-19.
- Brady, A. S., Belk, K. E., LeValley, S. B., Dalsted, N. L., Scanga, J. A., Tatum, J. D., Smith, G. C., 2003. An evaluation of the lamb vision system as a predictor of lamb carcass red meat yield percentage. Journal of Animal Science, 81, 1488–1498.
- Bunger, L., Macfarlane, J. M., Lambe, N. R., Conington, J., McLean, K. A., Moore, K., Glasbey, C.A., Simm, G., 2011. Use of X-ray computed tomography (CT) in UK sheep production and breeding. CT scanning-techniques and applications, InTech open access publisher, 239-348.
- Calheiros, F. C., Neves, M. M., 1968. Rendimentos ponderais no borrego Merino precoce, carcaça e 5º quarto. Separata do Boletim Pecuário, 1, 117-126.
- Caro, I., Alaiz-Rodríguez, R., González-Castro, V., Quinto, E. J., Mateo, J., 2018. Conformation characteristics of suckling lambs carcasses from the Spanish local breeds Churra and Castellana and the non-native breed Assaf determined using digital photographs. Small Ruminant Research, 160, 89-94.

- Clelland, N., 2016. The use of computed tomography based predictors of meat quality in sheep breeding programmes. PhD University of Edinburgh, 1-68.
- Clelland, N., Bunger, L., McLean, K., Knott, S., Matthews, K., Lambe, N., 2018. Prediction of intramuscular fat content and shear force in Texel lamb loins using combinations of different X-ray computed tomography (CT) scanning techniques. *Meat Science*, 140, 78-85.
- Colomer Rocher, F., Morand-Fehr, P., Kirton, A. H., Delfa Belenguer, R., Sierra Alfranca, I., 1988. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. *Cuadernos INIA*, nº17, 11-18.
- Costa, R. G., Lima, A. G., Oliveira, C. F., Azevedo, P. S., Medeiros, A. N., 2012. Utilização de diferentes metodologias para determinação da área de olho de lombo em ovinos. *Archivos de Zootecnia*, 61, 615-618.
- Craigie, C. R., Navajas, E. A., Purchas, R. W., Maltin, C. A., Bünger, L., Hoskin, S. O., Ross, D. W., Morris, S. T., Roehe, R., 2012. A review of the development and use of video image analysis (VIA) for beef carcass evaluation as an alternative to the current EUROP system and other subjective systems. *Meat Science*, 92, 307-318.
- Cross, H., Gilliland, D., Durland, P., Seideman, S., 1983. Beef carcass evaluation by use of a video image analysis system. *Journal of Animal Science*, 57, 908-917.
- Cunha, B. C., Belk, K. E., Scanga, J. A., LeValley, S. B., Tatum, J. D., Smith, G. C., 2004. Development and validation of equations utilizing lamb vision system output to predict lamb carcass fabrication yields. *Journal of Animal Science*, 82, 2069-2076.
- Davidson, R., Pethick, D. (2005). Benefits of VIAScan® to producers and WAMMCO. Sheep updates. Western Australia, Department of Agriculture, 1-2.
- Decisão da Comissão 93/34. 16 de Dezembro de 1992, relativa à autorização de métodos de classificação de carcaças de suíno em Portugal. *Jornal Oficial* nº L 016 de 25/01/1993, 0037-0038.
- Diaz, M. T., Fuente, J., Lauzurica, S., Perez, C., Velasco, S., Alvarez, I., Huidobro, F. R., Onega, E., Blazquez, B.; Caneque, V., 2005. Use of carcass weight to classify Manchego sucking lambs and its relation to carcass and meat quality. *Animal Science*, 80, 61-69.
- Du, C. J., Sun, D. W., 2004. Recent developments in the applications of image processing

techniques for food quality evaluation. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 230-249.

Einarsson, E., Eythórsdóttir, E., Smith, C. R., Jónmundsson, J. V., 2014. The ability of video image analysis to predict lean meat yield and EUROP score of lamb carcasses. *Animal*, 8, 1170-1177.

Fisher, A., Boer, H., 1994. The EAAP standard method of sheep carcass assessment. Carcass measurements and dissection procedures report of the EAAP working group on carcass evaluation, in cooperation with the CIHEAM Instituto Agronomico Mediterraneo of Zaragoza and the CEC Directorate General for Agriculture in Brussels. *Livestock Production Science*, 38, 149-159.

Fortin, A., Tong, A., Robertson, W., Zawadski, S., Landry, S., Robinson, D., Liu, T., Mockford, R., 2003. A novel approach to grading pork carcasses: computer vision and ultrasound. *Meat Science*, 63, 451-462.

Glasbey, C., Robison, C., 1999. Inference from X-ray CT images of sheep. Image analysis in biology and medicine. The 52nd ISI Session, Helsinki.

Hammond, J., 1932. Growth and development of mutton qualities in the sheep. A survey of the problems involved in meat production. Oliver and Boyd. Edinburgh and London.

Hammond, J., 1936. The shape of the longissimus dorsi muscle in domestic animals. *Neue Forschungen in Tierzucht und Abstammungslehre*, 92-96.

Hirzel, R., 1939. Factors affecting quality in mutton and beef with special reference to the proportions of muscle, fat, and bone. *Onderstepoort Journal of Veterinary Science*, 12, 379-550.

Hoffman, L. C., Muller, M., Cloete, S. W., Schmidt, D., 2003. Comparison of six crossbred lamb types: sensory, physical and nutritional meat quality characteristics. *Meat Science*, 65, 1265-1274.

Hopkins, D. L., Safari, E., Thompson, J. M., Smith, C. R., 2004. Video image analysis in the Australian meat industry – precision and accuracy of predicting lean meat yield in lamb carcasses. *Meat science*, 67, 269-274.

Houghton, P. L., Turlington, L. M., 1992. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: a review. *Journal of Animal Science*, 70, 930-941.

- Jeremiah, L. E., Tong, A. K., Gibson, L. L., 1998. The influence of lamb chronological age, slaughter weight, and gender. Flavor and texture profiles. *Food Research International*, 31, 227-242.
- Johansen, J., Egelanddal, B., Roe, M., Kvaal, K., Aastveit, A., 2007. Calibration models for lamb carcass composition analysis using Computerized Tomography (CT) imaging. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 87, 303-311.
- Jopson, N. B., Kolstad, K., Sehested, E., Vangen, O. (1995). Computed tomography as an accurate and cost effective alternative to carcass dissection. *Proceedings Australian Association of Animal Breeding and Genetics*, 11, 635-638.
- Karamichou, E., Richardson, R. I., Nute, G. R., McLean, K. A., Bishop, S. C., 2006. A partial genome scan to map quantitative trait loci for carcass composition, as assessed by X-ray computer tomography, and meat quality traits in Scottish Blackface sheep. *Journal of Animal Science*, 82, 301-309.
- Kirton, A. H., & Barton, R. A., 1962. Study of some indices of the chemical composition of lamb carcasses. *Journal of Animal Science*, 21, 553-557.
- Kongsro, J., 2008. Parafac classification of lamb carcass soft tissues in computer tomography (CT) image stacks. *Biosignals 2008 - Proceedings of the 1st International Conference on Bio-inspired Systems and Signal Processing*, 1, 242-248.
- Kongsro, J., Gangsei, L. E., Karlsson-Drangsholt, T. M., Grindflek, E., 2017. Genetic parameters of in vivo primal cuts and body composition (PigAtlas) in pigs measured by computed tomography (CT). *Translational Animal Science*, 1, 599-606.
- Kongsro, J., Roe, M., Aastveit, A. H., Kvaal, K., Egelanddal, B., 2008. Virtual dissection of lamb carcasses using computer tomography (CT) and its correlation to manual dissection. *Journal of Food Engineering*, 88, 86-93.
- Kupai, T., Baulain, U., Lengyel, A., 2009. Growth modelling of different ram breeds using computer tomography. *Small Ruminant Research*, 87, 1-8.
- Lambe, N. R., Navajas, E. A., Bünger, L., Fisher, A. V., Roehe, R., Simm, G., 2009. Prediction of lamb carcass composition and meat quality using combinations of post-mortem measurements. *Meat Science*, 81, 711-719.
- Lambe, N. R., Bünger, L., Bishop, S. C., Simm, G. C., Conington, J., 2008. The effects of

- selection indices for sustainable hill sheep production on carcass composition and muscularity of lambs, measured using X-ray computed tomography. *Animal*, 2, 27-35.
- Lambe, N. R., Young, M. J., McLean, K. A., Conington, J., Simm, G., 2003. Prediction of total body tissue weights in Scottish Blackface ewes using computed tomography scanning. *Journal of Animal Science*, 76, 191-197.
- Lind, V., Berg, J., Eilertsen, S., Hersleth, M., Eik, L., 2011. Effect of gender on meat quality in lamb from extensive and intensive grazing systems when slaughtered at the end of the growing season. *Meat science*, 88, 305-310.
- Ma, J., Sun, D., Qu, J., Liu, D., Pu, H., Gao, W., Zeng, X., 2016. Applications of computer vision for assessing quality of agri-food products: a review of recent research advances. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 56, 113-127.
- Macfarlane, J. M., Lewis, R. M., Emmans, G. C., Young, M. J., Simm, G., 2006. Predicting carcass composition of terminal sire sheep using X-ray computed tomography. *Journal of Animal Science*, 82, 289-300.
- McMeekan, C., 1939. The cambridge block test for fat lamb. In *Annual Meeting of Sheep Farmers*, 8, 52-57.
- Monteiro, A, Teixeira, A., Azevedo, J., Silva, S., 2012. Determination of carcass composition of goats by video image analysis. *IV International Workshop on Computer Image Analysis in Agriculture*, 1-6.
- Navajas, E. A., Lambe, N. R., McLean, K. A., Glasbey, C. A., Fisher, A. V., Charteris, A. J., Bünger, L., Simm, G., 2007. Accuracy of in vivo muscularity indices measured by computed tomography and their association with carcass quality in lambs. *Meat Science*, 75, 533-542.
- Neto, S., Sobrinho, A., Zeola, N., Marques, C., Silva, A., Filho, J., Ferreira, Â., 2006. Características quantitativas da carcaça de cordeiros deslanados Morada Nova em função da relação volumoso: concentrado na dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 1487-1495.
- Ngo, L., Ho, H., Hunter, P., Quinn, K., Thomson, A., Pearson, G., 2016. Post-mortem prediction of primal and selected retail cut weights of New Zealand lamb from carcass and animal characteristics. *Meat science*, 112, 39-45.

- Nóbrega, I., 2012. Técnicas de imagem por tomografia computadorizada. Universidade São Camilo, São Paulo.
- Oliver, A., Mendizabal, J., Ripoll, G., Albertí, P., Purroy, A., 2010. Predicting meat yields and commercial meat cuts from carcasses of young bulls of Spanish breeds by the SEUROP method and an image analysis system. *Meat science*, 84, 628-633.
- Olsen, E. V., Christensen, L. B., Nielsen, D. B., 2017. A review of computed tomography and manual dissection for calibration of devices for pig carcass classification - Evaluation of uncertainty. *Meat science*, 123, 35-44.
- Orme, L. E., Christian, R. E., Bell, T. D., 1962. Live animal and carcass indices for estimating carcass composition in lambs. *Journal of Animal Science*, 21, 984.
- Osório, J., Osório, M., Ferreira, O., Junior, F., Fernandes, A., Ricardo, H., Alves, L., Júnior, M., 2012. Avaliação da carcaça de caprinos e ovinos. In *PUBVET*, 6, 1403-2012.
- Pabiou, T., Fikse, W. F., Cromie, A. R., Keane, M. G., Näsholm, A., Berry, D. P., 2011. Use of digital images to predict carcass cut yields in cattle. *Livestock Science*, 137, 130-140.
- Pálsson, H., 1939. Meat qualities in the sheep with special reference to Scottish breeds and crosses. *The Journal of Agricultural Science*, 29, 544-626.
- Regulamento 1249/2008. Da comissão de 10 Dezembro de 2008 que estabelece regras de execução no respeitante às grelhas comunitárias de classificação das carcaças de bovinos, suínos e ovinos e à comunicação dos respectivos preços. JO L 337 de 16.12.2008.
- Regulamento 2137/92. Do Conselho de 23 de Julho de 1992 relativo à grelha comunitária de classificação de carcaças de ovinos e a qualidade-tipo comunitária de carcaças de ovino frescas ou refrigeradas. JO L 214 de 30.7.1992.
- Rius-Vilarrasa, E., Bünger, L., Brotherstone, S., Macfarlane, J. M., Lambe, N. R., Matthews, K. R., Haresign, W., Roehe, R., 2010. Genetic parameters for carcass dimensional measurements from Video Image Analysis and their association with conformation and fat class scores. *Livestock Science*, 128, 92-100.
- Rodríguez, A., Landa, R., Bodas, R., Prieto, N., Mantecón, A., Giráldez, F., 2008. Carcass and meat quality of Assaf milk fed lambs: Effect of rearing system and sex. *Meat Science*, 80, 225-230.

- Ruiz de Huidobro, F., Miguel, E., Cañeque, V., Velasco, S., 2005. Conformación, engrasamiento y sistemas de clasificación de la canal ovina. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid, España. Monografías INIA: Ganadera nº3.
- Sahin, E. H., Yardimci, M., Cetingul, I. S., Bayram, I., Sengor, E., 2008. The use of ultrasound to predict the carcass composition of live Akkaraman lambs. *Meat Science*, 79, 716-721.
- Santos, V. A., Silva, S. R., Azevedo, J. M., 2008. Carcass composition and meat quality of equally mature kids and lambs. *Journal of Animal Science*, 86, 1943-1950.
- Santos, V. A., Silva, S. R., Mena, E. G., Azevedo, J. M., 2007. Live weight and sex effects on carcass and meat quality of “Borrego terrincho–PDO” suckling lambs. *Meat Science*, 77, 654-661.
- Santos, V. A., Silvestre, A. M., Azevedo, J. M., Silva, S. R., 2017. Estimation of carcass composition of goat kids from joint dissection and conformation measurements. *Italian Journal of Animal Science*, 16, 659-665.
- Sañudo, C., Campo, M. M., Sierra, I., María, G. A., Olleta, J. L., Santolaria, P., 1997. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. *Meat Science*, 46, 357-365.
- Scholz, A. M., Bünger, L., Kongsro, J., Baulain, U., Mitchell, A. D., 2015. Non-invasive methods for the determination of body and carcass composition in livestock: dual-energy X-ray absorptiometry, computed tomography, magnetic resonance imaging and ultrasound: invited review. *Animal*, 9, 1250-1264.
- Silva, S., 2017. Use of ultrasonographic examination for in vivo evaluation of body composition and for prediction of carcass quality of sheep. *Small Ruminant Research*, 152, 144-157.
- Silva, S., Cadavez, V., Azevedo, J., 2007. Carcaça e carne de borrego e cabrito. Avaliação da qualidade e da composição. CECAV-Centro de Ciência Animal e Veterinária.
- Silva, S., Cadavez, V., 2012. Real-time ultrasound (RTU) imaging methods for quality control of meats. In *Computer Vision Technology in The Food and Beverage Industries*, 277-329.
- Silva S., Ginja M. 2015. Fixed CT scanners at UTAD. In *Imaging facilities (CT and MRI) in EU for measuring body composition*. Eds Daumas, G., Donko, T., Maltin C, Bünger L, FAIM IV, 28-29.

- Silva, S.R., Teixeira, A., Monteiro, A., Guedes, C.M., Ginja, M. 2015. Using computer tomography to predict composition of light carcass kid goats. Proceedings of the FAIM IV: Fourth Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Edinburgh, United Kingdom, 22nd - 23rd of September 2015, 1-48.
- Silveira, H., Cabanellos, Q., 2017. Diferença entre tomografia computadorizada, ressonância magnética e pet-ct na identificação de lesões tumorais. In Congresso de Pesquisa e Extensão da Faculdade da Serra Gaúcha, 5, 525-531.
- Stanford, K., Jones, S., Price, M., 1998. Methods of predicting lamb carcass composition: a review. Small Ruminant Research, 29, 241-254.
- Teixeira, A., 2009. Basic composition: Rapid methodologies. In Nollet L.M.L. and Toldra F., Handbook of muscle foods analysis. Boca Raton, FL: CRC, Taylor and Francis Group, 291–314.
- Teixeira, A., Delfa, R., Gonzales, C., 1992. El grado de engrasamiento. Ovis, 19, 21-35.
- Timon, V. M., Bichard, M., 1965. Quantitative estimates of lamb carcass composition 3. Carcass measurements and a comparison of the predictive efficiency of sample joint composition, carcass specific gravity determinations and carcass measurements. Animal Science, 7, 189-201.
- UE, 1994a. Modelo comunitario de clasificación de canales de ovinos. Folleto nº CM-84-94-694-ES-D. Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.
- UE, 1994b. Modelo comunitario de clasificación de canales de corderos leigeiros. Folleto nº CM-84-94-703-ES-D. Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.
- Webb, E. C., 2014. Goat meat production, composition and quality. Animal Frontiers, 4, 33-37.
- Wells, P., 1991. The description of animal form and function. Livestock Production Science, 27, 19-33.
- Xiong, Z., Sun, D. W., Pu, H., Gao, W., Dai, Q., 2017. Applications of emerging imaging techniques for meat quality and safety detection and evaluation: a review. Critical reviews in Food Science and Nutrition, 57, 755-768.