



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL NA  
AMAZÔNIA

JONAS CARNEIRO ARAÚJO

**VALIDAÇÃO DE INSTRUMENTO DE MEDIDA DE COMPOSIÇÃO DE  
CARÇAÇA, COMPOSIÇÃO TECIDUAL DE CORTES COMERCIAIS E  
QUALIDADE DE CARNE A PARTIR DE *VIDEO IMAGE ANALISYS* DE  
CARÇAÇAS DE CORDEIROS**

BELÉM

2018

JONAS CARNEIRO ARAÚJO

**VALIDAÇÃO DE INSTRUMENTO DE MEDIDA DE COMPOSIÇÃO DE CARÇAÇA, COMPOSIÇÃO TECIDUAL DE CORTES COMERCIAIS E QUALIDADE DE CARNE A PARTIR DE *VIDEO IMAGE ANALISYS* DE CARÇAÇAS DE CORDEIROS**

Projeto de defesa apresentado ao Programa de Pós-Graduação Saúde e Produção Animal na Amazônia, da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador:

DSc. André Guimarães Maciel e Silva

Co-orientadora:

DSc. Luciara Celi da Silva Chaves

BELÉM

2018

JONAS CARNEIRO ARAÚJO

**VALIDAÇÃO DE INSTRUMENTO DE MEDIDA DE COMPOSIÇÃO DE CARÇAÇA, COMPOSIÇÃO TECIDUAL DE CORTES COMERCIAIS E QUALIDADE DE CARNE A PARTIR DE *VIDEO IMAGE ANALISYS* DE CARÇAÇAS DE CORDEIROS**

Aprovado em: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Projeto de defesa apresentado ao Programa de Pós-Graduação Saúde e Produção Animal na Amazônia, da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

---

**Prof. DSc. André Guimarães Maciel e Silva** (Orientador - Presidente)  
Universidade Federal do Pará – UFPA

---

**Prof. DSc. Iran Borges** (Primeiro examinador)  
Universidade Federal de Minas Gerais

---

**Prof. DSc. Luciano Fernandes Sousa** (Segundo examinador)  
Universidade Federal do Tocantins

---

**Prof. DSc. Kaliandra Souza Alves** (Terceiro examinador)  
Universidade Federal Rural da Amazônia

## **AGRADECIMENTOS**

Obrigado meu Deus em primeiro lugar pois sem ele eu não estaria aqui, aos meu pais por todos os esforços e sacrifícios que passaram e por nunca desistirem de lutar por um futuro melhor para mim.

Aos meus orientadores André Guimarães Maciel e Silva e Luciara Celi Chaves por todo apoio e confiança, em especial a professora Luciara por sempre acreditar em mim e por nunca me deixar desistir.

Aos meus amigos e companheiros do Proseg (Marco, Alyne, Manuella, Samanta, Victor, Gabriel, Thayane, Danyelli, Fernanda, Mayra, Hugo, Andrey, Nathalia, Larissa) por todo apoio e por todo trabalho que tiveram para me ajudar a finalizar essa dissertação, sem vocês eu não teria conseguido.

Ao CNPQ pela bolsa.

Ao programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia e todos os seus professores e funcionários os meus mais sinceros agradecimentos.

## RESUMO

Objetivou-se com este trabalho investigar se a *Vídeo Image Analysis* (VIA) de carcaças resfriadas, fornecem uma descrição consistente da qualidade de carne, considerando ainda as composições teciduais da carcaça e dos cortes comerciais. Informações de 67 carcaças frias de cordeiros machos castrados foram submetidas à correlação canônica regularizada generalizada (RGCCA) e à modelagem de equações estruturais via modelagem de quadrados mínimos parciais – modelagem de caminho (PLS-PM), avaliando blocos de variáveis manifestas (VM) de: forma da carcaça (SHAPE), qualidade da carne (QUALI\_MEAT), composição tecidual da carcaça (TISSUE\_CARCASS) e dos cortes comerciais (TISSUE\_PRIMALCUTS); sendo cada bloco tratado como variável latente (VL). Foram avaliados três modelos teóricos que divergiam quanto a obtenção dos caracteres de forma: por morfometria (SHAPE\_MPH) e por VIA (SHAPE\_VIA1 e SHAPE\_VIA2). Os modelos foram capazes de prever características de qualidade de carne somente nos aspectos de cocção e força de cisalhamento. Todos os modelos atenderam aos critérios de validade convergente, confiabilidade composta, validade discriminante, validade preditiva e tamanho dos efeitos, mostrando altas acurácias na predição das VL's, especialmente de QUALI\_MEAT: 0,77; 0,82 e 0,78, em SHAPE\_MPH, SHAPE\_VIA1 e SHAPE\_VIA2, respectivamente. Os modelos de VIA promoveram maiores coeficientes de determinação que a avaliação da morfometria da carcaça *in situ* (SHAPE\_MPH), exceto para TISSUE\_PRIMALCUTS. Os coeficientes de caminho da relação SHAPE⇒QUALI\_MEAT não foram significativos para todos os modelos. SHAPE\_MPH e SHAPE\_VIA1 foram considerados adequados e validados pelos procedimentos de qualidade de ajustes para modelagem de equações estruturais. O modelo SHAPE\_VIA1 demonstrou correlações positivas e altas entre as VL's: SHAPE\_VIA1 e TISSUE\_CARCASS ( $r = 0,88$ ), SHAPE\_VIA1 e TISSUE\_PRIMALCUTS ( $r = 0,81$ ) e TISSUE\_CARCASS e TISSUE\_PRIMALCUTS ( $r = 0,81$ ); e altamente negativas

entre QUALI\_MEAT e TISSUE\_PRIMAL CUTS ( $r = -0,86$ ), QUALI\_MEAT e TISSUE\_CARCASS ( $r = -0,87$ ). Altos escores de SHAPE\_VIA1, TISSUE\_CARCASS e TISSUE\_PRIMAL CUTS representam, individualmente: carcaça ampla, maciça e circular; carcaça pesada com grande porção comestível, conformação e acabamento superiores; maior peso e porção comestível de cortes comerciais; respectivamente. Menores escores para QUALI\_MEAT correspondem a carne suculenta e macia. Foi realizada uma Análise de Agrupamento Latente a partir das pontuações das VL's, formando quatro *clusters*, onde o *Cluster 1* (N=19) foi o que apresentou maiores escores de SHAPE\_VIA1, TISSUE\_CARCASS, TISSUE\_PRIMALCUTS e menores escores para QUALI\_MEAT e; *Cluster 4* (N=15) – grupos com os menores escores de SHAPE\_VIA1, TISSUE\_CARCASS, TISSUE\_PRIMALCUTS e maiores escores para QUALI\_MEAT. Os *Clusters 2* (N=17) e 3 (N=16) foram os grupos com escores intermediários para todas as VL's. O instrumento proposto e validado permitiu, por meio dos perfis geométricos obtidos por processamento de imagem, obter associações mais eficientes com características quantitativas, teciduais e qualitativas da carcaça, demonstrando inter-relações entre os grupos de descritores de forma e composição, permitindo, por meio dos escores de variáveis latentes, estabelecer categorias para classificação de carcaça. Dessa forma, apresenta-se como uma metodologia consistente para ser incorporada em sistemas de visão computacional capazes de operacionalizar tais mensurações na imagem da carcaça de forma instantânea, fornecendo categorias de interesse à cadeia produtiva da ovinocultura de corte.

**Palavras chaves:** Composição da carcaça, PLS – PM, RGCCA, predição, Shape.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Medidas morfométricas obtidas in situ em carcaça fria de cordeiros nas vistas dorsal (A e B), lateral (C e D) e meia-carcaça (E). .....	37
Figura 2: Seleção das projeções da carcaça inteira de cordeiros (A e C) e regiões (B e D) nas vistas dorsal e lateral, por meio do software <i>ImageJ 1.05i</i> .....	39
Figura 3: Seleções para a obtenção dos descritores de forma obtidos nas carcaças de cordeiros. ....	40
Figura 4: Modelo estrutural de SHAPE-VIA1: Diagrama de caminho com pesos externos (W), correlações (corr) entre VM's e seus constructos, coeficientes de caminho (Beta) e coeficientes de determinação de Pearson ( $R^2$ ).....	58
Figura1S : Diagrama de caminho multivariado resultante da análise de correlação canônica regularizada generalizada: pesos externos (w) e outer loadings (L) das variáveis manifestas de cada constructo e AVE das variáveis latentes do banco de dados primário (A) e do banco de dados reduzido (B) do constructo SHAPE_MPH.....	78
Figura2S: Diagrama de caminho multivariado resultante da análise de correlação canônica regularizada generalizada: pesos externos (w) e outer loadings (L) das variáveis manifestas de cada constructo e AVE das variáveis latentes do banco de dados primário (A) e do banco de dados reduzido (B) do constructo SHAPE_VIA1. ....	80
Figura 3S: Diagrama de caminho multivariado resultante da análise de correlação canônica regularizada generalizada: pesos externos (w) e outer loadings (L) das variáveis manifestas de cada constructo e AVE das variáveis latentes do banco de dados primário (A) e do banco de dados reduzido (B) do constructo SHAPE_VIA2. ....	82

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Acrônimos e descrições das medidas morfométricas obtidas na carcaça fria obtidas in loco de cordeiros.....	73
Quadro 2: Acrônimos e descrições das áreas obtidas na carcaça de cordeiros através da análise de imagens pelo software ImageJ 1.05i.....	75
Quadro 3: Sequência de critérios para validação dos modelos de mensuração e estrutural na modelagem de equações estrutural(SEM). ....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Qualidade de ajuste do modelo de mensuração: validade convergente (AVE) e confiabilidade composta (Rho-DG) das variáveis latentes de cada modelo teórico. ....	47
Tabela 2: Qualidade de ajuste do modelo estrutural: equação de predição para as variáveis latentes nos três modelos teóricos e respectivos coeficiente determinação de Pearson ( $R^2$ e $R^2$ Bootstrap) e p-valor. ....	51
Tabela 3: Qualidade de ajuste do modelo estrutural: comunalidades ( $F^2$ – tamanho do efeito) e redundâncias das variáveis latentes nos três modelos teóricos, coeficientes de caminho (Beta) e teste t das relações causais entre variáveis latentes dos modelos. ....	54
Tabela 4: Faixas de indicadores ( $\mu \pm 1\sigma$ ) encontradas nas categorias de carcaça. ....	66
Tabela 1S: Média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) e amplitude de variáveis morfométricas (cm) obtidas in situ em carcaças resfriadas de cordeiros que compõem a variável latente SHAPE_MPH. ....	84
Tabela 2S: Média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) e amplitude de variáveis das projeções (cm <sup>2</sup> ) e descritores (cm) obtidas nas imagens de carcaças resfriadas de cordeiros que compõem a variável latente SHAPE_VIA. ....	85
Tabela 3S: Média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) e amplitude de variáveis quantitativas da carcaça obtidas de carcaças resfriadas de cordeiros que compõem as variáveis latentes TISSUE_PRIMALCUTS e TISSUE_CARCASS. ....	87
Tabela 4S :Média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) e amplitude de variáveis qualitativas da carcaça obtidas de carcaças resfriadas de cordeiros que compõem a variável latente QUALI_MEAT. ....	88
Tabela 5S: ANOVA das variáveis manifestas e variáveis avaliadas pela Análise de Agrupamento Latente (CLUSTER). ....	89

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
2.1. Aspectos da carcaça ovina .....	12
2.1.1 Peso, Rendimento e cortes comerciais.....	12
2.1.2 Composição tecidual da carcaça .....	13
2.2. Características qualitativas da carne .....	15
2.2.1. Potencial hidrogeniônico (pH) .....	16
2.2.2. Perda por cozimento nas carcaças ovinas .....	17
2.2.3. Textura (maciez) da carne ovina .....	17
2.3. Mensuração na carcaça a partir de <i>vídeo image analysis</i> (VIA) .....	17
2.4. Abordagem estatística .....	19
2.4.1. Regressão generalizada de correlação canônica - RGCCA .....	19
2.4.2. Quadrados mínimos parciais – modelagem de caminho (PLS-PM) .....	20
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>23</b>
<b>4. ARTIGO: VALIDAÇÃO DE INSTRUMENTO DE MEDIDA DE QUALIDADE DA CARNE, COMPOSIÇÃO TECIDUAL DA CARCAÇA E DE CORTES COMERCIAIS A PARTIR DE <i>VIDEO IMAGE ANALYSIS</i> DA CARCAÇA DE CORDEIROS .....</b>	<b>30</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>30</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>32</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE A - Referente ao Material e Métodos .....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE B- Referente ao Resultados e Discussão .....</b>	<b>78</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As características de produção como a qualidade da carne, rendimento e composição da carcaça ovina são importantes elementos para o desenvolvimento do sistema de produção, estando altamente correlacionados com as medidas morfométricas possibilitando a estimação de suas características físicas, evitando dessa forma, o processo da dissecação das carcaças que é caro e demorado (ALVES et al., 2013; BEZERRA et al., 2014).

Leibrandt e Le Pennec (2015), afirmam que os descritores morfológicos são utilizados para descrever com uma maior precisão um certo objeto de estudo. Sendo assim, blocos de características morfométricas e de projeções a outras variáveis, como de qualidade de carne, de rendimento e componentes teciduais, podem ser utilizados para estudos de caracterização física da carcaça.

Características comerciais como o rendimento, composição da carcaça e qualidade da carne ovina são importantes na conquista e ampliação de mercados. No Brasil a maior parte da carne ovina ofertada é proveniente de animais selecionados para abate somente pelo peso, apresentando baixa qualidade de carcaça e afetando características de qualitativas (LANDIM et al., 2007; MCMANUS et al., 2013). Para a avaliação da composição e qualidade de carcaça, pesquisas têm sido realizadas objetivando a utilização de técnicas que associem as características de carne e a biometria, método de avaliação simples e não invasivo.

Segundo Argo et al. 2014, a necessidade de se desenvolver formas alternativas e não destrutivas de métodos de para a padronização da qualidade da carcaça de animais a nível industrial. As técnicas de Via (*vídeo image analysis*) aumentam a acurácia da predição da composição da carcaça e indicadores de rendimento de carne (CRAIGIE et al., 2012; HOPKINS et al., 2015).

Objetivou-se com este trabalho, portanto, investigar se as medidas de VIA, usando imagens de carcaças resfriadas, fornecem uma descrição consistente sobre a caracterização tecidual da carcaça e dos cortes comerciais e qualidade da carne, sendo cada uma destas tratada como uma variável latente.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Aspectos da carcaça ovina**

No Brasil, a Portaria nº 307 de dezembro de 1990, define como carcaça ovina, o corpo inteiro do animal abatido, sangrado, esfolado, eviscerado, desprovido de cabeça, patas, glândulas mamárias, órgãos reprodutores, exceto suas raízes e testículos, retirado os rins e as gorduras perirrenal e inguinal. E no rabo, permanecem não mais que seis vértebras coccígeas (OSÓRIO et al., 2001).

Na espécie ovina, a carcaça representa de 40% a 50% ou mais do peso vivo, variando em função de fatores intrínsecos relacionados ao próprio animal: idade, sexo, base genética, morfologia, peso ao nascimento e peso ao abate e também por fatores extrínsecos: alimentação, manejo e homogeneidade das pesagens e realização de jejum pré-abate. Fatores relacionados com a própria carcaça como o peso, comprimento, compactidade, conformação e acabamento também influem no rendimento (PÉREZ e CARVALHO, 2007).

A necessidade de uma padronização de carcaça se faz necessário tanto para valorizar o produto quanto para atrair o consumidor, priorizando carcaças com elevada deposição de musculatura e distribuição uniforme de gordura, além de características de qualidade da carne, como suculência e textura (MORENO et al., 2016; LIMA et al., 2017).

### **2.2 Características quantitativas**

#### **2.2.1 Peso, Rendimento e cortes comerciais**

No Sistema de produção de carne ovina, preza-se pela elevada importância nas características quantitativas da carcaça, pois estão relacionadas diretamente com o produto final desejado pelo produtor, em conjunto com os aspectos qualitativos (QUEIROZ et al., 2015).

Dentre algumas características quantitativas para a produção destacam-se o peso de carcaça fria, rendimento da carcaça fria, rendimento dos cortes comerciais e as relações músculo/osso, gordura/osso, músculo + gordura/ osso (CARVALHO e BROCHIER, 2008). Sendo assim, obtém-se a determinação do rendimento, composição regional, composição tecidual e da musculabilidade da carcaça, contribuindo para o crescimento do processo produtivo da cadeia produtora da carne ovina.

Segundo Alves et al. (2013), a melhoria da cadeia de produção e da produtividade assim como o conhecimento do potencial do animal em produzir carne é fundamental e como forma de avaliar essa capacidade de produção baseia-se no rendimento de carcaça, que está entre um dos primeiros índices a ser levado em consideração, pois expressa a relação percentual entre os pesos da carcaça e do animal.

A importância presente em conhecer o rendimento da carcaça e dos principais cortes comerciais permite uma melhor interpretação do crescimento e do desempenho do animal Lage et al. (2014), além de serem parâmetros importantes para identificação de sistemas de alimentação que permitem produzir cordeiros jovens para o abate (TONETTO et al., 2004).

Dessa maneira, tem-se que os rendimentos de carcaça são diretamente relacionados com o peso do animal, ou seja, o aumento no rendimento está relacionado quando há aumento do peso vivo e, conseqüentemente, do peso da carcaça (MORENO e NETO 2016).

Oliveira et al. (2017), estudando as características de carcaça de cordeiros alimentados com feno após o abate dos animais com 33 kg encontraram valores de rendimento de carcaça fria de 46,84%. Almeida et al. (2015), avaliando o desempenho, rendimento da carcaça e dos cortes de ovinos alimentados com diferentes resíduos de frutas relataram valores de rendimento de carcaça fria de 45,85; 45,32; 43,63 e 47,91% para cordeiros abatidos com 32 kg.

### 2.2.2 Composição tecidual da carcaça

A composição tecidual ou histológica de uma carcaça é representada pela quantidade de gordura, músculo e osso, sendo que essa composição varia em função de múltiplos fatores, destacando-se a idade, a base genética e, especialmente o sistema de manejo e alimentação (SAÑUDO e SIERRA, 1993).

A avaliação dos tecidos da carcaça baseia-se na dissecação dos três principais tipos de tecidos: muscular, adiposo e ósseo. A partir da dissecação de cortes obtidos da carcaça, é possível prever a composição tecidual, ou seja, a proporção de músculo, osso e gordura presentes na carcaça, onde o seu conhecimento permite estabelecer um balanço preciso da aptidão do animal, valorizar os tipos genéticos e controlar os sistemas de produção (DELFA et al., 1991; VIEIRA DA SILVA et al., 2008).

O valor intrínseco dos animais, segundo Huidobro e Cañeque (1994), está determinado pela composição tecidual, rendimento das partes e pela composição química da

carcaça, onde existe grande importância entre as relações músculo:osso e da gordura subcutânea:gordura intermuscular, na determinação da qualidade do produto

Cunha et al. (2008) encontraram valores de relação músculo: osso de 6,17; 5,52; 5,27; 4,99 para os níveis de inclusão de caroço de algodão integral de 0, 20, 30 e 40 respectivamente e valores para a relação músculo: gordura de 13,20; 8,72; 8,77 e 7,88 para os níveis 0, 20, 30 e 40, respectivamente.

### 2.3 Medidas morfométricas

A biometria é o ramo da biologia que estuda, por meio de mensurações, diversos aspectos dos seres vivos, quer vegetal ou animal (VARGAS JUNIOR et al., 2011). A zometria é a área da biometria responsável por estudar as dimensões e proporções do corpo animal que podem ser de natureza linear como comprimento, largura, espessura, altura, e circular como as medidas de perímetros e têm se destacado como importante ferramenta auxiliar na avaliação do desempenho animal e quando analisada juntamente com outros índices zootécnicos, constitui importante base de dados para a avaliação individual dos animais para determinar a evolução do sistema produtivo (BORGES et al., 2004; CEZAR e SOUSA, 2007).

As medidas realizadas no animal vivo, principalmente o perímetro torácico, largura do peito e da garupa, possuem alta correlação com o peso corporal final do animal (ao abate) e de carcaça fria permitindo que o produtor possa utilizar essas medidas como alternativas para estimar o peso médio dos animais sem necessariamente utilizar equipamentos como uma balança para pesá-los (PINHEIRO e JORGE, 2010). Já as medidas realizadas na carcaça possibilitam análises comparativas entre tipos raciais, pesos e idades ao abate, sistemas de alimentação e, também, o estabelecimento de correlações com outras medidas ou com os tecidos constituintes da carcaça, o que permite assim que se possa ter uma estimativa de suas características físicas (SILVA e PIRES, 2000).

Alves et al. (2013), com avaliação da morfometria em 24 ovinos Santa Inês machos inteiros, alimentados com diferentes estratégias de suplementação, e encontraram que entre as medidas morfométricas avaliadas, a largura de peito (medida morfométrica *in vivo*) e perímetro de perna (medida morfométrica na carcaça) foram maiores para o uso de suplemento concentrado, indicando que essas medidas podem ser utilizadas na predição do peso vivo final ao abate, haja vista que os animais alimentados com concentrados durante o experimento apresentaram maior ganho de peso.

## 2.4 Características qualitativas da carne

A qualidade da carne é relacionada a diversos fatores, em grande parte ao manejo alimentar e de produção (idade ao abate, faixa de peso, espessura de gordura subcutânea obtida por ultrassom), assim como a utilização de determinadas raças em cruzamentos (HOPKINS e MORTIMER, 2014). Para Grandis et al. (2016), diferentes tipos de alimento podem melhorar a qualidade da carne em experimento com substituição do farelo de soja pela torta de soja na alimentação de cordeiros Santa Inês destacando o alto valor energético da torta.

A qualidade pode ser determinada por atributos sensoriais, também chamados de perfil de textura, utilizando parâmetros pontuados em escalas por avaliadores humanos de acordo com os sentidos - suculência, sabor, aroma, textura, cor e crocância (BARBUT, 2015). Esses parâmetros são determinados tanto pelo hábito de consumo dos avaliadores quanto por características físicas da carne (MORENO et al., 2015). Algumas características podem ser mais importantes entre produtos cárneos de diferentes espécies, como a maciez em carnes bovinas em relação à ovina (HOPKINS e MORTIMER, 2014).

Já esses parâmetros físicos compreendem a forma mais objetiva de avaliação da qualidade da carne como coloração, pH, cocção ou perda por cozimento e força de cisalhamento (SILVA SOBRINHO, 2001; SANCHES et al., 2013), que utilizam métodos quantitativos de avaliação.

### 2.4.1 Cor

A cor é um fator importante na qualidade da carne aos olhos do consumidor, que no momento da compra será o critério decisivo na escolha do produto, o qual da preferência para carnes com aparência e tons mais claros (OSÓRIO e OSÓRIO, 2006). O consumidor discrimina a carne escura ao associar esta cor com carne de animais velhos e com maior dureza, informação está que nem sempre reflete a verdade, já que um dos fatores que influencia na coloração da carne são as reservas de glicogênio dos animais na hora do abate, que caso sejam baixas a carne não atinge pH suficientemente baixo para produzir coloração normal, independente de sua idade e maciez (SILVA SOBRINHO et al., 2008).

A coloração da carne é determinada pela concentração total de mioglobina (proteína envolvida nos processos de oxigenação do músculo) e pelas proporções relativas desse pigmento no tecido muscular, que pode ser encontrado na forma de mioglobina reduzida,

com coloração púrpura, oximioglobina, de cor vermelho brilhante e metamioglobina, normalmente marrom (COSTA et al., 2011).

É uma característica que pode ser medida pelo método subjetivo, que envolve observações sensoriais de pigmentos da carne, da gordura, presença de tecido conjuntivo e outros, sendo um método de grande rapidez e utilidade. Entretanto, pode também ser medida pelo método objetivo, através da utilização do colorímetro, o qual determina a cor da carne através das coordenadas  $L^*$  (a refletância, que mede a quantidade de luz refletida),  $a^*$  (que quantifica a cor no eixo vermelho/verde),  $b^*$  (que quantifica a cor no eixo amarelo/azul), o *Hue* representa ângulos de circunferência de cores, onde os ângulos de  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  e  $360^\circ$  representam as cores vermelha, amarela, verde e azul respectivamente e o *Chroma* representa a intensidade de *Hue* (RENERRE, 2004; ZEOLA et al. 2007).

Jucá et al. (2016), com ovinos Santa Inês, encontraram valores de *Chroma* e *Hue* de  $17,86 \pm 3,29$  e de  $0,41 \pm 0,07$  respectivamente. Ramos (2013), em estudo com dupla tonalidade e perda por gotejamento, observou em seu estudo valores de 24,62 e 8,17 para *Hue* e *Chroma* respectivamente.

#### 2.4.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH é o principal indicador da qualidade final da carne e está relacionado com o acúmulo de ácido lático oriundo da mudança *post-mortem*, e este acúmulo na carne possui importante influência na sua qualidade final, constituindo um dos fatores mais importantes na transformação do músculo em carne com decisivo efeito sobre a qualidade da carne fresca e dos produtos derivados (ORDONEZ, 2005; RAMOS e GOMIDE, 2009).

Nos ovinos, quando ocorre um pequeno declínio do pH durante a primeira hora após o sacrifício (permanecendo acima de 6,0) se originam as chamadas carnes DFD (*dark, firm, dry*) escuras, duras e secas. Por outro lado, quando o pH diminui rapidamente chegando a valores iguais ou menor que 5,8 aos 60 minutos do sacrifício com oscilação entre 5,3 e 5,6, originam as chamadas carnes PSE (*pale, soft, exudative*) pálidas, moles e exudativas (MATURANO, 2003; MONTE et al., 2012).

Leão et al. (2012), em avaliação de características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado, relataram que as dietas não influenciaram no valor final do pH. Carvalho et al. (2015), ao estudarem a influência de diferentes níveis de inclusão de glicerina

na dieta de cordeiros também não observaram alterações no valor do pH inicial e final da carne dos animais submetidos as dietas.

#### 2.4.3 Perda por cozimento nas carcaças ovinas

A cocção é uma medida de qualidade, associada ao rendimento da carne no momento do consumo, sendo influenciada pela capacidade de retenção de água nas estruturas da carne. Caracteriza-se como importante parâmetro de avaliação da qualidade da carne. (MONTE et al., 2012).

A importância em medir a perda de líquido durante a cocção é sua associação com a suculência da carne, ou seja, aumentos na perda de líquidos representam redução na suculência durante a degustação. Associa-se assim, não somente ao rendimento no preparo para o consumo, mas também influencia a suculência da carne (COSTA et al. 2002).

Lage et al. (2014), em estudo de níveis diferenciados de inclusão de glicerina bruta na dieta de ovinos terminados em confinamento, observaram que não houve influência das dietas sobre a perda de cocção da carne

#### 2.4.4 Textura (maciez) da carne ovina

A maciez representa o principal quesito de avaliação ou apreciação da carne, após sua aquisição. A maciez da carne como um indicador da textura, reflete-se na facilidade de penetração e corte e na resistência de ruptura das miofibrilas ao longo da mastigação, sofrendo influência de fatores como raça, sexo, idade, dieta, temperatura, comprimento do sarcômero, proteólise e tipos de fibras musculares (MALTIN et al., 2003; COSTA et al., 2008).

Silva Sobrinho et al. (2005), em seu trabalho com características qualitativas em diferentes genótipos e idades ao abate, relataram que a maciez da carne ovina foi influenciada pelos diferentes genótipos, sendo a carne de cordeiros Romney mais macia que as demais carnes avaliadas.

#### 2.5 Mensuração na carcaça a partir de *vídeo image analysis* (VIA)

O uso de *vídeo image analysis* (VIA), tem sido desenvolvido desde a década de 80 nos Estados Unidos com o objetivo de avaliar carcaças bovinas, ovinas e suínas, tendo sido aplicado na avaliação de carcaça e também na avaliação qualitativa da carne (CROSS et al., 1983; CRAIGIE et al., 2012).

Por essa tecnologia é possível avaliar várias características quali e quantitativas da carcaça, como rendimento e qualidade de carne, de forma rápida sem interferências importantes na rotina industrial (CRAIGIE et al., 2012; CRAIGIE et al., 2013).

A utilização do VIA abriu muitas oportunidades para a indústria de carnes devido a prover um indicador de qualidade da carne e uma predição das características da carcaça de forma mais precisa e de acordo com o modelo de classificação de carcaças utilizado pela União Europeia (SORENSEN, 1983; CRAIGIE et al., 2012; HOPKINS et al., 2015; LORENZO et al., 2017).

A avaliação da qualidade da carcaça através de sistemas de classificação por imagem de carcaças tem se constituído como uma importante ferramenta para dar maior valor comercial para o produto (RIUS-VILARRASA et al., 2009).

Essa técnica foi aprovada pela União Europeia para a classificação de carcaças suínas e já está sendo utilizada em inúmeros abatedouros de suínos na Europa, (EUROPEAN COMMUNITY, 2008 e 2009, OLIVER et al. 2010).

O VIA constitui uma ferramenta de extrema importância para o *Beef Classification Centre* (BCC) na Dinamarca, que além do VIA utiliza mensurações através de ultrassonografia para a predição de características da carcaça, onde é mensurada a forma da carcaça (SHAPE) e as características da carcaça combinando essas informações com o peso da carcaça para obter uma melhor predição na estimativa das características da carcaça (GUPTA al., 2013).

A obtenção das imagens para análises pode ser realizada por meio da utilização de uma ou mais câmeras para as imagens 2D ou através do uso de imagens de vídeos. Esta técnica é muito útil em aplicações na agricultura, onde uma de suas maiores vantagens é a não interação entre humanos-animais (CARABAÚS et al., 2016).

Ainda segundo Carabaús et al. (2016) as imagens podem ser analisadas de três forma diferentes: usando mensurações fenóticas, mensurações lineares, por área e volume ou através de segmentação baseada na aplicação de algoritmos de classificação.

O uso de técnicas de avaliação morfométrica por análise de imagem pode ser desenvolvida com o objetivo de diminuir o tempo de obtenção de medidas, risco de acidentes e aumentar os níveis de confiabilidade dos dados obtidos, assim como utilização e desenvolvimento de softwares específicos de avaliação de imagens de animais (LÓPEZ et al., 2000).

Avaliando medidas morfoestruturais em equinos através da utilização de imagens, Mariz et al. (2015), afirmaram que a avaliação de imagens fotográficas por programas computacionais é uma alternativa viável para a substituição da tomada tradicional de medidas morfométricas.

## 2.6 Abordagem estatística

### 2.6.1 Regressão generalizada de correlação canônica - RGCCA

A RGCCA é uma estrutura de modelagem multivariada, que faz a relação entre blocos de diferentes variáveis observadas nos mesmos indivíduos. Considerando estruturas de conexão entre esses blocos, o objetivo do RGCCA é encontrar combinações lineares entre os blocos de variáveis de forma que esses blocos expliquem bem o seu próprio bloco e os blocos de variáveis que estão correlacionados (TENENHAUS e TENENHAUS, 2011).

O termo “generalizada” tem relação com pelo menos três noções. A primeira é relacionada com a generalização do método de dois blocos relacionados, correlação canônica, análise de fatores e análise de redundância. O segundo fator está ligado com a correlação entre os blocos. O terceiro baseia-se na escolha de parâmetros de encolhimento que permitem capturar tanto a correlação ou critérios baseados em covariância (GARALI et al., 2017).

Blocos com diferentes variáveis são encontrados em diversos campos de estudo, entre eles a bioinformática, análises sensoriais, química, *market* e pesquisa com alimentos. O objetivo geral quando se analisa esse tipo de informação é identificar variáveis dentro de cada bloco que tenha influência na relação entre os blocos (TENENHAUS et al., 2015).

O RGCCA é capaz de processar informações e definir a partir delas quais são os blocos de variáveis supostamente mais correlacionados para serem ligados e demonstrar essa informação através do uso de gráficos para a melhor visualização da variabilidade entre as variáveis dentro dos blocos e a correlação entre os outros blocos de variáveis (GARALI et al., 2017)

O objetivo do RGCAA é extrair informações que são divididas entre os blocos de variáveis levando em conta um gráfico de conexões entre os blocos, é uma técnica rica que incorpora várias análises multivariadas importantes (TENENHAUS et al. 2014; GARALI et al., 2017).

Considera-se  $J$  para as matrizes  $X_1; \dots; X_j; \dots; X_J$ . Cada  $n \times p_j$  da matriz dos dados  $X_j = [X_{j1}; \dots; X_{jp_j}]$  é chamada de bloco e representa variáveis  $p_j$  observadas nos indivíduos. O

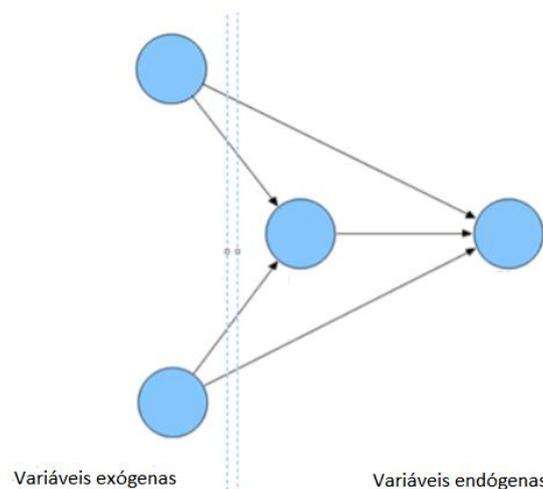
número e a natureza das variáveis podem ser diferentes de um bloco para o outro, entretanto o número de indivíduos tem que ser o mesmo entre os blocos (GARALI et al., 2017).

### 2.6.2 Quadrados mínimos parciais – modelagem de caminho (PLS-PM)

A técnica de PLS-PM, faz parte da Modelagem de Equações Estruturais (SEM-*Structural Equation Modeling*), e pode ser usada para o estudo de dados com o número de observações limitado, as correlações entre as variáveis é alta e não exige que os dados estejam em distribuição normal (WU e ZHANG, 2009).

O PLS-PM é formado por dois grupos de equações lineares denominadas de *inner* e *outer model*, onde o *inner model* especifica a relação entre as variáveis latentes e o *outer model* mostra a relação entre as variáveis latentes e as variáveis manifestas (GORAI et al., 2015).

Ainda segundo Gorai et al. (2015), o PLS-PM é descrito por dois modelos, sendo um modelo de mensuração, que também é chamado de *outer model*, relacionado com as variáveis manifestas e com as suas próprias variáveis latentes e o modelo estrutural, ou *inner model*, que relaciona variáveis endógenas latentes com outras variáveis exógenas e endógenas (Imagem 1).

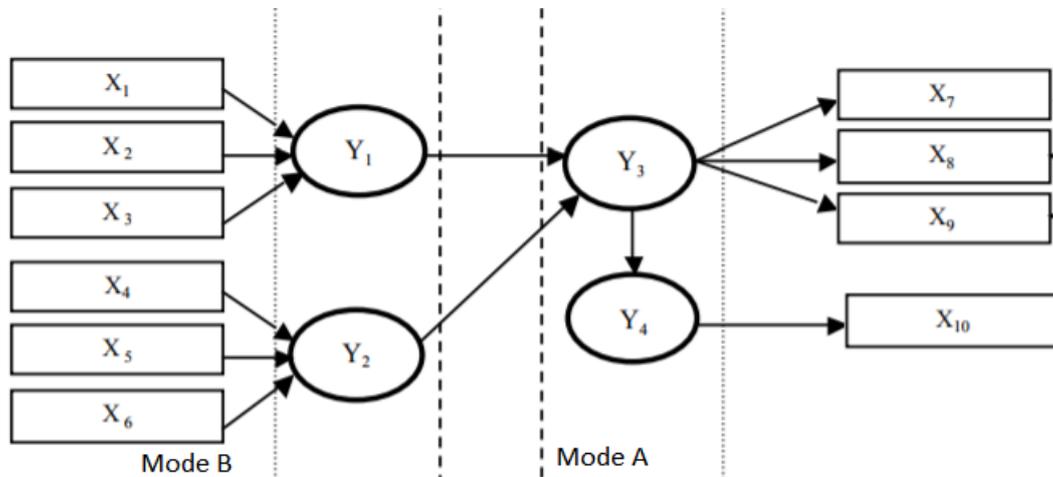


Fonte: Adaptado de Nascimento e Macedo, 2016.

**Imagem 1:** Diagrama de caminho demonstrando as variáveis exógenas e endógenas

Dentro do PLS-PM pode ser desenvolvido dois tipos de modelos de mensuração denominados de ‘*mode A*’ (modelo reflexivo) e ‘*mode B*’ (modelo formativo) (Imagem 2). No ‘*mode A*’ os pesos externos são calculados como covariâncias entre cada variável do modelo interno e suas variáveis latentes, já no ‘*mode B*’ são calculados os pesos de regressão

resultantes da regressão dos mínimos quadrados interno de cada variável latente em seus indicadores (DIAMANTOPOULOS e WINKLHOFFER, 2001; HENSELER, 2010).



Fonte: Adaptado de Hair Jr. et al., 2014.

**Imagem 2:** Diagrama de caminho demonstrando os modelos de mensuração ‘mode B’ e ‘mode A’

Esses modelos de mensuração podem ser expressos de forma gráfica, através de um gráfico chamado de *path models* ou diagramas de caminho, onde as variáveis latentes são demonstradas como círculos e as variáveis manifestas como retângulos e as relações entre os constructos são representados como retângulos (NASCIMENTO e MACEDO, 2016).

Na representação do modelo de mensuração ‘mode A’ através do diagrama de caminho as flechas irão sair dos retângulos para o círculo, quando o ‘mode B’ estiver sendo representado no diagrama as flechas irão sair do círculo para os retângulos. No diagrama de caminho existem as variáveis conhecidas como endógenas (aquelas que recebem as flechas) e as variáveis exógenas (de onde partem as setas). Quando as flechas apontam em uma direção estão representando uma relação de predição (HAIR JR et al., 2014; NASCIMENTO e MACEDO, 2016).

### 2.6.3 Análise de classes latentes

A análise de classes latentes é um método para analisar as relações entre variáveis manifestas com algumas variáveis não observáveis, chamadas de variáveis latentes. Essa análise permite observar variáveis manifestas nominais, ordinais e contínuas (ESHGHI et al., 2011).

A principal diferença entre essa análise e o *cluster* é a de que a análise de classes latentes possui um modelo estatístico que é proveniente de uma população a partir da qual os dados são reunidos (SCHREIBER et al., 2014).

No caso do modelo *cluster* ele é ajustado segundo indicadores categóricos enquanto que a análise de classes latentes tem como vantagem não fazer suposições sobre as distribuições dos indicadores, os quais devem ser independentes (VERMUT e MAGIDSON, 2004).

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.C.S.; FIGUEIREDO, D.M de; BOARI, C.A.; PAIXÃO, M. L.; SENA, J. A. B.; BARBOSA, J. L.; ORTÊNCIO, M. O.; MOREIRA, K. F. Desempenho, medidas corporais, rendimentos de carcaça e cortes, e qualidade de carne em cordeiros alimentados com resíduos da agroindústria processadora de frutas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 541-556, 2015.

ALVES, D.D.; ARAÚJO, L.M.; MONTEIRO, H.C.F.; LEONEL, F.P.; SILVA, F.V.; SIMÕES, D.A.; GONÇALVES, W.C.; BRANT, L.M.S. Características de carcaça, componentes não-carcaça e morfometria em ovinos submetidos a diferentes estratégias de suplementação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p.3093-3104, 2013.

ARGO, C. M.; DUGDALE, A. H. A.; CURTIS, G. C.; MORRISON, P. K. Evaluating body composition in living horses: where are we up to? In Farm animal imaging Copenhagen (ed. CA Maltin, C Craigie and L Bungler), pp. 12–17. **Quality Meat Scotland**, Ingliston, UK. 2014.

BARBUT, S. (2015). **The Science of Poultry and Meat Processing**.

BEZERRA, S. B. L.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, R. M. L.; BATISTA, A. M. V.; CABRAL, A. M. D.; LUCAS, L. C. O.; PEREIRA NETO, J. D. Medidas Morfométricas das Carcaças de Ovinos Submetidos a Dietas com Diferentes Níveis de Palma Forrageira. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 14, n. 2, p. 231-234, 2014.

BORGES, I.; SILVA, A. G. M.; ALBUQUERQUE, F. H. M. A. R. Escrituração zootécnica e sua importância no gerenciamento da caprinocultura. In: Reunião técnica científica em ovinocaprinocultura, 1. 2004. **Anais...** Itapetinga: UESB, p.1-17, 2004.

BRASIL\_\_\_\_\_. Portaria nº 307 de 26 dez. 1990. Aprova o "Sistema Nacional de Tipificação de Carcaças Ovinas". D.O.U., Brasília, 27 dez. 1990.

BUENO, M. S.; CUNHA, E. A.; SANTOS, L. E.; RODA, D. S.; LEINZ, F. F. Características de Carcaça de Cordeiros Suffolk Abatidos em Diferentes Idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29(6): p. 1803-1810, 2000.

CANNELL, R. C.; TATUM, J. D.; BELK, K. E.; WISE, J. W.; CLAYTON, R. P.; SMITH, G. C. Dual-component video image analysis system (VIAScan) as a predictor of beef carcass red meat yield percentage and for augmenting application of USDA yield grades. **Journal of Animal Science**, 77, 2942–2950. 1999.

CARABÁUS, A.; GISPERT, M.; FONT-I-FURNOLS, M. Imaging technologies to study the composition of live pigs: A review. **Spanish Journal of Agricultural Research**, 14, 1-16. 2016.

CARVALHO, S. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de cordeiros machos inteiros, machos castrados e fêmeas alimentadas em confinamento**. Santa Maria, 1998. 100p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1998.

CARVALHO, S.; BROCHIER, M. A. Composição tecidual e centesimal e teor de colesterol da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo níveis crescentes de resíduo úmido de cervejaria. **Ciência Rural**, v.38, n.7, out, 2008.

CARVALHO, V. B. **Glicerina bruta substituindo o milho em dietas de baixo amido na terminação de cordeiros**. 2015. xiv, 78 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015.

CEZAR M.F.; SOUZA W.H. **Carcaças Ovinas e Caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba, MG: Edit. Agropecuária Tropical, 232p. 2007.

COLOMER-ROCHER, F.; MORAND-FEHR, P.; KIRTON, A. **Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas**. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Cuadernos INIA, Número 17, 41 páginas. 1988.

COSTA, E. C. D.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; PEROTTONI, J.; FATURI, C.; MENEZES, L. D. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31(1), 417-428. 2002

COSTA, R. G.; CARTAXO, F. T.; SANTOS, N. M.; QUEIROCA, R. C. C. E. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, 2008.

CRAIGIE, C. R.; NAVAJAS, E. A.; PURCHAS, R. W.; MALTIN, C. A.; BÜNGER, L.; HOSKIN, S. O.; ROEHE, ROSS, D. W.; MORRIS, S.T.; ROECHE. R. 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(4), 307-318. 2012.

CRAIGIE, C. R.; ROSS, D. W.; MALTIN, C. A.; PURCHAS, R. W.; BÜNGER, L.; ROEHE, R.; MORRIS, S. T. The relationship between video image analysis (VIA), visual classification, and saleable meat yield of sirloin and fillet cuts of beef carcasses differing in breed and gender. **Livestock Science**, 158, 169- 178. 2013.

CROSS, H. R.; GILLILAND, D. A.; DURLAND, P. R.; SEIDEMAN, S. Beef carcass evaluation by use of a video image analysis system. **Journal of Animal Science**, 57, 908–917. 1983.

DA ROSA, G. T.; PIRES, C. C.; DA SILVA, J. H.; MOTA, O. S.; COLOMÉ, L. M. Composição tecidual da carcaça e de seus cortes e crescimento alométrico do osso, músculo e gordura da carcaça de cordeiros da raça texel. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 24, n. 1, p. 1107-1111, 2002.

DIAMANTOPOULOS, A.; WINKLHOFER, H. M. "Index Construction with Formative Indicators: An Alternative to Scale Development," **Journal of Marketing Research**, 38 (2), 269-277. 2001.

ESHGHI, A.; HAUGHTON, D.; LEGRAND, P.; SKALETSKY, M.; WOOLFORD, S. Identifying groups: A comparison of methodologies. **Journal of Data Science**, 9, 271–291

2011.

EUROPEAN COMMUNITY. Commission Decision of 19 December 2008 authorising methods for grading pig carcasses in Spain (notified under document number C(8477)). **Official Journal of the European Union**, 6. 2009.

EUROPEAN COMMUNITY. Commission Decision of 28 July 2008 amending Decision 2006/784/EC as regards the authorisation of a method for grading pig carcasses in France (notified under document number C(3803)). **Official Journal of the European Union**, 221. 2008.

GARALI, I.; ADANYEGUH, I.M.; ICHOU, F.; PERLBARG, V.; SEYER, A.; COLSCH, B.; MOSZER, I.; GUILLEMOT, V.; DURR, A.; MOCHEL, F.; TENENHAUS, A. strategy for multimodal data integration: Application to biomarkers identification in spinocerebellar ataxia. **Brief. Bioinform.** 2017.

GORAI, A.K.; TULURI, F.; TCHOUNWOU, P.B. Development of PLS–path model for understanding the role of precursors on ground level ozone concentration in Gulfport, Mississippi, USA. **Atmos Pollut Res** 6(3):389–397. 2015.

GRANDIS, F. A.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; BUMBIERIS, JÚNIOR, V. H.; PRADO, O. P. P.; PINTO, A. P. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed with different levels of soybean cake in replacement of soybean meal. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 327-341, 2016.

GUPTA, S.; KUMAR, A.; KUMAR, S.; BHAT, Z. F.; HAKEEM, H. R.; ABROL, A. P. S. (2013). Recent trends in carcass evaluation techniques-a review. **Journal of Meat Science. Technology**, 1, 50-55.

HAIR JR, J. F.; HULT, G. T. M.; RINGLE, C.; SARSTEDT, M. A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). Sage Publications. 2014.

HENSELER, J. On the convergence of the partial least squares path modeling algorithm. **Computational Statistics**, 25(1), 107–120. 2010.

HOPKINS, D. L.; GARDNER, G. E.; TOOHEY, E. S. Australian view on lamb carcass and meat quality – the role of measurement technologies in the Australian sheep industry. **In Farm animal imaging** (ed. CA Maltin, C Craigie and L Bünger), pp. 17–21. Edinburgh, UK. 2015.

HOPKINS, D. L.; MORTIMER, S. I. Effect of genotype, gender and age on sheep meat quality and a case study illustrating integration of knowledge. **Meat Science**, v. 98, n. 3, p. 544-555, 2014.

JUCÁ, A. F.; FAVERI, J. C.; MELO FILHO, G. M.; RIBEIRO FILHO, A. L.; AZEVEDO, H. C.; MUNIZ, E. N.; PEDROSA, V. B.; PINTO, L. F. B. Effects of birth type and family on the variation of carcass and meat traits in Santa Ines sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, p.435-443, 2016.

LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R.; DUARTE, M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S.; SOUZA, N.K.P.; LIMA, J.C.M. Carcass characteristics of feedlot lambs fed crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. **Meat Science** 96: 108-113. 2014.

LANDIM, A. V.; MARIANTE, A. S.; McMANUS, C.; GUGEL, R.; PAIVA, S. R.; MCMANUS, C.; DO PRADO PAIM, T.; LOUVANDINI, H.; DALLAGO, B., DIAS, L. T. Características quantitativas da carcaça, medidas morfométricas e suas correlações em diferentes genótipos de ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 665-676. 2007.

LAWRIE, R.A. **Ciência de Ia carne**. Zaragoza: Acribia. 342p. 1970.

LEÃO, A.G.; SILVA SOBRINHO, A.G.; MORENO, G.M.B.; SOUZA, H.B.A.; GIAMPIETRO, A.; ROSSI, R.C.; PEREZ, H.L. Características físicoquímicas e sensoriais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1253–1262, 2012.

LEIBRANDT, S.; LE PENNEC, J. L. Towards fast and routine analyses of volcanic ash morphometry for eruption surveillance applications. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 297, p. 11-27, 2015.

LÓPEZ S.; GOYACHE F.; QUEVEDO J.R.; JAIME, A.; RANILLA, J.; LUACES, O.; BAHAMONDE, A.; DEL COZ, J.J. Un Sistema Inteligente para Calificar Morfológicamente a Bovinos de la Raza Austuriana de los Valles. **Revue Iberoameric. Intelligence Artifici**al., 4(10):5-17. 2000.

LORENZO, J. M., GUEDES, C. M., AGREGÁN, R., SARRIÉS, M. V., FRANCO, D., SILVA, S. R. Prediction of foal carcass composition and wholesale cut yields by using video image analysis. **Animal**, v. 12, n. 1, p. 174-182. 2017

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

MALTIN, C.; BALCERZAK, D.; TILLEY, R.; DELDAY, M. Determinants of meat quality: tenderness. **Proceedings of the Nutrition Society**. v.62, p.337–347, 2003.

MARIZ, T. M. A.; SANTOS, W. K.; MOTA, L. F. M.; MARTINS, R. B.; LIMA, C. B.; ESCODRO, P. B.; LIMA JÚNIOR, D. M.; OLIVEIRA, L. P.; SOUSA, M. F., RIBEIRO, J. S. Avaliação de medidas morfoestruturais em equinos da raça Quarto de Milha utilizando análises de imagens. **Acta Veterinaria Brasilica** 9:362-368. 2015.

MATURANO A.M.P. Estudo do efeito do peso de abate na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 93 f. 2003.

MCMANUS, C.; PAIM, T.P.; LOUVANDINI, H. et al. Avaliação ultrasonográfica da qualidade de carcaça de ovinos santa Inês. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, p.8-16, 2013.

MONTE, A. L. S.; GONSALVES, H. R. O.; VILLARROEL, A. B. S.; DAMACENO, M. N.; CAVALCANTE, A. B. D. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. **Revista ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.3, p11-17, 2012.

MORA, H. A. P.; MACEDO, F. A. F.; MEXIA, A. A.; ALMEIDA, A. A.; SENEGALHE, F. B. D.; POSSAMI, A. P. M.; MACEDO, R. M. G.; ARAÚJO, G. G. L. Physicochemical characteristics of meat from pantaneiro lambs slaughtered with different of subcutaneous fat thicknesses. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, 2015.

NASCIMENTO, J. C. H. B.; MACEDO, A. S. M. Modelagem de Equações Estruturais com Mínimos Quadrados Parciais: um Exemplo da Aplicação do SmartPLS® em Pesquisas em Contabilidade. **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade**, v. 10, n. 3, 2016.

OLIVEIRA, J. P. F.; FERREIRA, M. A.; FREITAS, A. P. D.; URBANO, S. A.; DA SILVA, A. E. M. Características de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com mazoferm substituindo o farelo de soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 4, p. 708, 2017.

OLIVEIRA, J. P. F.; FERREIRA, M. A.; FREITAS, A. P. D.; URBANO, S. A.; DA SILVA, A. E. M. Características de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com mazoferm substituindo o farelo de soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 4, p. 708, 2017.

OLIVEIRA, M.V.M.; PÉREZ, J.R.O.; ALVES, E.L. Avaliação da composição de cortes comerciais, componentes corporais e órgãos internos confinados e alimentados com dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 31:1459-1469. 2002.

OLIVER, A.; MENDIZABAL, J. A.; RIPOLL, G.; ALBERTÍ, P.; PURROY, A. 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. 2010.

ORDÓÑEZ, J. A. Características sensoriais da carne. In: (Ed.). **Tecnologia de alimentos**. 2. vol. Artmed: Porto Alegre. 145-170. 2005.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. Calidad Y sus determinantes en la cadena productiva y comercial de la carne ovina. **Revista Brasileira de Agrocência, Pelotas**, V.11, n.2, p.251-256, 2006.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. Sistemas de avaliação de carcaças no Brasil. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: UFLA, p. 157-196. 2001.

OSÓRIO, J.C.S e OSÓRIO, M.T.M. Condições de abate e qualidade de carne. In: Curso de Qualidade da Carne e dos Produtos Cárneos, Bagé. **Anais...** Bagé, 65p. 1999.

PÉREZ, J. R. O.; CARVALHO, P. A. **Considerações sobre carcaças ovinas**. 2007. Boletim Técnico, 61, Lavras, Universidade Federal de Lavras (UFLA), 2003. Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br>>. Acesso em: 26 julho. 2016.

PINHEIRO, R. S. B. **Características da carcaça e da carne de ovelhas santa inês abatidas em três estágios fisiológicos**. Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Botucatu. São Paulo, Fevereiro. 2009.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M. Medidas biométricas obtidas in vivo e na carcaça de ovelhas de descarte em diferentes estágios fisiológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.440-445.2010.

POMERANZ, Y.; MELON, C. E. **Food analysis: theory and practice**. Westport: The AVI Publishinhg, 669 p. 1971.

QUEIROZ, L. O.; SANTOS, G. R. A.; MACÊDO, F. A. F.; MORA, N. H. A. P.; TORRES, M. G.; SANTANA, T. E. Z.; MACÊDO, F. G. "Características quantitativas da carcaça de cordeiros Santa Inês, abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea." **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 16.3. 2015.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 5.ed. Viçosa, MG: UFV, 599p. 2009.

RAMOS, P. M. Dupla tonalidade e perda por gotejamento: relação com posição anatômica em secção transversal do lombo suíno e glicemia. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo. 2013.

RENERRE, M. **La couleur de la viande et sa mesure**. INRA 1: 63-68. 2004.

RIUS-VILARRASA, E.; BÜNGER, L.; MALTIN, C.; MATTHEWS, K. R.; ROEHE, R. Evaluation of Video Image Analysis (VIA) technology to predict meat yield of sheep carcasses on-line under UK abattoir conditions. **Meat Science**, 82(1), 94–100. 2009.

ROSA, A. F; TRINDADE, M. A; SILVA, S. L; LEME, T. M. C. Avaliação das características de qualidade da carcaça e da carne de ovinos . **Anais zootec...** São Paulo, 2009.

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

SANCHES, A.; BAISE, J.; TERASSI, E. R.; TAKACHI, T. Y. S.; DE LIMA, L. D. Características qualitativas da carne de cordeiros alimentados com diferentes níveis de substituição do milho pela polpa cítrica úmida. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 8, n. 2, 2013.

SCHREIBER, JAMES B. e ANDREW J. PEKARIK. Technical note: Using Latent Class Analysis versus K-means or Hierarchical Clustering to understand museum visitors. **Curator: The Museum Journal** 57(1): 45–60. 2014.

SILVA ALMEIDA, J. C.; FIGUEREIDO, D.M.; BOARI, C. A.; PAIXÃO, M. L.; SENA, J. A. B.; BARBOSA, J. L.; ORTÊNCIO, M. O.; MOREIRA, K. F. Desempenho, medidas corporais, rendimentos de carcaça e cortes, e qualidade de carne em cordeiros alimentados com resíduos da agroindústria processadora de frutas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, 2015.

SILVA SOBRINHO, A. G.; SILVA, A. M. A. Produção de carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, v. 24, n. 285, p. 32-44, 2000.

SILVA SOBRINHO, A.G. **Criação de ovinos**. Jaboticabal: Funep. 302 p. 2001.

SILVA SOBRINHO, A.G.; PURCHAS, R.W.; KADIM, I.T.; YAMAMOTO, S. M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1070-1078, 2005.

SILVA, L. F.; PIRES, C. C. Avaliações quantitativas das proporções de osso, músculo e gordura da carcaça em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1253-1260, 2000.

SILVA, L. F.; PIRES, C. C. Avaliações quantitativas das proporções de osso, músculo e gordura da carcaça em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1253-1260, 2000.

SIQUEIRA, E. R. Confinamento de ovinos. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA E ENCONTRO INTERNACIONAL DE OVINOCULTURA, 5, Botucatu. **Anais...** Botucatu:UNESP, CATI, IZ, ASPACO,1999. p.52-59. 1999.

SØRENSEN, S. E. Possibilities for application of video image analysis in beef carcass classification. *In Vivo* measurement of body composition in meat animals (ed. N Apellido), pp. 113–122. **Elsevier Applied Science Publishers**, London, UK. 1983.

TENENHAUS, A.; PHILIPPE, C.; FROUIN, V. Kernel generalized canonical correlation analysis, *Comput. Stat. Data Anal.* 90. 114–131. 2015.

TENENHAUS, A.; PHILIPPE, C.; GUILLEMOT, V.; LE CAO, K.A.; GRILL, J.; FROUIN, V. Variable selection for generalized canonical correlation analysis. **Biostatistics**. 2014.

TENENHAUS, A.; TENENHAUS, M. Regularized generalized canonical correlation analysis. **Psychometrika** 76, 257–284. 2011.

TONETTO, C.; PIRES, C.C.; MULLER, L. ROCHA, M. G.; SOUZA DA SILVA, J. H.; FRESCURA, R. B. M.; KIPPERT, C. J. Rendimentos de cortes da carcaça, características da carne e componentes do peso vivo em cordeiros terminados em três sistemas de alimentação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, n.1, p.234-241, 2004.

VARGAS JUNIOR, F. M.; MARTINS, C. F.; SOUZA, C. C.; PINTO, G. dos S.; PEREIRA, H. F.; CAMILO, F. R.; AZEVEDO JÚNIOR, N. P. Avaliação Biométrica de Cordeiros Pantaneiros. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4,n. 11, p. 60-65, 2011.

VERMUNT, J. K. E MAGIDSON, J. **Technical Guide for latent Gold Choice 4.0: Basic and Advanced**. Statistical Innovations Inc., Belmont Massachusetts 2005.

WOOD, J.D.; MACFIE, H.J.H. The significance of breed in the prediction of lamb carcass composition from fat thickness measurements. **Animal Production**, v.31, n.3, p.315-319, 1980.

WU, W.; ZHANG, W. PLS path model building: A multivariate approach to land price studies—A case study in Beijing. **Progress in Natural Science**, v. 19, n. 11, p. 1643-1649, 2009.

YAMAMOTO, S.M.; MACEDO, F.A.F.; MEXIA, A.A.; ZUNDT, M.; SAKAGUTI, E.S.; ROCHA, G.B.L.; REGAÇONI, K.C.T.; MACEDO, R.M.G. Rendimento dos cortes e não componentes da carcaça de cordeiros terminados com dietas contendo diferentes fontes de óleo vegetal. **Ciência Rural** 34:1909-1913. 2004.

#### **4 ARTIGO: VALIDAÇÃO DE INSTRUMENTO DE MEDIDA DE QUALIDADE DA CARNE, COMPOSIÇÃO TECIDUAL DA CARÇAÇA E DE CORTES COMERCIAIS A PARTIR DE *VIDEO IMAGE ANALISYS* DA CARÇAÇA DE CORDEIROS**

##### **RESUMO**

Objetivou-se com este trabalho investigar se a *Video Image Analisys* (VIA) de carcaças resfriadas, fornecem uma descrição consistente da qualidade de carne, considerando ainda as composições teciduais da carcaça e dos cortes comerciais. Informações de 67 carcaças frias de cordeiros machos castrados foram submetidas à correlação canônica regularizada generalizada (RGCCA) e à modelagem de equações estruturais via modelagem de quadrados mínimos parciais – modelagem de caminho (PLS-PM), avaliando blocos de variáveis manifestas (VM) de: forma da carcaça (SHAPE), qualidade da carne (QUALI\_MEAT), composição tecidual da carcaça (TISSUE\_CARCASS) e dos cortes comerciais (TISSUE\_PRIMALCUTS); sendo cada bloco tratado como variável latente (VL). Foram avaliados três modelos teóricos que divergiam quanto a obtenção dos caracteres de forma: por morfometria (SHAPE\_MPH) e por VIA (SHAPE\_VIA1 e SHAPE\_VIA2). Os modelos foram capazes de prever características de qualidade de carne somente nos aspectos de cocção e força de cisalhamento. Todos os modelos atenderam aos critérios de validade convergente, confiabilidade composta, validade discriminante, validade preditiva e tamanho dos efeitos, mostrando altas acurácias na predição das VL's, especialmente de QUALI\_MEAT: 0,77; 0,82 e 0,78, em SHAPE\_MPH, SHAPE\_VIA1 e SHAPE\_VIA2, respectivamente. Os modelos de VIA promoveram maiores coeficientes de determinação que a avaliação da morfometria da carcaça *in situ* (SHAPE\_MPH), exceto para TISSUE\_PRIMALCUTS. Os coeficientes de caminho da relação SHAPE⇒QUALI\_MEAT não foram significativos para todos os modelos. SHAPE\_MPH e SHAPE\_VIA1 foram considerados adequados e validados pelos procedimentos de qualidade de ajustes para modelagem de equações estruturais. O

modelo SHAPE\_VIA1 demonstrou correlações positivas e altas entre as VL's: SHAPE\_VIA1 e TISSUE\_CARCASS ( $r = 0,88$ ), SHAPE\_VIA1 e TISSUE\_PRIMALCUTS ( $r = 0,81$ ) e TISSUE\_CARCASS e TISSUE\_PRIMALCUTS ( $r = 0,81$ ); e altamente negativas entre QUALI\_MEAT e TISSUE\_PRIMAL CUTS ( $r = -0,86$ ), QUALI\_MEAT e TISSUE\_CARCASS ( $r = -0,87$ ). Altos escores de SHAPE\_VIA1, TISSUE\_CARCASS e TISSUE\_PRIMAL CUTS representam, individualmente: carcaça ampla, maciça e circular; carcaça pesada com grande porção comestível, conformação e acabamento superiores; maior peso e porção comestível de cortes comerciais; respectivamente. Menores escores para QUALI\_MEAT correspondem a carne suculenta e macia. Foi realizada uma Análise de Agrupamento Latente a partir das pontuações das VL's, formando quatro *clusters*, onde o *Cluster 1* (N=19) foi o que apresentou maiores escores de SHAPE\_VIA1, TISSUE\_CARCASS, TISSUE\_PRIMALCUTS e menores escores para QUALI\_MEAT e; *Cluster 4* (N=15) – grupos com os menores escores de SHAPE\_VIA1, TISSUE\_CARCASS, TISSUE\_PRIMALCUTS e maiores escores para QUALI\_MEAT. Os *Clusters 2* (N=17) e 3 (N=16) foram os grupos com escores intermediários para todas as VL's. O instrumento proposto e validado permitiu, por meio dos perfis geométricos obtidos por processamento de imagem, obter associações mais eficientes com características quantitativas, teciduais e qualitativas da carcaça, demonstrando inter-relações entre os grupos de descritores de forma e composição, permitindo, por meio dos escores de variáveis latentes, estabelecer categorias para classificação de carcaça. Dessa forma, apresenta-se como uma metodologia consistente para ser incorporada em sistemas de visão computacional capazes de operacionalizar tais mensurações na imagem da carcaça de forma instantânea, fornecendo categorias de interesse à cadeia produtiva da ovinocultura de corte.

**Palavras chaves:** Composição da carcaça. PLS – PM. RGCCA. Predição. Shape.

## ABSTRACT

The main of the paper it was investigate if the vídeo image analisys (VIA) from cold carcass, provide a consistent description of the meat quality, whereas composition tissues from carcass and primal cuts. Information of 67 cold carcass from lambs male nesteres was submitted on the regularized generalizeted canonical correlation (RGCCA) and the structural modeling equation by PLS-PM, assessing blocks of the manifest variables (MV's) of: SHAPE from carcass (SHAPE), meat quality (QUALI\_MEAT), tissue carcass composition (TISSUE\_CARCASS), and the primal cuts (TISSUE\_PRIMALCUTS), where it block was trated by a latent variable (LV's). The teoric models diverged from the getting of the form characthers: by morphometric (SHAPE\_MPH) and By VIA (SHAPE\_VIA1 and SHAPE\_VIA2). The models it was availabels to predict the of characteristic of the loss cooking and the Shearing force. All the models attended the criterion of convergente validity, composite realibity, predictivy validity and size of effect, demostrating high aaccuracy on the prediction of the LV's specialy of the QUALI\_MEAT: 0.77, 0.82 and 0.78, and SHAPE\_MPH, SHAPE\_VIA1 and SHAPE\_VIA2 respectivly. The models of VIA promoted biggers coeficientes of determination from the morphometric avaliation on the carcass *in situ*, except for the TISSUE\_PRIMACUTS. The path coeficientes of the relation Shape relation  $SHAPE \Rightarrow QUALI\_MEAT$ , were not significantly for the models SHAPE\_MPH AND SHAPE\_VIA1 was considerated suitable and validated by the procedures of quality of adjustment for the structural equation modelation. The model SHAPE\_VIA1 demostrated positive and high correlation between the LV's: SHAPE\_VIA1 and the TISSUE\_CARCASS ( $r = 0.88$ ), SHAPE\_VIA1 and TISSUE\_PRIMALCUTS ( $r = 0.81$ ) and negative between QUALI\_MEAT and TISSUE\_PRIMALCUTS ( $r = -0.86$ ), QUALI\_MEAT and TISSUE\_CARCASS ( $r = -0.87$ ), represented meat and fatness, greater weight and edible portion of comercial cuts, respectivly. Lower scores for QUALI\_MEAT corresponding to juicy and tender meat. A latente grouping analisys was performed from the LV's scores, forming four cluster, where cluster 1 presented the higher scores of SHAPE\_VIA1, TISSUE\_CARCASS, TISSUE\_PRIMALCUTS and lower scores for QUALI\_MEAT. Cluster 4 groups with the lower scores of SHAPE\_VIA1, TISSUE\_CARCASS, TISSUE\_PRIMALCUTS and higher scores for QUALI\_MEAT. Cluster 2 and 3 where the groups with intermediate scores for all LV's. The proposed and validated instrument allowed, through the geometric profiles obtained by image processing, to obtain more efficient associations with quantitative, tissue and qualitative characteristics of the carcass,

demonstrating interrelations between the groups of descriptors of form and composition, allowing, through the latent variable scores, establish categories for carcass classification. Thus, it is presented as a consistent methodology to be incorporated into computer vision systems capable of operationalizing such measurements in the carcass image in an instantaneous way, providing categories of interest to the production chain of the cutting sheep.

**Key-words:** Carcass composition . PLS – PM. RGCCA. Prediction. Shape.

## INTRODUÇÃO

A crescente busca por fontes proteicas, de origem animal, de qualidade tem sido o foco do consumidor atual, pressionando o mercado para gerar produtos mais saudáveis, suculentos e de maior proporção de tecido comestível (músculo:gordura). Entretanto prever carcaças que atendam essas exigências ainda é de difícil precisão devido a utilização de métodos de processamento demorados e exaustivos principalmente em linhas de produção (LORENZO et al., 2017).

A utilização de tecnologias como ferramentas, para melhora a acurácia da predição da composição e qualidade de carcaça e carne, como o VIA (*video image analysis*) tornam-se alternativas para resultados mais rápidos e acurados (CRAIGIE et al., 2012;ARGO et al. 2014; HOPKINS et al., 2015). VIA vem se consolidando para avaliar várias características tanto qualitativas quanto quantitativas de carcaça, como qualidade de carne e rendimentos e reúne vários predicados como objetividade, não ser invasivo nem destrutivo, o que permite uma avaliação de carcaça justa e precisa de forma rápida sem interferir no fluxo da produção (CRAIGIE et al., 2012, CRAIGIE et al., 2013).

O presente estudo explora o potencial do VIA da carcaça para prover informações sobre a qualidade da carne gerada, bem como sobre a composição tecidual da carcaça e os cortes comerciais de cordeiros, considerando um VIA de forma, levando em consideração áreas e medidas obtidas na carcaça. Considerando o grande número de variáveis estudadas, a complexidade existente das relações causais entre elas e a natureza exploratória da pesquisa, as análises foram conduzidas dentro do âmbito da modelagem de equações estruturais (SEM), utilizando a técnica *Partial Least Square – Path Modeling* (PLS-PM).

A ideia primordial de SEM é que esta complexidade inerente a um determinado sistema pode ser modelada a partir de um conjunto de relações causais entre variáveis conceituais, ditas latentes (VL), medidas a partir de um conjunto próprio de indicadores, chamados variáveis manifestas (VM), permitindo assim mensurar indiretamente um conceito abstrato de interesse. Desta forma, cada grupo de variáveis observáveis (VM) de forma da carcaça, qualidade da carne, composição tecidual da carcaça e composição tecidual dos cortes comerciais foi considerado uma VL.

Objetivou-se com este trabalho, portanto, investigar se as medidas de forma obtidas por VIA de carcaças resfriadas de cordeiros fornecem uma descrição consistente da qualidade da carne, bem como da caracterização tecidual da carcaça e dos cortes comerciais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo comitê de ética em pesquisa e experimentos animais (CEPAE *protocol number* 97-2015) da Universidade Federal do Pará e o cuidado com os animais seguiu as diretrizes do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, 2015).

### ***Obtenção das carcaças***

Foram utilizadas informações de 67 carcaças frias de cordeiros machos castrados Santa Inês e mestiços, entre 8 e 12 meses, provenientes de rebanhos comerciais, terminados em confinamento com o peso corporal ao abate entre 25, 28 e 31 kg.

As carcaças foram pesadas para obtenção do peso da carcaça fria (PCF, em kg), a partir do qual se calculou o rendimento de carcaça fria (RCF, em %).

### ***Obtenção de medidas morfométricas***

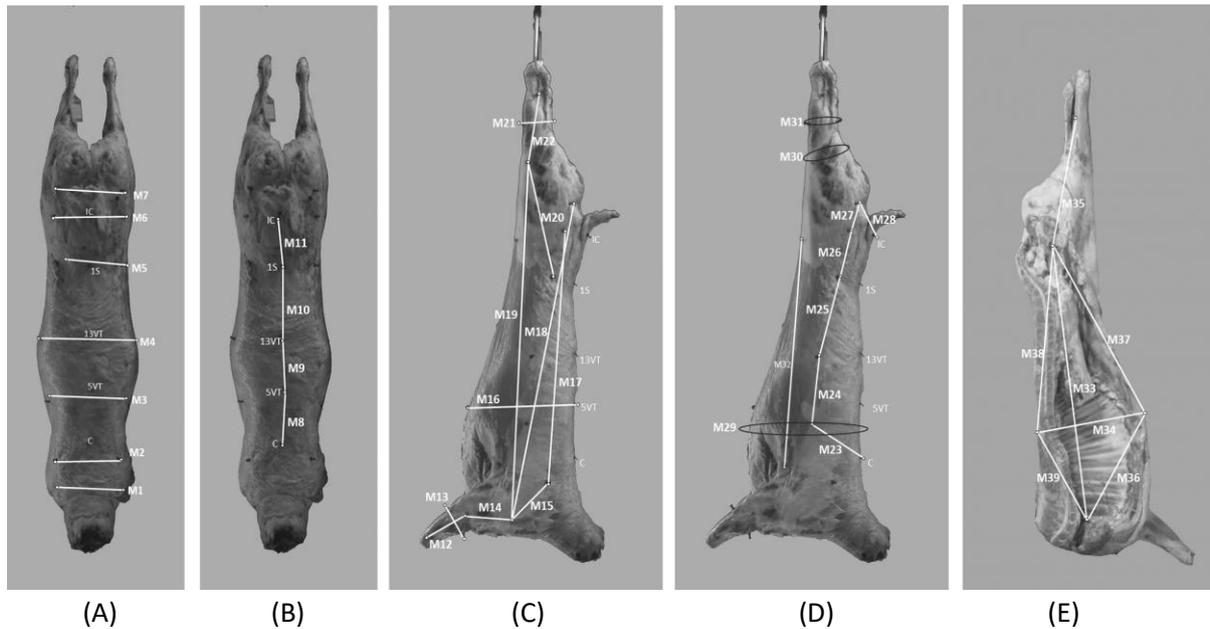
Com finalidades comparativa e de calibração aos descritores de forma do VIA, que utilizam medidas lineares e quadráticas, as carcaças frias foram mensuradas metricamente com o auxílio de paquímetro com precisão de 0,1 cm, obtendo na vista dorsal (D) (Figura 1- A e B): distância entre articulações escápulo-umeral (M1); distância entre espinhas da escápula (M2); largura dorsal (M3); largura do lombo (M4); largura da garupa (M5); distância entre ílios (M6); distância entre ísquios (M7); distância entre a cernelha e a 5<sup>a</sup> vértebra torácica (M8); distância entre a 5<sup>a</sup> vértebra torácica e a 13<sup>a</sup> vértebra torácica (M9); distância entre a 13<sup>a</sup> vértebra torácica e a 1<sup>a</sup> vértebra sacral (M10) e distância entre 1<sup>a</sup> vértebra sacral e a inserção da cauda (M11); comprimento do antebraço (M12); largura do antebraço (M13).

Da mesma maneira, foram mensuradas, na vista lateral (L) direita (Figura 1 - C e D) : comprimento do braço (M14); comprimento da escápula (M15); profundidade do tórax (M16); distância entre a espinha da escápula e o ílio (M17); distância entre a articulação escápulo-umeral e o ísquio (M18); distância entre articulação escápulo-umeral e a articulação fêmur-tibial (M19); comprimento da coxa (M20); largura da perna (M21); comprimento da perna (M22); distância entre a cernelha e a 5<sup>a</sup> costela (M23); distância entre a 5<sup>a</sup> costela e a 13<sup>a</sup> costela (M24); distância entre a 13<sup>a</sup> costela e a tuberosidade coxal (M25); distância entre a tuberosidade coxal e o íleo (M26); distância entre o íleo e o ísquio (M27); e distância entre o ísquio e a inserção da cauda (M28). E, utilizando fita métrica de igual precisão (Figura 1 – D): perímetro do tórax (M29); perímetro da coxa (M30); perímetro da perna (M31) e distância da linha inferior (M32).

A separação das meias carcaças foi efetuada com um corte sagital na carcaça para obter metades aproximadamente simétricas. Foram mensurados com paquímetro (Figura 1 – E): comprimento interno (M33); profundidade interna (M34); comprimento interno da perna (M35); distância entre a 1<sup>a</sup> costela e o extremo do ventre (M36); distância entre o extremo do

ventre até o osso do púbis (M37); distância entre o osso do púbis até o extremo do dorso (M38) e; distância extremo do dorso a 1ª costela (M39). As descrições das medidas morfométricas tomadas *in situ* na carcaça fria estão dispostas no apêndice A- Quadro 1.

O conjunto dessas informações de medidas morfométricas compôs o constructo denominado SHAPE\_MPH, contabilizando 39 variáveis manifestas (VM's).



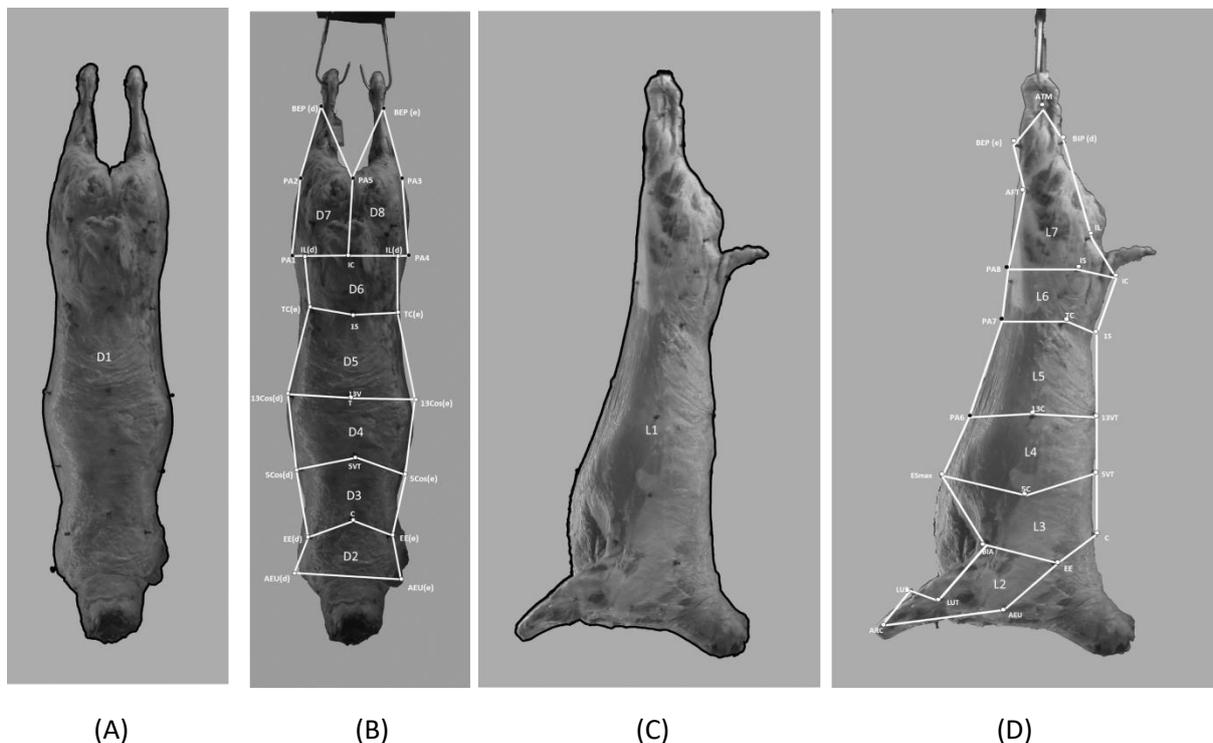
**Figura 1:** Medidas morfométricas obtidas *in situ* em carcaça fria de cordeiros nas vistas dorsal (A e B), lateral (C e D) e meia-carcaça (E).

#### ***Obtenção das fotos da carcaça e Video Image Analysis (VIA)***

Para obtenção das imagens, foi utilizada uma câmera digital com resolução de 16 MP (Nikon *PowerShot SX160 IS*<sup>®</sup>) posicionada a uma distância de 2 metros de distância da estrutura de suporte de carcaça/estúdio e 1,5 metro e meio de altura, onde as carcaças frias foram posicionadas longitudinalmente por meio das articulações tarso-metatarsianas para serem fotografadas nas vistas dorsal (D) e lateral (L), individualmente.

Realizou-se o processamento das imagens via *software ImageJ 1.05i* (ABRÀMOFF, MAGALHÃES, & RAM, 2004), onde foram determinadas 15 projeções nas duas vistas da carcaça, delimitando a carcaça inteira e sub-regiões, baseadas nos cortes comerciais (LAGE et al., 2014) e em regiões utilizadas para reconhecimento e análise pelos avaliadores de tipificação, chamados de terços dorsais da carcaça (COLOMER-ROCHER et al., 1988), tendo como base pontos anatômicos previamente demarcados e pontos arbitrários (PA), determinados tomando um ponto anatômico até a borda mais externa da imagem da carcaça e distribuídos de modo a garantir um melhor contorno da região de estudo.

As projeções foram demarcadas manualmente determinando-se uma escala em centímetros na imagem gerando a seleção do contorno da carcaça inteira na vista dorsal (D1 - Figura 2-A) e na vista lateral (L1 - Figura 2-C) e, ainda, projeções referentes às regiões (Figura 2-B e D) denominadas paleta (D2 e L2), costela I (D3 e L3), costela II (D4 e L4), lombar (D5 e L5), garupa-pernil (D6 e L6), pernil direito (D7 e L7) e pernil esquerdo (D8). As descrições das projeções estão dispostas no apêndice A- Quadro 2.



**Figura 2:** Seleção das projeções da carcaça inteira de cordeiros (A e C) e regiões (B e D) nas vistas dorsal e lateral, por meio do software *ImageJ 1.05i*

Em seguida, de cada projeção, obtiveram-se os seguintes descritores de forma (Figura 3) (Leibrandt e Le Penneç, 2015): área (A, cm<sup>2</sup> - seleção expressa em pixels ou em unidades após calibração), perímetro (P, cm), largura (L, cm) e comprimento (C, cm); circularidade (CIR- parâmetro adimensional obtido pela equação  $4\pi \times [\text{área}/(\text{perímetro})^2]$ , cujos valores vão de 0, representando uma forma extremamente alongada, a 1, uma forma perfeitamente circular; solidicidade (SOL- razão entre a área da seleção e área do fecho convexo da seleção); razão largura/comprimento (LC- parâmetro adimensional obtido pela razão entre a largura e o comprimento da seleção) e; convexidade (CON- parâmetro adimensional obtido pela razão entre o perímetro e o perímetro do fecho convexo da seleção).

Ao conjunto (constructo) das informações dos descritores das projeções da carcaça inteira e das regiões denominou-se SHAPE\_VIA1, contabilizando 108 VM's. E ao conjunto dos descritores das projeções apenas da carcaça inteira, SHAPE\_VIA2, com 16 VM's, considerado no intuito de avaliar se estas projeções seriam suficientes para descrever os caracteres de qualidade de carne.



**Figura 3:** Seleções para a obtenção dos descritores de forma obtidos nas carcaças de cordeiros.

### ***Obtenção dos cortes, componentes teciduais e rendimentos***

A carcaça fria direita foi dividida em regiões anatômicas denominadas cortes comerciais (paleta, pernil, costela e lombo) de acordo com Lage et al. (2014), que foram pesados (kg), multiplicados por dois, para obtenção de seus rendimentos na carcaça inteira, em %.

Todos os cortes foram dissecados para obter os pesos de músculo (M), osso (O) e gordura (G), em g e seus rendimentos, em %. Calculou-se a relação porção comestível: osso (PC:O) de cada corte, obtida a partir da soma entre M e G, dividida por O. Ao conjunto (constructo) dessas informações, acrescido de pesos e rendimentos dos cortes comerciais, denominou-se de TISSUE\_PRIMALCUTS, totalizando 32 VM's.

A mesma relação foi realizada para a carcaça inteira a partir da extrapolação pelo somatório dos pesos de M, O e G dos cortes, multiplicado por dois. Obteve-se os cálculo de relação músculo:osso (M:O), gordura:osso (G:O) e PC:O da carcaça de cada corte. Ao conjunto de informações de características quantitativas da carcaça fria (PCF, RCF, composição tecidual e relações entre tecidos) denominou-se de TISSUE\_CARCASS, com 12 VM's.

### ***Obtenção de parâmetros de qualidade de carne***

Na região do músculo *Longissimus lumborum*, foram obtidos os parâmetros qualitativos de: pH<sub>45</sub> obtido após 45 minutos da sangria e pH<sub>24</sub> obtido após o período de resfriamento (24 horas); coloração da carne em termos de luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*) e intensidade de amarelo (b\*) por meio de iluminante D65, ângulo visão 8° e

padrão do observador de 10°, conforme especificações da CIE (1986), com uso de colorímetro portátil (Hunter Lab), com acessório de proteção à umidade, além dos índices colorimétricos de cromaticidade ( $C=(a^2 + b^2)^{1/2}$ ) e o Hue ( $H^0= (\tan^{-1}b/a)$ ) (CAÑEQUE *et al.* 2004; PFLANZER e FELÍCIO, 2011); perda por cocção (Cocção, %), em triplicata, assadas em forno pré-aquecido à 180 °C (AOAC, 1990); e a força de cisalhamento (FC, kgf/cm<sup>2</sup>), em amostras de 2,5 cm de espessura, após serem assadas em forno a 180° C até temperatura interna de 70° C, e resfriados, em temperatura entre 2 e 5 °C.

### ***Abordagem estatística e bancos de dados utilizados***

Todas as variáveis manifestas foram padronizadas pelo Teste Z. Utilizou-se a análise de correlação canônica regularizada generalizada (RGCCA- *Regularized Generalized Canonical Correlation Analysis*) de acordo com a metodologia de (TENENHAUS e TENENHAUS, 2011), a fim de melhor compreender as inter-relações existentes entre os constructos (variáveis latentes – VL's) e dentro dos constructos e, ainda, reduzir a dimensionalidade destes.

Com o intuito de maximizar a covariância entre as VL's escolheu-se o modelo reflexivo (*'mode a'*), onde os indicadores são considerados manifestações de uma VL (indicadores-efeito), onde relações partem dessas VL's para as variáveis manifestas (VM's). Em construtos reflexivos, os indicadores são confiáveis quando são altamente interrelacionados (HAIR JR. et al., 2005). As VL's consideradas foram SHAPE (constructo exógeno), TISSUE\_CARCASS, TISSUE\_PRIMALCUTS e QUALI\_MEAT (constructos endógenos), considerando esta sequência de causalidade entre os constructos. Três modelos teóricos foram avaliados, diferenciados pelo constructo de forma (SHAPE) de carcaça empregado: SHAPE\_MPH, SHAPE\_VIA1 e SHAPE\_VIA2.

A Variância Média Extraída (AVE- *Average Variance Explained*) dos constructos obtida a partir da RGCCA foi o critério utilizado para exclusão de variáveis, eliminando-se VM's com menores valores de carga fatorial (*loading*) dos constructos que apresentaram  $AVE < 0,60$ . Segundo Fornell e Larcker (1981), um AVE de pelo menos 0,5 indica validade convergente suficiente, o que sugere que a variável latente é capaz de explicar, em média, mais da metade da variância de seus indicadores (variáveis observadas ou manifestas – VM's). Serviu-se dos pacotes RGCCA e mixOmics do *software R version 3.2.4* (R CORE TEAM, 2016) para processamento dessas análises.

Posteriormente, com os três bancos de dados reduzidos, seguindo a modelagem de equações estruturais (MEE), aplicou-se a técnica de PLS-PM (*Partial Least Square- Path Model*) (DE LAMARE, 2002), no intuito de promover a validação dos modelos teóricos estudados, considerando-o cada modelo como conjunto de modelo de mensuração ou externo (*outer model*), que elucidam as relações entre uma VL e suas VM'S, e modelo estrutural ou interno (*inner model*), que especifica as relações entre as VL's. A validação dos resultados do PLS-PM considerou sete procedimentos (Apêndice A – Quadro 3) para validação em duas etapas (CHIN, 1998): 1ª. - validação do modelo externo e 2ª. - validação do modelo interno; utilizando os *softwares* SMARTPLS 3.2.7 (RINGLE et al., 2014) e *R version 3.2.4* (R CORE TEAM, 2016), no pacote PLSPM. O *software* SmartPLS 3.2.7 também foi empregado para obtenção do Diagrama de Caminho do modelo selecionado, apresentação gráfica do modelo teórico, onde são indicadas as relações causais entre as variáveis latentes (DE LAMARE, 2002; RINGLE et al., 2014).

De modo complementar, os coeficientes de variação também foram estimados pela técnica *bootstrapping* para identificar se o modelo é robusto, a qual procede a recomposição da amostra original a partir de um número de amostras aleatórias definidas pelo experimentador. O modelo foi reestimado para cada amostra e as estimativas dos parâmetros

são calculadas como a média das estimativas em todas as amostras (HAIR JR et al., 2005). Neste estudo, optou-se pela geração de 500 amostras aleatórias com 1000 repetições para a estimação *bootstrapping*.

Além disso, foi realizada a estimativa do tamanho amostral mínimo para o uso da modelagem de equações estruturais no PLS-PM, empregando-se o *software* G\*POWER 3.1.7 (FAUL; ERDFELDER; BUCHNER; LANG, 2009), considerando-se como tamanho do efeito moderado (0,15), poder do teste  $(1-\beta) = 0,80$  (Cohen, 1998), resultando no valor de 20 amostras. Assim, o tamanho amostral do estudo excede mais de três vezes o tamanho necessário para que a técnica empregada seja adequada.

Por fim, para verificar a aplicabilidade de utilização dos escores das variáveis latentes obtidos a partir do PLS-PM do modelo teórico selecionado, utilizou-se o método de Análise de Agrupamento Latente (*Latent class cluster analysis*), que visa identificar distintos grupos (VL) baseados em padrões de resposta observadas em variáveis contínuas (VM), bem como auxilia na decisão sobre o número de classes adequado para o agrupamento (VERMUNT, J. K., e MAGIDSON, J. 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da RGCCA (Apêndice B – Figuras 1S-A, 2S-A e 3S-A) demonstraram que existem inter-relações, e especialmente que estas são passíveis de mensuração, entre grupos de caracteres de medidas de forma da carcaça resfriada (SHAPE\_MPH, SHAPE\_VIA1 e SHAPE\_VIA2), de qualidade de carcaça, nos seus aspectos teciduais tanto da carcaça inteira (TISSUE\_CARCASS) quanto dos cortes comerciais (TISSUE\_PRIMALCUTS), e de qualidade de carne (QUALI\_MEAT) de cordeiros Santa Inês e mestiços; estabelecendo que existe, possivelmente, relação de causalidade entre a

forma da carcaça, a composição tecidual da carcaça, a composição tecidual dos cortes comerciais e a qualidade da carne.

A partir disso, utilizou-se o critério de remoção de VM's com menores valores de *outer loadings* nas VL's com AVE <0,60 (CHIN, 1998; HAIR et al., 2005) sob RGCCA, visando o estabelecimento de modelos teóricos cujas variáveis fossem significativamente correlacionadas com seus grupos e que já atendessem pelo menos ao pressuposto de validade convergente para iniciar a análise de PLS-PM, já que esta técnica permite mensurar essas inter-relações, estabelecendo equações de predição para as chamadas VL's e VM's que podem ser validadas no mesmo universo amostral a partir da avaliação sequencial de alguns critérios de ajuste de modelo (CAMPANA et al., 2009). Permaneceram, assim: 10, 21 e 2 variáveis nos constructos TISSUE\_CARCASS, TISSUE\_PRIMALCUTS e QUALI\_MEAT, respectivamente, nos modelos teóricos que consideram SHAPE\_MPH (Apêndice B – Figura 1S-B) e SHAPE\_VIA1 (Apêndice-B – Figura 2S-B); e 10, 25 e 4 variáveis em TISSUE\_CARCASS, TISSUE\_PRIMALCUTS e QUALI\_MEAT, respectivamente, para o modelo que considera SHAPE\_VIA2 (Apêndice B – Figura 3S-B) como VL de forma da carcaça. As estatísticas descritivas das VM's que permaneceram nos constructos após redução estão apresentadas no Apêndice B (Tabelas 1S, 2S, 3S e 4S).

TISSUE\_CARCASS foi o constructo que apresentou menor redução, de onde foram removidos apenas o peso do osso e o rendimento tecidual do músculo. Em TISSUE\_PRIMALCUTS, apesar da exclusão de 11 VM's, permaneceram os pesos individuais dos cortes e dos componentes teciduais músculo e gordura, e os rendimentos de osso e gordura dos cortes de maior importância econômica (pernil e lombo), para os modelos com SHAPE\_MPH e SHAPE\_VIA1 como VL de forma. No SHAPE\_VIA2, ainda permaneceram os pesos da gordura da paleta e osso do pernil, bem como os rendimentos da costela e do osso do pernil.

A redução mais expressiva foi obtida para a variável latente QUALI\_MEAT nos modelos com SHAPE\_MPH e SHAPE\_VIA1, passando em ambos de 9 para 2 variáveis manifestas: perda por cocção e força de cisalhamento, as quais relacionam-se ao estado de engorduramento da carcaça e às estruturas e composição do músculo esquelético, composta principalmente por fibras musculares e tecidos conjuntivos intramusculares (NISHIMURA, 2010). No SHAPE\_VIA2, permaneceram também pH<sub>45</sub> e b\*. Desta forma, os três modelos teóricos propostos foram capazes de reconhecer a existência das relações entre forma da carcaça e qualidade da carne sob o prisma da textura, não sendo adequados para caracterizar qualidade sob os aspectos de coloração e pH.

Quanto à redução nos constructos de forma: em SHAPE\_MPH, permaneceram VM's da vista dorsal que expressam principalmente distâncias e larguras entre bases ósseas dos terços anterior (M1), médio (M4) e posterior (M6) da carcaça; duas medidas de comprimento da carcaça (M19 e M22) e uma de profundidade (M16) correspondentes à vista lateral; medidas de perímetro (tórax e perna), citadas de modo recorrente em vários trabalhos por serem notadamente correlacionadas com a deposição de tecidos (ALVES et al., 2013; GRANDIS et al., 2016; SENA et al., 2016); e da vista meia-carcaça foram selecionadas medidas de comprimento interno (M33) e de profundidade (M33 e M35). Em SHAPE\_VIA1, houve maior permanência de áreas, perímetros e larguras das projeções obtidas pelo processamento de imagem, sendo que determinados descritores de borda das regiões (circularidade, convexidade e solidez) foram removidos, possivelmente devido à natureza da projeção demarcada na imagem, cujos valores de médias foram iguais a 1 e desvios frequentemente iguais a 0,01. Já em SHAPE\_VIA2, esses descritores de borda permaneceram no constructo, entendendo-se que para projeção total da carcaça em específico, todos os descritores expressaram valores adequados para a caracterização dos perfis musculares diferentemente de algumas projeções das regiões da carcaça; os perímetros foram excluídos.

Dando sequência, os três modelos reduzidos foram submetidos à análise de PLS-PM e dentro dessa prerrogativa o primeiro aspecto a ser observado é a avaliação dos modelos de mensuração, pelos critérios de validade convergente e confiabilidade composta (Tabela 1), inicialmente.

Os três modelos teóricos foram reduzidos a partir do critério de AVE, assim todas as VL's dos modelos já tinham validade convergente. Adicionalmente, foram observados valores de AVE superiores a 0,50 inclusive para os modelos externos (*OUTER MODEL*) e internos (*INNER MODEL*) em todos os modelos estudados. Destacam-se ainda os altos valores de AVE obtidos pelos constructos TISSUE\_CARCASS (0,86; nos três modelos) e QUALI\_MEAT (0,83 e 0,88, em SHAPE\_MPH e SHAPE\_VIA1, respectivamente), indicativo de que estas VL's representam expressiva parcela da variância total de suas variáveis associadas (VM's) e se configuram, portanto, em indicadores-efeito consistentes nestes modelos. QUALI\_MEAT em SHAPE\_VIA2 não apresentou valor de AVE tão alto (0,52).

O critério de confiabilidade composta, identificado pelo valor de Rho de Dillon-Goldstein's (Rho-DG), foi atendido nos três modelos estudados, sendo indicativo que existe confiabilidade das respostas em sua totalidade e que não há vieses nas amostras (RINGLE et

1 **Tabela 1:** Qualidade de ajuste do modelo de mensuração: validade convergente (AVE) e confiabilidade composta (Rho-DG) das variáveis  
 2 latentes de cada modelo teórico

3

Variáveis Latentes	AVE			Rho-DG		
	MPH	VIA1	VIA2	MPH	VIA1	VIA2
SHAPE	0,51 (12)	0,54 (46)	0,54 (11)	0,90 (12)	0,98 (46)	0,91 (11)
TISSUE_CARCASS	0,86 (10)	0,86 (10)	0,86 (10)	0,95 (10)	0,95 (10)	0,96 (10)
TISSUE_PRIMALCUTS	0,72 (21)	0,72 (21)	0,65 (25)	0,94 (21)	0,94 (21)	0,94 (25)
QUALI_MEAT	0,83 (2)	0,88 (2)	0,52 (4)	0,90 (2)	0,90 (2)	0,61 (4)
<i>OUTER MODEL</i>	0,7	0,63	0,63			
<i>INNER MODEL</i>	0,66	0,71	0,71			

Valores de referência para AVE:  $\geq 0.50$  (Fornell and Larcker, 1981). Valores de referência para Rho-DG: 0.6-0.70 (aceitável);  $>0.7$  (satisfatório) (Hair et al., 2014).

4 al., 2014). Nos três modelos, alcançaram-se valores superiores a 0,90, estando além da faixa  
5 de 0,70 e 0,90 estabelecida como satisfatória para valores em pesquisas exploratórias (HAIR  
6 et al., 2014). Apenas QUALI\_MEAT em SHAPE\_VIA2 apresentou valor inferior a essa  
7 faixa (0,61), considerado como adequado.

8 A validade discriminante, avaliada pelo método *Heterotrait-monotrait ratio of*  
9 *correlations* (HTMT), foi alcançada por todos os modelos estudados sendo um indicador de  
10 que as VL's são independentes uma das outras (HAIR et al., 2014). Além disso, os valores de  
11 *loading* das VM's e das correlações entre VM's e suas respectivas VL's nos três modelos  
12 foram significativos pelo teste t, com isso garantindo a totalidade dos requisitos necessários à  
13 adequada avaliação do modelo de mensuração (*OUTER MODEL*) para os três.

14 Segue-se, então, a análise do modelo estrutural que se inicia com a avaliação dos  
15 coeficientes de determinação de Pearson ( $R^2$ ) (Tabela 2), os quais estimam a porção da  
16 variância das variáveis endógenas explicada pelo modelo estrutural e indicam a qualidade do  
17 modelo ajustado. Valores altos ( $>0,60$ , SANCHEZ et al., 2015) de coeficientes de  
18 determinação ( $R^2$ ) foram obtidos para todas as VL's dos modelos teóricos estudados,  
19 indicando que foi possível capturar uma grande parte da variância dos construtos endógenos  
20 pelos construtos exógenos. Destacam-se os valores de obtidos por QUALI\_MEAT (0,77;  
21 0,82 e; 0,78, em SHAPE\_MPH, SHAPE\_VIA1 e SHAPE\_VIA, respectivamente).  
22 Considerando que a técnica PLS-PM gera mensurações, que neste estudo serão denominadas  
23 escores, para as VL's consideradas no modelo teórico, percebe-se que é possível obter com  
24 alta precisão escores de QUALI\_MEAT por meio do processamento de informações de forma  
25 da carcaça. Neste caso, o escore gerado seria uma medida representativa de um *pool* de  
26 características de qualidade da carne: perda por cocção e força de cisalhamento, quando  
27 considerados SHAPE\_MPH e SHAPE\_VIA1; e perda por cocção, força de cisalhamento,  
28 pH<sub>45</sub> e b\*, quando SHAPE\_VIA2.

29 A obtenção dos escores de TISSUE\_CARCASS, TISSUE\_PRIMAL CUTS e  
30 QUALI\_MEAT são possíveis a partir das equações de predição geradas de maneira  
31 sequencial, seguindo esta ordem de VL's, a partir do escore das características de forma  
32 (único constructo exógeno). As equações obtidas para QUALI\_MEAT apontam que há maior  
33 influência dos escores das características teciduais da carcaça (TISSUE\_CARCASS) e dos  
34 cortes comerciais (TISSUE\_PRIMAL CUTS) do que dos escores de forma da carcaça em si,  
35 mostrando coeficientes com valores negativos. Por conseguinte, quanto mais negativo o  
36 escore de QUALI\_MEAT de uma determinada carcaça, melhor será sua qualidade de carne e  
37 maiores serão os escores dos outros dois constructos, que remetem a melhores composições  
38 teciduais.

39 O VIA (SHAPE\_VIA1 e SHAPE\_VIA2) promoveu melhores qualidades de ajuste,  
40 em se tratando de coeficientes de determinação, que a avaliação da morfometria da carcaça *in*  
41 *situ* (SHAPE\_MPH), exceto para a estimação de escores para TISSUE\_PRIMALCUTS,  
42 realçando os benefícios de captar mais faces de uma forma, como medidas bidimensionais e  
43 descritores de borda; sem contar a aplicabilidade a nível industrial que o processamento  
44 automático destas medidas possibilitam. O SHAPE\_VIA1, que agrega maior quantidade de  
45 medidas, promoveu maiores  $R^2$  para os constructos TISSUE\_CARCASS (0,78) e  
46 QUALI\_MEAT (0,82), sendo o modelo teórico mais ajustado.

47

48

49

50 Em seguida, foram avaliados os critérios de redundância ou validade preditiva ( $Q^2$ ) e  
51 tamanho dos efeitos ( $F^2$ ) (Tabela 3). Todos os valores de  $Q^2$  e  $F^2$  foram positivos

52 demonstrando que as variáveis latentes foram adequadamente estimadas (JAYABAL e  
53 RAMANATHAN, 2014).

54 **Tabela 2:** Qualidade de ajuste do modelo estrutural: equação de predição para as variáveis latentes nos três modelos teóricos e respectivos  
 55 coeficiente determinação de Pearson ( $R^2$  e  $R^2$ Bootstrap) e p-valor

Variáveis Latentes		Equação	$R^2$	Pr > F	$R^2$ Bootstrap
	TISSUE_CARCASS	$0,82*SHAPE\_MPH$	0,69	0	0,69
SHAPE_MPH	TISSUE_PRIMALCUTS	$0,30*SHAPE\_MPH+0,61*TISSUE\_CARCASS$	0,77	0	0,78
	QUALI_MEAT	$0,11*SHAPE\_MPH-0,41*TISSUE\_CARCASS-0,58*TISSUE\_PRIMALCUTS$	0,77	0	0,77
	TISSUE_CARCASS	$0,88*SHAPE\_VIA1$	0,78	0	0,78
SHAPE_VIA 1	TISSUE_PRIMALCUTS	$0,31*SHAPE\_VIA1+0,56*TISSUE\_CARCASS$	0,73	0	0,73
	QUALI_MEAT	$0,12*SHAPE\_VIA1-0,56*TISSUE\_CARCASS-0,49*TISSUE\_PRIMALCUTS$	0,82	0	0,82
	TISSUE_CARCASS	$0,86*SHAPE\_VIA2$	0,74	0	0,75
SHAPE_VIA 2	TISSUE_PRIMALCUTS	$0,17*SHAPE\_VIA2+0,69*TISSUE\_CARCASS$	0,73	0	0,73
	QUALI_MEAT	$0,12*SHAPE\_VIA2 -0,47*TISSUE\_CARCASS-0,5*TISSUE\_PRIMALCUTS$	0,78	0	0,79

56

57 Os menores valores de  $Q^2$  foram obtidos nos constructos TISSUE\_PRIMALCUTS  
58 (0,37) e QUALI\_MEAT (0,35) do modelo com SHAPE\_VIA2 com VL de forma. Maiores  
59 valores de  $Q^2$  estão relacionados ao poder de predição do modelo, ou acurácia do modelo  
60 ajustado, e de seus escores de variáveis latentes (CHIN, 2009). Os valores de  $F^2$  foram todos  
61 maiores que 0,35 indicando grande influência dos constructos considerados para o ajuste do  
62 modelo. Deste modo, pode-se afirmar que os três modelos tiveram acurácia e que os  
63 constructos foram importantes para o ajuste geral dos modelos.

64 Atendidos os critérios de  $Q^2$  e  $F^2$  nos modelos teóricos estudados, foi realizado  
65 novamente o teste t de *Student* para os coeficientes de caminho (*Beta*), que avaliam a relação  
66 de causalidade entre pares de VL's, utilizando o algoritmo de *bootstrapping* com 500  
67 reamostras, considerando um intervalo de confiança de 95% e significância de 0,05 (Tabela  
68 3). Os coeficientes de caminho da relação SHAPE $\Rightarrow$ QUALI\_MEAT não foram significativos  
69 em todos os modelos, estabelecendo que não há uma relação direta de causalidade entre a  
70 forma da carcaça, das diversas maneiras avaliadas neste estudo, e a qualidade da carne.

71 Entretanto, em SHAPE\_MPH e SHAPE\_VIA1 existem relações de causalidade  
72 significativas entre TISSUE\_CARCASS $\Rightarrow$ QUALI\_MEAT e TISSUE\_PRIMALCUTS $\Rightarrow$   
73 QUALI\_MEAT, o que permite, por conseguinte, instituir uma relação indireta entre estas  
74 características de forma da carcaça e a qualidade da carne, já que a forma foi utilizada para a  
75 obtenção destes constructos de composição tecidual. Em SHAPE\_VIA2,  
76 TISSUE\_PRIMALCUTS $\Rightarrow$ QUALI\_MEAT o valor do coeficiente de caminho não foi  
77 significativo.

78 A literatura recomenda que em casos de coeficientes de caminho não significativos,  
79 seja repensada a permanência do constructo endógeno do par em questão no modelo

80 (RINGLE et al., 2014), o que leva a construção de um novo modelo teórico e à necessidade

81 de novamente

82

83

84

85

86

87

88

89

90 **Tabela 3:** Qualidade de ajuste do modelo estrutural: comunalidades ( $F^2$  – tamanho do efeito) e redundâncias das variáveis latentes nos três  
 91 modelos teóricos, coeficientes de caminho (Beta) e teste t das relações causais entre variáveis latentes dos modelos

Variáveis Latentes	Comunalidade			CV-comunalidade ( $F^2$ )			Redundância			CV-Redundância ( $Q^2$ )		
	MPH	VIA1	VIA2	MPH	VIA1	VIA2	MPH	VIA1	VIA2	MPH	VIA1	VIA2
SHAPE	0,51	0,53	0,50	0,51	0,42	0,34						
TISSUE_CARCASS	0,86	0,86	0,85	0,86	0,70	0,70	0,41	0,68	0,64	0,52	0,57	0,53
TISSUE_PRIMAL CUTS	0,72	0,72	0,64	0,72	0,58	0,52	0,44	0,53	0,47	0,54	0,43	0,37
QUALI_MEAT	0,81	0,82	0,52	0,82	0,36	0,23	0,59	0,68	0,415	0,67	0,59	0,35

Hipóteses	Relação causal	MPH				VIA1				VIA2			
		Beta	Std Erro	t-valor	Suporta	Beta	Std Erro	t-valor	Suporta	Beta	Std Erro	t-valor	Suporta
H1	SHAPE⇒TISSUE_CARCASS	0,76	0,03	23,01	Sim	0,89	0,02	44,15	Sim	0,86	0,03	31,24	Sim
H2	SHAPE⇒TISSUE_PRIMAL CUTS	0,28	0,10	2,82	Sim	0,37	0,13	2,59	Sim	0,13	0,12	1,09	Não
H3	SHAPE⇒QUALI_MEAT	-0,01	0,10	0,13	Não	0,10	0,11	1,04	Não	0,04	0,12	1,30	Não
H4	TISSUE_CARCASS ⇒TISSUE_PRIMAL CUTS	0,63	0,10	6,03	Sim	0,52	0,14	3,83	Sim	0,73	0,13	5,70	Sim
H5	TISSUE_CARCASS ⇒ QUALI_MEAT	-0,42	0,11	4,00	Sim	-0,54	0,12	4,56	Sim	-0,33	0,16	2,10	Sim
H6	TISSUE_PRIMAL CUTS ⇒ QUALI_MEAT	-0,49	0,09	5,76	Sim	-0,49	0,08	5,96	Sim	-0,62	0,10	6,42	Sim

Valores de referência para comunalidades: >0. Valores de referência para  $F^2$ : 0.02 (pequeno), 0.15 (médio), 0.35 (grande) (HAIR et al., 2014). Valores de referência para t-valor:  $t \geq 1,96$  ( $\alpha=5\%$ ) (HAIR et al., 2014).

92 validá-lo. Além da importância conceitual e biológica para os modelos estudados,  
93 QUALI\_MEAT ainda apresentou valores apropriados segundo outros critérios individuais  
94 (AVE, Rho-DG,  $Q^2$ ,  $F^2$ ), mostrando inclusive altos valores de  $R^2$  em todos os modelos,  
95 assegurando sua importância. É possível encontrar na literatura casos com semelhante  
96 situação, por vezes identificada como resultado da multicolinearidade dos dados, mas a  
97 importância teórica da variável latente foi sempre decisória para a permanência no modelo  
98 (FREZATTI et al., 2014; RINGLE et al., 2014).

99       Para a validação de instrumentos, são necessários que todos os critérios de avaliação de  
100 qualidade de ajustes sejam obedecidos, inclusive que todos os coeficientes de caminho  
101 obtidos sejam significativos. Exceções são admitidas quando o experimentador pondera a  
102 importância relativa desses achados (ALVES, 2013). Neste estudo, compreendendo que  
103 TISSUE\_CARCASS e TISSUE\_PRIMALCUTS são constructos que equilibram o modelo  
104 estrutural e possibilitam a predição acurada de QUALI\_MEAT, tanto no modelo com  
105 SHAPE\_MPH quanto com SHAPE\_VIA1, entende-se que estes dois instrumentos (modelos)  
106 podem ser considerados adequados e validados pelos procedimentos de qualidade de ajustes  
107 para modelagem de equações estruturais, apreciando ainda que o número de amostras foi o  
108 triplo da recomendada, o que tornam os modelos mais consistentes segundo as considerações  
109 de Ringle et al., 2014.

110       Diante disso, a forma da carcaça de cordeiros Santa Inês e mestiços, dada a partir de  
111 métricas da carcaça resfriada tomadas *in situ* (SHAPE\_MPH) ou obtidas por VIA  
112 (SHAPE\_VIA1), configura-se na informação primária que pode levar à acurada predição de  
113 escores de SHAPE, de qualidade de carne (QUALI\_MEAT), de composição tecidual da  
114 carcaça (TISSUE\_CARCASS) e de cortes comerciais (TISSUE\_PRIMALCUTS), bem como  
115 a predição de cada uma das características associadas a essas VL's, como pesos e

116 rendimentos de cortes e tecidos (carcaça e cortes), além de perda por cocção e força de  
117 cisalhamento.

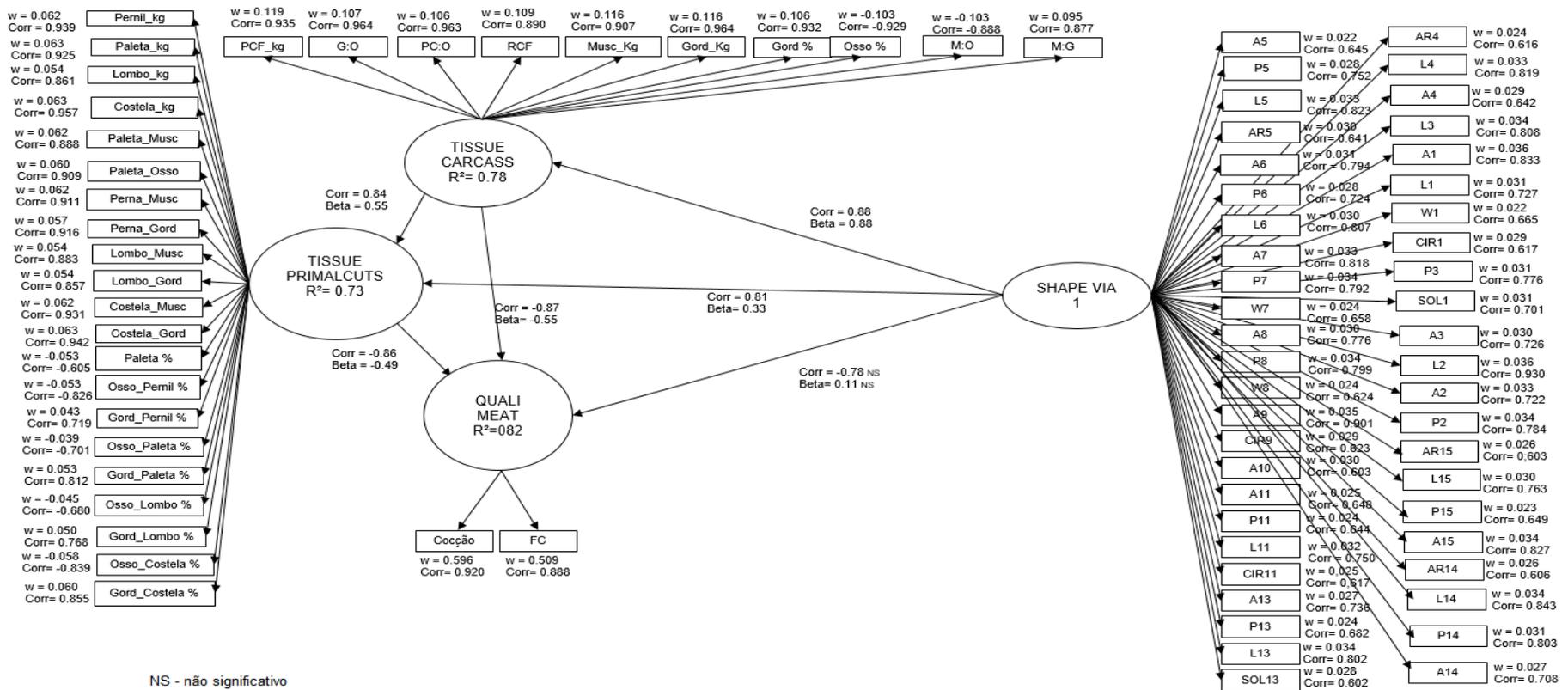
118 Este estudo dará continuidade à avaliação do instrumento instituído pelo  
119 SHAPE\_VIA1, devido à possibilidade de aplicação industrial, já que uso potencial da VIA,  
120 especialmente com processamento automatizado de imagens, para prever a composição da  
121 carcaça e os principais traços de qualidade da carne pode possibilitar melhor categorização de  
122 carcaças no matadouro e/ou compor informações utilizadas por programas de melhoramento  
123 genético. Ainda, a utilização de um procedimento computacional para a caracterização de  
124 tamanho, peso e porção comestível dos cortes comerciais tende a dar maior acurácia às  
125 informações do produto que é repassado ao consumidor. No estudo de Oliver et al. (2010), os  
126 pesos das diferentes categorias de cortes da carne foram melhor avaliados quando o peso da  
127 carcaça quente foi associado a um método de análise de imagens do que conjugado com um  
128 de avaliação visual (escores de conformação obtidos pelo sistema SEUROP tornando mais  
129 eficiente a predição das categorias comerciais de qualidade de corte de carne.

130 O diagrama de caminho (Figura 4) é a representação gráfica do modelo teórico  
131 estabelecido (com a mensuração de forma por SHAPE\_VIA1), o qual sumariza visualmente  
132 relações teóricas entre variáveis e os resultados das várias regressões estruturais, exibindo  
133 coeficientes de caminho ( $\beta$ , para dados padronizados),  $R^2$ , correlações entre VM's e VL ao  
134 qual pertencem, correlações entre VL's e pesos externos (W). Sendo W indicador de extrema  
135 importância, pois denota o coeficiente de regressão da VM na regressão simples da VL sob a  
136 VM, o que implica na efetiva predição de todos os caracteres individuais de um modelo  
137 teórico (VM's) a partir da avaliação (pontuação) dos constructos. De modo claro, pode-se  
138 obter o valor individual de cada VM a partir do valor (pontuação) da VL à qual pertence.

139 Exemplificando, pode-se prever os valores de perda por cocção e força de  
140 cisalhamento a partir da pontuação de QUALI\_MEAT.

141 **Figura 4:** Modelo estrutural de SHAPE-VIA1: Diagrama de caminho com pesos externos (W), correlações (corr) entre VM's e seus construtos,  
 142 coeficientes de caminho (Beta) e coeficientes de determinação de Pearson ( $R^2$ )

143



144

145 O constructo SHAPE\_VIA1 apresentou correlações positivas e altas (HINKLE et al.,  
146 2003) com as VL's TISSUE\_CARCASS ( $r = 0,88$ ;  $P < 0,05$ ) e TISSUE\_PRIMALCUTS ( $r =$   
147  $0,81$ ;  $P < 0,05$ ), demonstrando que características de forma impactam sobremaneira a  
148 composição tecidual da carcaça e dos cortes, como já observado em outros estudos (RUIS-  
149 VILARRASA et al., 2009; KONGSRO et al., 2009; JIA et al., 2010). Huidobro et al. (2004),  
150 ainda afirmaram que a determinação de pontuações que avaliam padrões de forma da carcaça  
151 permite determinar suas características quanto a rendimentos e porções comestíveis,  
152 destacando a possibilidade da avaliação precisa e não destrutiva da carcaça. Neste sentido,  
153 este trabalho, além possibilitar a predição individual de caracteres da carcaça e da carne a  
154 partir de informações de VIA, propõe prioritariamente uma pontuação (escore) para cada  
155 *pool* de características, que são chamadas de VL's ou constructos. Sendo assim, as  
156 correlações entre VL's avaliam quanto o escore de um constructo influencia o de outro,  
157 destacando que cada escore será usado para predição dos valores das VM's dentro de seu  
158 constructo; logo, estabelecendo que a VL reflete suas VM's (indicador-efeito), sendo possível  
159 fazer afirmativas acerca do impacto da mudança de uma VM não apenas no constructo ao  
160 qual pertence, como também no constructo resultante.

161 Correlações altas também foram obtidas entre: TISSUE\_CARCASS e  
162 TISSUE\_PRIMAL CUTS ( $r = 0,84$ ;  $P < 0,05$ ), demonstrando que a composição da carcaça e  
163 dos cortes estão intimamente ligadas e; QUALI\_MEAT e as VL's TISSUE\_PRIMAL CUTS  
164 ( $r = -0,86$ ;  $P < 0,05$ ) e TISSUE\_CARCASS ( $r = -0,87$ ;  $P < 0,05$ ), porém negativas, justificadas  
165 pela própria natureza das VM's de qualidade de carne avaliadas, perda por cocção e força de  
166 cisalhamento, para as quais valores mais negativos são os desejáveis, determinando uma  
167 carne suculenta e macia. As relações entre composição da carcaça, dos cortes e a qualidade  
168 de carne já estão bem estabelecidas na literatura (ANDERSON et al., 2015; CARVALHO et  
169 al., 2015; BARROS et al., 2016).

170 A correlação entre QUALI\_MEAT e SHAPE\_VIA1 não foi significativa ( $P \geq 0,05$ ),  
171 resultado não esperado, posto que partiu-se da premissa que a tipificação de carcaças é  
172 amplamente baseada nos perfis de musculatura e distribuição de gordura subcutânea,  
173 correlacionada com a composição tecidual comestível da mesma (RICARDO et al., 2016;  
174 LIMA et al., 2017), o que influencia na determinação da qualidade da carne (LAMBE, et al.,  
175 2009; GUERRERO et al., 2013) e que esses perfis de musculatura e distribuição de gordura  
176 subcutânea são passíveis de serem captados pelo VIA (GRAIGIE et al., 2013).

177 Apesar disso, os descritores de forma utilizados neste estudo foram considerados  
178 suficientes para avaliar esses perfis, já que o instrumento concebido pela associação de  
179 técnicas multivariadas (RGCCA e PLS-PM) foi validado, mas esse resultado insinua que ou  
180 estes descritores não permitiram alcançar a totalidade desses perfis ou, de fato, a forma da  
181 carcaça tem apenas efeitos indiretos sobre a qualidade da carne.

182 As variáveis manifestas mais expressivas no constructo SHAPE\_VIA1 foram aquelas  
183 relacionadas às áreas: total da carcaça - dorsal (A1:  $r = 0,93$ ) e lateral (A9:  $r = 0,90$ ), e lateral  
184 do pernil (A15:  $r = 0,83$ ) e; às larguras: da garupa (L14:  $r = 0,84$ ), da paleta (L2:  $r = 0,83$ ) e  
185 lombar (L5:  $r = 0,82$ ). Na VL TISSUE\_CARCASS, todas as correlações obtidas foram acima  
186 de 0,80, compondo um constructo equilibrado. As mais expressivas ( $r > 0,90$ ) relacionaram-  
187 se a: acabamento e conformação da carcaça - razão gordura-osso (G\_O:  $r = 0,96$ ), peso total  
188 da gordura (Gordura kg: 0,96), percentagem de gordura (Gordura %:  $r = 0,93$ ) e peso total do  
189 músculo (Músculo Kg:  $r = 0,91$ ); porção comestível da carcaça (MG\_O:  $r = 0,96$ ); pesos da  
190 carcaça fria (PCF\_kg:  $r = 0,94$ ) e; percentagem de osso (Osso%:  $r = -0,929$ ). Em  
191 TISSUE\_PRIMAL CUTS, as VM's que mais se sobressaíram ( $r > 0,90$ ) foram as associadas  
192 à: costela – peso do corte (Costela\_kg:  $r = 0,96$ ), da gordura (Gordura\_costela:  $r = 0,94$ ) e  
193 músculo (Músculo\_costela:  $r = 0,93$ ); pernil – peso do corte (Pernil\_kg:  $r = 0,94$ ), da gordura

194 (Gordura\_ Pernil:  $r = 0,92$ ) e do músculo (Músculo\_ Pernil:  $r = 0,91$ ) e; paleta – peso do corte  
195 (Paleta\_kg:  $r = 0,93$ ) e do osso (Osso\_paleta  $r = 0,93$ ). As correlações encontradas no  
196 constructo QUALI\_MEAT foram de 0,92 para perda por cocção e 0,89 para força de  
197 cisalhamento.

198 Afere-se, por conseguinte, que carcaças que proporcionam qualidade de carne  
199 superiores, no sentido de suculência e maciez, são aquelas de ampla área, visualizada tanto  
200 em perfil dorsal quanto lateral, mais largas em todos os terços dorsais e com maior área de  
201 Pernil (percebida lateralmente), identificadas visualmente como carcaças maciças (SOL1:  $r =$   
202  $0,70$ ) e circulares ou arredondadas (CIR1:  $r = 0,64$ ); pois em primeiro lugar impactam  
203 preponderantemente a distribuição da gordura na carcaça e a musculosidade, avaliadas de  
204 modo subjetivo pelos escores de acabamento e conformação, e promovem carcaças mais  
205 pesadas e de maior porção comestível, já que possuem rendimento tecidual de osso reduzido.  
206 Para a indústria, compõem-se uma carcaça mais interessante: com maiores pesos dos cortes,  
207 especialmente os de maior valor comercial (Pernil, paleta e costela) que, ainda, apresentam  
208 maior porção comestível, dado a proporção de osso reduzida (Osso\_ Pernil%:  $r = -0,826$ ;  
209 Osso\_paleta%:  $r = -0,701$ ; Osso\_ocostela%:  $r = -0,839$ ).

210 Oliveira et al. (2014), trabalhando com desempenho de cordeiros e características de  
211 carcaça, relataram que as carcaças com maior tamanho apresentaram maior rendimento dos  
212 cortes comerciais, onde os cortes de maior rendimento foram o Pernil e a costela. Araújo et  
213 al. (2015), avaliando o desempenho de cordeiros Santa Inês mestiços, afirmaram que animais  
214 com maior comprimento de perna apresentarão maior peso e rendimento do corte carne  
215 Pernil.

216 Outros estudos (HOPKINS et al., 2004; KVAME et al., 2004; RIUS-VILARASSA et  
217 al., 2009) já assinalaram a eficácia do VIA para prever com boa acurácia características de

218 peso dos cortes comerciais. A importância desses descritores de forma é destacada no  
219 trabalho de Pabiou et al. (2017) ao predizerem com elevada acurácia os pesos de gordura e de  
220 músculo a partir de variáveis de VIA correspondentes a cortes comerciais da carcaça de  
221 cavalos (quartos dianteiros e traseiros).

222 Diante desse suporte teórico ao instrumento validado, exprimindo a capacidade do  
223 modelo instituído em captar e mensurar as relações de causalidade entre características de  
224 forma da carcaça, de composição tecidual e de qualidade de carne, ressalta-se a viabilidade  
225 do uso comercial dos escores das VL's, uma vez que o processamento da imagem da carcaça  
226 capturada na linha de abate e do instrumento pode dar-se automaticamente, de modo  
227 sequencial. Efetivamente, altos escores de SHAPE\_VIA1, TISSUE\_CARCASS e  
228 TISSUE\_PRIMAL CUTS representam, individualmente: carcaça ampla, maciça e circular;  
229 carcaça pesada com grande porção comestível, conformação e acabamento superiores; maior  
230 peso e porção comestível de cortes comerciais; respectivamente. Já para QUALI\_MEAT,  
231 escores menores são os mais desejáveis e correspondem a carne suculenta e macia.

232 No intuito de aprofundar o entendimento sobre esses escores gerados pelo instrumento  
233 (modelo) e, principalmente, obter padrões capazes de fornecer categorias práticas de  
234 classificação das carcaças, na tentativa de perceber o padrão conjunto de escores da  
235 população, bem como de categorizá-lo, foi realizada uma Análise de Agrupamento Latente a  
236 partir das pontuações das VL's. Assim, quatro *clusters* foram formados, utilizando os  
237 critérios de informação Bayesiano (BIC) e de Akaike (AIC) para tal decisão.

238 Todas as VM's e escores de VL's foram submetidos à análise de variância,  
239 considerando o efeito do *cluster* de pertencimento da amostra ( $\alpha=0,05$ ), e a teste de  
240 comparações múltiplas de Tukey (Tukey) (Apêndice B – Tabela 5S). Os *clusters* diferiram  
241 entre si em termos de escores das VL's. Os *Clusters* 1 e 4 foram os grupos extremos, onde:

242 *Cluster* 1 (N=19) foi o que apresentou maiores valores de escores de SHAPE\_VIA1,  
243 TISSUE\_CARCASS, TISSUE\_PRIMALCUTS e menores escores para QUALI\_MEAT e;  
244 *Cluster* 4 (N=15) – grupos com os menores escores de SHAPE\_VIA1, TISSUE\_CARCASS,  
245 TISSUE\_PRIMALCUTS e maiores escores para QUALI\_MEAT. Os *Clusters* 2 (N=17) e 3  
246 (N=16) foram os grupos com escores intermediários para todas as VL's.

247 Foi possível, portanto, estabelecer faixas de escore de VL's a partir dos *clusters*  
248 formados, considerando a amplitude definida pelo valor da média de escore do grupo  $\pm$  1  
249 desvio-padrão. Foram instituídas em QUALI\_MEAT faixas com poucas sobreposições entre  
250 elas, diferentemente das outras VL's, sugerindo que o agrupamento realizado reuniu, com  
251 mais eficiência, carcaças mais similares em termos de qualidade de carne, assinalando a  
252 utilidade da metodologia para categorização de carcaças sob este prisma. Por isso, cada  
253 *cluster* será tratado como uma categoria de qualidade de carne.

254 A fim de promover uma caracterização mais assertiva das categorias, foram apreciados  
255 o critério de Rodas-González et al. (2009) que estabelece uma faixa para textura da carne  
256 denominada sensorialmente aceitável pelo consumidor ( $< 4,9 \text{ kgf/cm}^2$ ) e as faixas de maciez  
257 definidas por Cézár e Souza (2007), que delimitam carne “macia” ( $< 2,27 \text{ kgf/cm}^2$ ), de  
258 “maciez mediana” (de 2,28 a 3,63  $\text{kgf/cm}^2$ ), “dura” (de 3,64 a 5,44  $\text{kgf/cm}^2$ ) e extremamente  
259 dura ( $> 5,44 \text{ kgf/cm}^2$ ). Neste sentido, observou-se que os *Clusters* 3 e 4 compõem categorias  
260 fora do aceitável pelo consumidor, remetendo a carnes extremamente duras, em virtudes das  
261 médias e desvios obtidos para força de cisalhamento:  $7,27 \pm 1,72$  e  $9,28 \pm 2,64 \text{ kgf/cm}^2$ ,  
262 respectivamente. Deste modo, enquanto categorias, o *Cluster* 3 será designado de “Carcaça  
263 Inferior - Fora do Padrão de Qualidade” e o *Cluster* 4 de “Carcaça Muito Inferior - Fora do  
264 Padrão de Qualidade”.

265 Evidentemente, valores de escores vinculados a essas duas categorias são indesejáveis.  
266 Sendo assim, escores de QUALI\_MEAT devem ser menores que 0,15 e estão vinculados a  
267 escores de SHAPE\_VIA1 superiores a -0,15, de TISSUE\_CARCASS maiores que -0,11 e  
268 TISSUE\_PRIMALCUTS de pelo menos -0,24, que caracterizam carcaças: com pelo menos  
269 2960,32 cm<sup>2</sup> de área total dorsal, 3651,91 cm<sup>2</sup> de área total lateral, 525,59 cm<sup>2</sup> de área lateral  
270 do pernil, 25,76 cm de largura da garupa, 22,05 cm de largura da paleta e 26,36 cm de largura  
271 lombar; de no mínimo 15,42 kg de PCQ, 20,28% de rendimento de gordura total, 1,07 de  
272 razão gordura-osso, 2,57 kg de peso paleta, 5,17 kg de peso pernil, 0,94 kg de peso do lombo  
273 e 5,87 kg de peso da costela; e com valores inferiores a 42,70% de perda por cocção.

274 A faixa de força de cisalhamento do *Cluster 2* (3,45 a 6,35 kgf/cm<sup>2</sup>) já compreende  
275 valores que são considerados aceitáveis pelo consumidor (RODAS-GONZÁLEZ et al.,  
276 2009), mas que designam desde de carne extremamente dura até a maciez mediana (CÉZAR  
277 e SOUZA, 2007). Considerando o valor médio do *cluster* (4,9 kgf/cm<sup>2</sup>), denominou-se esta  
278 categoria de “Carcaça Aceitável - *Standard*”, que engloba escores de QUALI\_MEAT entre  
279 0,57 e 0,15, de SHAPE\_VIA1 entre -0,15 e 1,07, de TISSUE\_CARCASS entre -0,11 e 0,95 e  
280 de TISSUE\_PRIMALCUTS entre -0,24 e 0,84.

281 De modo análogo, denominou-se o *Cluster 1* (3,01 a 4,29, com média de 3,61 kgf/cm<sup>2</sup>)  
282 de “Carcaça Superior”, admitindo que foi o grupo que exibiu os melhores indicadores para  
283 cocção (< 32,65%) e força de cisalhamento. Nessa categoria, os escores das VL’s estão entre:  
284 0,4 e 1,50 para SHAPE\_VIA1, 0,6 e 1,44 para TISSUE\_CARCASS, 0,73 e 1,51 para  
285 TISSUE\_PRIMALCUTS e -1,37 e -1,07 para QUALI\_MEAT. Esses resultados permitem  
286 supor ainda que carcaças com valores de escores de SHAPE\_VIA1, TISSUE\_CARCASS,  
287 TISSUE\_PRIMALCUTS superiores ao do *Cluster 1*, geram valores inferiores de escores de  
288 QUALI\_MEAT aos obtidos por este *cluster*, e devem se enquadrar numa categoria  
289 excepcional de carcaça, incomum para o tipo de cordeiro deslanado objeto de estudo, sequer

290 captada neste trabalho, a qual se denominou de “Carça Suprema”. As categorias de  
291 carças estabelecidas estão descritas na Tabela 4.

**Tabela 4:** Faixas de indicadores ( $\mu \pm 1\sigma$ ) encontradas nas categorias de carcaça

	Muito Inferior	Inferior	Aceitável	Superior	Suprema
Indicador/Categoria	Carcaça exíguo, muito leve com cortes de baixo peso e baixa porção comestível, carne ressecada e dura.	Carcaça delgada, leve com cortes pouco pesados e pouca porção comestível, carne de baixa succulenta e maciez inaceitável.	Carcaça razoavelmente ampla e maciça, semi-pesada, com moderada peso de cortes e porção comestível, carne de moderada succulencia e maciez aceitável.	Carcaça ampla, maciça e pesada com cortes pesados e de alta porção comestível, de carne succulenta e macia	Carcaça muito ampla, maciça, pesada com cortes mais pesados e de alta porção comestível, e carne muito succulenta e macia.
SHAPE_VIA1	-1,84 a -0,72	-0,71 a -0,01	-0,15 a 1,07	0,40 a 1,50	> 1,50
TISSUE_CARCASS	-1,61 a -1,09	-0,59 a -0,07	-0,11 a 0,95	0,60 a 1,44	> 1,44
TISSUE_PRIMALCUTS	-1,80 a -0,86	-0,59 a -0,16	-0,24 a 0,84	0,73 a 1,51	> 1,51
QUALI_MEAT	1,89 a 0,55	0,79 a 0,17	0,15 a -0,57	-1,07 a -1,37	< -1,37
Perda por cocção (%)	55,27 a 41,63	47,17 a 40,4	42,70 a 38,22	32,65 a 29,03	< 29,03
Força de cisalhamento (kgf/cm <sup>2</sup> )	11,92 a 6,64	8,99 a 5,55	6,35 a 3,45	4,29 a 3,01	< 3,01
A1 – Área total dorsal (cm <sup>2</sup> )	2563,87 a 2997,57	2856,80 a 3239,72	2960,32 a 3582,32	3298,87 a 3775,03	> 3775,03
A9 – Área total lateral (cm <sup>2</sup> )	3041,56 a 3582,54	3360,55 a 3773,05	3651,91 a 4201,01	3795,84 a 4330,30	> 4330,30
A15 – Área lateral do pernil (cm <sup>2</sup> )	404,31 a 522,85	468,27 a 559,09	525,59 a 652,95	536,22 a 711,58	> 711,58
L14 – Largura da garupa (cm)	21,37 a 24,54	22,78 a 26,82	25,76 a 30,66	26,05 a 30,41	> 30,41
L2 – Largura da paleta (cm)	17,58 a 21,38	20,42 a 23,74	22,05 a 26,05	23,51 a 25,49	> 25,49
L5 – Largura da lombar (cm)	23,55 a 27,45	25,45 a 29,51	26,36 a 31,26	28,68 a 33,18	> 33,18
PCF – Peso de carcaça fria (kg)	9,39 a 12,69	13,47 a 15,45	15,42 a 19,90	18,38 a 22,34	> 22,34
Músculo_kg	4,82 a 6,88	7,18 a 8,62	8,12 a 10,34	9,26 a 11,54	> 11,54
Gordura_%	11,20 a 18,26	16,07 a 20,55	20,28 a 27,10	23,88 a 29,90	> 29,90
G:O	0,41 a 0,83	0,80 a 1,10	1,07 a 1,69	1,38 a 1,94	> 1,94
Paleta_kg	1,71 a 2,27	2,22 a 2,72	2,57 a 3,17	2,97 a 3,59	> 3,59

Osso Paleta_kg	0,14 a 0,28	0,25 a 0,37	0,33 a 0,63	0,52 a 0,78	> 0,78
Pernil_kg	3,16 a 4,26	4,28 a 5,06	5,17 a 5,55	5,49 a 6,83	> 6,83
Gordura Pernil_kg	0,28 a 0,50	0,45 a 0,67	0,60 a 1,00	0,83 a 1,17	> 1,17
Lombo_kg	0,59 a 0,87	0,76 a 1,06	0,94 a 1,24	1,10 a 1,40	> 1,40
Gordura lombo_kg	0,05 a 0,13	0,096 a 0,204	0,15 a 0,29	0,22 a 0,36	> 0,36
Costela_kg	2,92 a 4,28	4,55 a 5,51	5,87 a 6,27	6,59 a 8,37	> 8,37
Músculo costela_kg	1,41 a 2,03	1,99 a 2,57	2,29 a 3,05	2,77 a 3,65	> 3,65
Gordura costela_kg	0,39 a 1,25	1,07 a 1,63	1,48 a 2,58	2,54 a 3,54	> 3,54

293

294

295 Finalmente, cabe ressaltar que não houve diferença ( $P \geq 0,05$ ) entre os escores de  
296 conformação entre as *Clusters* 1, 2 e 3 e de acabamento entre os *Clusters* 1 e 2, e 2 e 3,  
297 indicando que a categorização proposta a partir dos escores de VL's do instrumento instituído  
298 difere do sistema de tipificação comumente utilizado, posto que as categorias inferem sobre a  
299 qualidade da carne a partir não somente da quantificação da forma da carcaça, como também  
300 de caracteres de composição da carcaça e dos cortes comerciais. Entretanto, esse resultado  
301 remete à afirmativa de LIMA et al. (2017), que assinalou a problemática da tipificação no  
302 Brasil, já que é baseada em sistemas internacionais de classificação que não conseguem  
303 representar verdadeiramente a condição das carcaças de cordeiros em muitas regiões.

## 304 CONCLUSÃO

305  
306 O instrumento validado a partir de uma metodologia de avaliação sistêmica que parte  
307 de informações de *Video Image Analysis* permite obter associações mais acuradas entre  
308 características de qualidade de carne e teciduais da carcaça e dos cortes, permitindo, por meio  
309 dos escores das variáveis latentes consideradas, estabelecer categorias para classificação de  
310 carcaça que determinam diretamente a suculência e a maciez da carne

311

312

313

314

315

316

317

318  
319

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 320 Abràmoff, M. D., Magalhães, P. J., Ram, S. J. (2004). Image processing with Imagej.  
321 Biophotonics International. 11(7). 36–42.
- 322 Alves, D. D., Macena de Araújo, L., de Freitas Monteiro, H. C., de Paula Leonel, F., Vieira e  
323 Silva, F., Antunes Simões, D., Santos Brant, L. M. (2013). Características de carcaça,  
324 componentes não-carcaça e morfometria em ovinos submetidos a diferentes estratégias  
325 de suplementação. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(6).
- 326 Alves, S. (2013). Modelo de mensuração da competitividade turística sustentável de  
327 municípios do Brasil. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio  
328 de Janeiro.
- 329 Anderson, F., Williams, A., Pannier, L., Pethick, D. W., Gardner, G. E. (2015). Sire carcass  
330 breeding values affect body composition in lambs—1. Effects on lean weight and its  
331 distribution within the carcass as measured by computed tomography. *Meat  
332 science*, 108, 145-154.
- 333 AOAC. (1990). ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official  
334 methods of analysis. 15.ed. Washington: AOAC.
- 335 Araújo, R. P., de Souza, B. B., de Oliveira, G. J. C., Roberto, J. V. B., Dantas, N. L. B.,  
336 Batista, L. F., & Cordão, M. A. (2015). Medidas corporais e da carcaça de ovinos  
337 suplementados com diferentes níveis de sal forrageiro de faveleira. *Revista Científica  
338 de Produção Animal*, 17(1), 1-6.
- 339 Argo, C. M., Dugdale, A. H. A., Curtis, G. C., Morrison, P. K. (2014). Evaluating body  
340 composition in living horses: where are we up to? In *Farm animal imaging Copenhagen*  
341 (ed. CA Maltin, C Craigie and L Bungler), pp. 12–17. Quality Meat Scotland, Ingliston,  
342 UK.
- 343 Barros, A. C. B., Restle, J., Missio, R. L., Miotto, F. R. C., Augusto, W. F., Maciel, R. P.,  
344 Neiva, J. N. M. (2016). Physical composition of carcass, commercial cuts and meat  
345 characteristics of crossbred Holstein-Zebu young bulls fed crude glycerin levels in the  
346 diets. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(5), 3349-3360.
- 347 Campana, A. N., Tavares, M. C., Silva, D. (2009). Modelagem de Equações Estruturais:  
348 Apresentação de uma abordagem estatística multivariada para pesquisas em Educação  
349 Física. *Motricidade*, 5(4), 59-80.
- 350 Cañeque, V., Perez, C., Velasco, S., Diaz, M., Lauzurica, S., Alvarez, I., De Huidobro, F.,  
351 Onega, E., De La Fuente, J. (2004). Carcass and meat quality of light lambs using  
352 principal component analysis. *Meat Science* 67. 595–605.
- 353 Carvalho, V. B., Leite, R. F., Almeida, M. T. C., Paschoaloto, J. R., Carvalho, E. B., Lanna,  
354 D. P. D., Perez, H. I., Van Cleef., Homem Júnior, A. C., Ezequiel, J. M. B. (2015).  
355 Carcass characteristics and meat quality of lambs fed high concentrations of crude  
356 glycerin in low-starch diets. *Meat science*, 110, 285-292.
- 357 Cezar, M.F., Sousa, W.H. Carcaças ovinas e caprinas : obtenção-avaliação-classificação.  
358 Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007. 232p.

- 359 Chin, W. W. (2009). How to Write Up and report PLS Analyses, In V. E. Vinzi, W. W.  
360 Chin, J. Henseler, & H. Wang (Eds.), Handbook of partial least squares: concepts,  
361 methods, and applications. Berlin: Springer-Verlag, p. 655-690.
- 362 Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach for structural equation modeling. in  
363 Marcoulides, G.A. (Ed.). Modern methods for business research. London: Lawrence  
364 Erlbaum Associates, p. 295-236.
- 365 CIE (1986). Colorimetry. 2<sup>nd</sup> edn. Publication no. 15.2. Vienna: CIE.
- 366 Cohen. J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. New York:  
367 Psychology Press. 1988.
- 368 Craigie, C. R., Ross, D. W., Maltin, C. A., Purchas, R. W., Bünger, L., Roehe, R., Morris, S.  
369 T. (2013). The relationship between video image analysis (VIA), visual classification,  
370 and saleable meat yield of sirloin and fillet cuts of beef carcasses differing in breed and  
371 gender. *Livestock Science*, 158, 169- 178.
- 372 De Lamare, S. L. D. (2002). Modelagem de equações estruturais na melhoria da gestão. XXII  
373 Encontro Nacional de Engenharia de Produção-ENEGETP.
- 374 Einarsson, E., Eythorsdottir, E., Smith, C. R., Jonmundsson, J. V. (2015). Genetic parameters  
375 for lamb carcass traits assessed by video image analysis, EUROP classification and in  
376 vivo measurements. *Icelandic Agricultural Sciences*, 28, 3-14
- 377 Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., Lang, A.G. (2009). Statistical power analyses using  
378 G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research*  
379 *Methods*. v. 41, 1149-1160.
- 380 Fischer, K. E. (2012). Decision-making in healthcare: a practical application of partial least  
381 square path modelling to coverage of newborn screening programmes. *BMC medical*  
382 *informatics and decision making*. 12(1). 83.
- 383 Font-I-Furnols, M., Carabús, A., Pomar, C., Gispert, M. (2014). Estimation of carcass  
384 composition and cut composition from computed tomography images of live growing  
385 pigs of different genotypes. *Animal* 9, 166–178.
- 386 Fornell, C., Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equations models with unobservable  
387 variables and measurement error. *Journal of Marketing*. 18(1). 39-50.
- 388 Frezatti, F., Bido, D. S. de, Cruz, A. P. C. da, & Machado, M. J. C. (2014). O papel do  
389 Balanced Scorecard na gestão da inovação. *Revista de Administração de Empresas*, 54  
390 (4), 128-153.
- 391
- 392 Furusho-Garcia, I. F., Perez, J. R. O, Bonagurio, S., Lima, A. L., Quintão, F. A. (2004).  
393 Estudos dos cortes de carcaça de cordeiros Santa Inês puros e cruzas Santa Inês com  
394 Texel, Ile de France e Bergamácia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 33, p.  
395 453-462.
- 396
- 397 Garcia, C. A., Monteiro, A. L. G., Costa, C., Neres, M. A., & Rosa, G. J. M. (2003). Medidas  
398 objetivas e composição tecidual da carcaça de cordeiros alimentados com diferentes  
399 níveis de energia em creep feeding. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 1380-1390.
- 400 Garson. G. D. (2016). Partial Least Squares: Regression and Structural Equation Models.  
401 Asheboro. NC: Statistical Associates Publishers.

- 402 Grandis, F. A., Ribeiro, E. L. D. A., Mizubuti, I. Y., Bumbieris Junior, V. H., Prado, O. P. P.  
403 D., Pinto, A. P. (2016). Carcass characteristics and meat quality of lambs fed with  
404 different levels of soybean cake in replacement of soybean meal. *Ciência Animal*  
405 *Brasileira*, 17(3), 327-341.
- 406
- 407 Guerrero, A., Prado, I. N. Valero, M. V. (2013). Calidad de la carne de bovino de animales  
408 procedentes de sistemas intensivos, semi intensivos y pastoreo. In: Londrina, U. E. d.  
409 (ed.) *Simpósio de Produção Animal a Pasto*. Londrina, Paraná.
- 410
- 411 Hair Jr, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (2005). *Análise Multivariada*  
412 *de dados*. Tradução: Adonai Schlup Sant 'Anna e Anselmo Chaves Neto.
- 413
- 414 Hair, J.F., Hult, T.M., Ringle, C.M., Sarstedt, M. A. (2014). *Primer on Partial Least Squares*  
415 *Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Los Angeles: SAGE.
- 416 Henseler, J., Ringle, C. M., Sinkovics, R. R. (2009). The use of partial least squares path  
417 modeling in international marketing. *Advances in International Marketing*. v. 20. p.  
418 277-319.
- 419 Hinkel, K. M., Nelson, F. E., Klene, A. E., Bell, J. H. (2003). The urban heat island in winter  
420 at Barrow, Alaska. *International Journal of Climatology*, 23(15), 1889-1905.
- 421 Hopkins, D. L., Safari, E., Thompson, J. M., & Smith, C. R. (2004). Video image analysis in  
422 the Australian meat industry – precision and accuracy of predicting lean meat yield in  
423 lamb carcasses. *Meat Science* 67, 269-274.
- 424 Hopkins, D. L., Gardner. G. E., Toohey, E. S. (2015). Australian view on lamb carcass and  
425 meat quality – the role of measurement technologies in the Australian sheep industry.  
426 In *Farm animal imaging* (ed. CA Maltin, C Craigie and L Bünger), pp. 17–21.  
427 Edinburgh, UK.
- 428 Huidobro, F.R., Miguel, E., Diaz, M.T., Velasco, S., Lauzurica, S., Pérez, C., Onega, E.,  
429 Blazquez, E., Cañeque, V. Carcass classification in suckling lambs. II. Comparison  
430 among subjective carcass classification methods: fat cover scales and conformation  
431 scales with 0.25 point-intervals. *Meat Science*, 66(1), 135-142, 2004
- 432
- 433 Huidobro, F.R.; Cañeque, V. Produccion de carne en corderos de raza Manchega. III.  
434 Composição tisular de las canales y de las piezas. *Revista Producción Sanidad Animal*,  
435 v.9, n.1, p.57-69, 1994.
- 436 Jayabal, Y., Ramanathan, C. (2014). Clustering Students Based on Student's Performance-A  
437 Partial Least Squares Path Modeling (PLS-PM) Study. In *International Workshop on*  
438 *Machine Learning and Data Mining in Pattern Recognition* (pp. 393-407). Springer,  
439 Cham.
- 440 Jia, J., Schinckel, A. P., Forrest, J. C., Chen, W., & Wagner, J. R. (2010). Prediction of lean  
441 and fat composition in swine carcasses from ham area measurements with image  
442 analysis. *Meat science*, 85(2), 240-244.
- 443 Kongsro, J., Røe, M., Kvaal, K., Aastveit, A. H., Egelanddal, B. (2009). Prediction of fat,  
444 muscle and value in Norwegian lamb carcasses using EUROP classification, carcass  
445 shape and length measurements, visible light reflectance and computer tomography  
446 (CT). *Meat Science*, 81(1), 102-107.

- 447 Kvame, T., McEwan, J. C., Amer, P. R., & Jopson, N. B. (2004). Economic benefits in  
448 selection for weight and composition of lamb cuts predicted by computer  
449 tomography. *Livestock Science*, 90(2), 123-133.
- 450 Lage, J. F., Paulino, P. V. R., Pereira, L. G. R., Duarte, M. S., Valadares Filho, S. C.,  
451 Oliveira, A. S., Lima, J. C. M. (2014). Carcass characteristics of feedlot lambs fed  
452 crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. *Meat science*. 96(1).  
453 108-113.
- 454 Lambe, N. R., Navajas, E. A., Bunger, L., Fisher, A. V., Roehe, R., Simm, G. (2009)  
455 Prediction of lamb carcass composition and meat quality using combinations of post-  
456 mortem measurements.
- 457  
458 Landim, A. V., Vasconcelos, A. M. D., Corrêa, M. P., Costa, H. H. A., Fioravanti, M. C. S.,  
459 Louvandini, H., McMANUS, C. (2015). Tissue and centesimal composition of the 12th  
460 rib of lambs from genetic groups different. *Revista Brasileira de Saúde e Produção*  
461 *Animal*, 16(2), 470-478.
- 462 Leibrandt, S., Le Pennec, J. L. (2015). Towards fast and routine analyses of volcanic ash  
463 morphometry for eruption surveillance applications. *Journal of Volcanology and*  
464 *Geothermal Research*.
- 465 Lima, A. C. S., Sousa, M. A. P. D., Araújo, J. C., Nunes, M. P. D. M., Morais, E. D.,  
466 Andrade, S. J. T. D., Chaves, L. C. D. S., Maciel E Silva, A. G. (2017). Discrimination  
467 ability of Santa Inês and crossbred Santa Inês× Dorper lamb heavy carcasses by the  
468 Brazilian and European classification systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(6),  
469 527-536.
- 470 Lopes, L. S., Ramos, E. M., Oliveira, D. M. D., Machado Neto, O. R., Paulino, P. V. R.,  
471 Ladeira, M. M., Chizzotti, M. L. (2011). Características de carcaça e cortes comerciais  
472 de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento.
- 473 Lorenzo, J. M., Guedes, C. M., Agregán, R., Sarriés, M. V., Franco, D., Silva, S. R. (2017).  
474 Prediction of foal carcass composition and wholesale cut yields by using video image  
475 analysis. *Animal*, v. 12, n. 1, p. 174-182.
- 476 Nishimura, T. (2010). The role of intramuscular connective tissue in meat texture. *Animal*  
477 *science journal*, 81(1), 21-27.
- 478 Oliver, A., Mendizabal, J. A., Ripoll, G., Albertí, P., Purroy, A. (2010). Predicting meat  
479 yields and commercial meat cuts from carcasses of young bulls of Spanish breeds by  
480 the SEUROP method and an image analysis system. *Meat Science*, 84, 628–633.
- 481 Oliveira, D. D. S., Rogério, M. C. P., Batista, A. S. M., Alves, A. A., Albuquerque, F. H. M.  
482 A. R., Pompeu, R. C. F. F., Duarte, T. F. (2014). Desempenho e características de  
483 carcaça de cordeiros SPRD cruzados com as raças Santa Inês e Somalis Brasileira  
484 terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15(4).
- 485 Pabiou, T., Fikse, W.F., Cromie, A.R., Keane, M.G., Näsholm, A., Berry, D.P. (2011). Use of  
486 digital images to predict carcass cut yields in cattle. *Livestock Science* 137, 130–140.
- 487 Pflanzner, S.B., de Felício, P. (2011). Moisture and fat content, marbling level and color of  
488 boneless rib cut from Nellore steers varying in maturity and fatness. *Meat Science* 87.  
489 7–11.

- 490 Ricardo, H. D. A., Roça, R. D. O., Lambe, N. R., Seno, L. D. O., Fuzikawa, I. H. D. S., &  
491 Fernandes, A. R. M. (2016). Prediction of weight and percentage of salable meat from  
492 Brazilian market lambs by subjective conformation and fatness scores. *Revista*  
493 *Brasileira de Zootecnia*, 45(10), 639-644.
- 494 Ringle, C. M., Da Silva, D., Bido, D. D. S. (2014). Modelagem de equações estruturais com  
495 utilização do SmartPLS. *REMark*, 13(2), 54.
- 496 Rodas-González, A., Huerta-Leidenz, N., Jerez-Timaure, N., Miller, M. F. (2009).  
497 Establishing tenderness thresholds of Venezuelan beef steaks using consumer and  
498 trained sensory panels. *Meat Science*, 83(2), 218-223.
- 499 Rius-Vilarrasa, E.; Bünger, L.; Maltin, C.; Matthews, K. R.; Roehe, R. Evaluation of Video  
500 Image Analysis (VIA) technology to predict meat yield of sheep carcasses on-line  
501 under UK abattoir conditions. *Meat Science*, 82(1), 94–100. 2009.
- 502 Sanchez, G., A. Serrano, M. L. Cancillo, Garcia, J. A. (2015). Pyranometer thermal offset:  
503 Measurement and analysis. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 32, 234–246.
- 504 Sena, L. S., dos Santos, G. V., Torres, T. S., de Sousa Júnior, A., Neto, A. D. A. R.,  
505 Sarmiento, J. L. R., & Biagiotti, D. (2016). Genetic parameters for carcass traits and  
506 body size of meat sheep. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(4Sup11), 2477-2486.
- 507 Tenenhaus, A., Tenenhaus, M. (2011). Regularized Generalized Canonical Correlation  
508 Analysis. *Psychometrika*. 76(2). 257–284.
- 509 Tenenhaus, M., Vinzi, V.E., Chatelin, Y., Lauro, C. (2005). PLS Path Modeling.  
510 *Computational Statistics & Data Analysis*. v.48. p.159-205.
- 511 Vermunt, J. K., Magidson, J. (2002). Latent class cluster analysis. In J. Hagenaars, & A.  
512 McCutcheon (Eds.), *Applied latent class analysis* (pp. 89-106). Cambridge: Cambridge  
513 University.
- 514 Wheeler, T.L., Koohmaraie, M., Shackelford, S.D. (1995). Standardized Warner-Bratzler  
515 shear force procedures for meat tenderness measurement. Clay Center: Roman L.  
516 Hruska U. S. MARC. USDA. 7p.

517

518

519

520

521

522

523

524

525

## APÊNDICE A - Referente ao Material e Métodos

526

**Quadro 1:** Acrônimos e descrições das medidas morfométricas obtidas na carcaça fria  
527 obtidas in loco de cordeiros.

Acrônimos	Medidas Morfométricas	Descrições
Dorsal Figura 1- A e B		
M1	Distância entre articulações escápulo-umeral.	-
M2	Distância entre espinhas da escápula	-
M3	Largura dorsal	Distância entre os extremos das quintas costelas.
M4	Largura do lombo	Distância entre os extremos das décimas terceiras costelas.
M5	Largura da garupa	Distância entre os trocânteres maiores dos fêmures.
M6	Distância entre ílios	Distância entre as extremidades dos íleos).
M7	Distância entre ísquios	Distância entre as extremidades dos ísquios.
M8	Distância entre a cernelha e a 5 <sup>a</sup> vértebra torácica	-
M9	Distância entre a 5 <sup>a</sup> vértebra torácica e a 13 <sup>a</sup> vértebra torácica	-
M10	Distância entre a 13 <sup>a</sup> vértebra torácica e a 1 <sup>a</sup> vértebra sacral	-
M11	Distância entre 1 <sup>a</sup> vértebra sacral e a inserção da cauda	-
M12	Comprimento do antebraço	Distância central entre as articulações úmero-radial e rádio-carpo-metacarpiana
M13	Largura do antebraço	Mensurada entre as extremidades do antebraço.
M14	Comprimento do braço	Distância entre a articulação escápulo-umeral até a tuberosidade superior externa do rádio.
Lateral (Figura 1 - C e D)		
M15	Comprimento da escápula	Distância entre o ponto mais alto da escápula e a articulação escápulo-umeral
M16	Profundidade do tórax	Distância máxima entre o esterno e a linha inferior da carcaça
M17	Distância entre a espinha da escápula e o ílio	-
M18	Distância entre a articulação escápulo-umeral e o ísquio	-
M19	Distância entre articulação escápulo-umeral e a articulação fêmur-tibial	-

M20	Comprimento da coxa	Articulação do fêmur no coxal até articulação fêmur tibial
M21	Largura da perna	Distância entre os bordos internos e externos da parte superior da perna em sua parte mais larga
M22	Comprimento da perna	Distância da articulação fêmur-tibial até o bordo lateral da articulação tarso-metatarsiana
M23	Distância entre a cernelha e a 5ª costela	Distância entre a cernelha e o extremo da 5ª costela
M24	Distância entre a 5ª costela e a 13ª costela	Distância entre os extremos da 5ª e da 13ª costelas
M25	Distância entre a 13ª costela e a tuberosidade coxal	-
M26	Distância entre a tuberosidade coxal e o íleo	Distância entre a tuberosidade coxal e a ponta do íleo
M27	Distância entre o íleo e o ísquio	Distância entre as pontas do íleo e do ísquio
M28	Distância entre o ísquio e a inserção da cauda	Distância da ponta do ísquio até a inserção da cauda
M29	Perímetro do tórax	-
M30	Perímetro da coxa	Tomando como base a parte média da perna, abaixo da articulação fêmur-tibial)
M31	Perímetro da perna	Tomada na base mais larga do pernil
M32	Distância da linha inferior	-
Meia Carcaça (Figura 1 - E)		
M33	Comprimento interno	Inserção do primeiro par de costelas na coluna vertebral até o sacro
M34	Profundidade interna	Distância tomada do extremo do dorso ao extremo do ventre
M35	Comprimento interno da perna	Distância do osso do púbis até o músculo gastrocnêmio
M36	Distância entre a 1ª costela e o extremo do ventre	-
M37	Distância entre o extremo do ventre até o osso do púbis	-
M38	Distância entre o osso do púbis até o extremo do dorso	-
M39	Distância extremo do dorso a 1ª costela	-

528

529 **Quadro 2:** Acrônimos e descrições das áreas obtidas na carcaça de cordeiros através da  
530 análise de imagens pelo software ImageJ 1.05i

Acrônimos	Área	Descrição
-----------	------	-----------

Dorsal Figura 2- A e B		
D1	Carcaça	Seleção do contorno da carcaça inteira em sua vista dorsal.
D2	Paleta	Compreende a região composta pelos pontos entre as articulações escápulos umerais, as espinhas da escápula e a demarcação da cernelha.
D3	Costela I	Compreende a região composta pelos pontos entre as espinhas da escápula, extremos das 5ª costelas e as demarcações da cernelha e 5ª vértebra torácica.
D4	Costela II	Compreende a região composta pelos pontos extremos das 5ª costelas, extremos das 13ª costelas e as demarcações da 5ª e 13ª vértebras torácicas.
D5	Lombar	Compreende a região composta pelos pontos extremos das 13ª costelas, tuberosidade do coxal e as demarcações da 13ª vértebra torácica e a 1ª vértebra Sacral)
D6	Garupa- pernil	Compreende a região composta pelos pontos das tuberosidades do coxal, as pontas dos íleos e as demarcações da 1ª sacral e inserção da cauda.
D7	Pernil direito	Compreende a região composta pelos pontos PA1, PA2, extremo do bordo interno da perna, PA5 e inserção da cauda
D8	Pernil esquerdo	Compreende a região composta pelos pontos PA5, extremo do bordo interno da perna, PA3, PA4 e inserção da cauda
Lateral Figura 2- C e D		
L1	Carcaça	Seleção do contorno da carcaça inteira em seu painel lateral.
L2	Paleta	Compreende a região composta pelos pontos da articulação radio-cárpica, ligamento úmero-radial, tuberosidade superior externa do rádio pontos base inter axila, espinha da escápula e articulação escapulo-umeral.
L3	Costela I	Compreende a região composta pelos pontos base inter axila, ponto máximo do esterno, 5ª costela, 5ª vértebra torácica, marcação da cernelha e espinha da escápula.
L4	Costela II	Compreende a região composta pela marcação da 5ª vértebra torácica, 5ª costela, ponto máximo do esterno, PA6 e pelos pontos da 13ª costela e a 13ª vértebra torácica.
L5	Lombar	Compreende a região composta pelos pontos PA6 e PA7, tuberosidade do coxal, 1ª vértebra sacral, a 13ª vértebra torácica e 13ª costela.
L6	Garupa- pernil	Compreende a região composta pelos pontos PA7 e PA8, e pelas marcações do ísquio, inserção da cauda, 1ª vértebra sacral e tuberosidade do coxal.
L7	Pernil	Compreende a região composta pelo ponto arbitrário PA8, e pelas marcações da articulação fêmur-tibial.

531

532 **Quadro 3:** Sequência de critérios para validação dos modelos de mensuração e estrutural na  
533 modelagem de equações estrutural(SEM).

Indicador	Propósito	Critério	Referências
<b>Avaliação dos modelos de Mensuração</b>			
AVE (Average Variance Extracted)	Validade Convergente.	AVE > 0.50	Henseler; Ringle e Sinkovics (2009)
Confiabilidade Composta (Rho-DG)	Confiabilidade do modelo.	Rho-DG > 0.70	Hair et al. (2014)
HTMT (Heterotrait-monotrait ratio of correlations)	Validade Discriminante.	HTMT < 1	Garson, G. D. (2016).
Teste t-Student	Avaliação das significâncias das correlações e regressões.	$t \geq 1.96$	Hair et al. (2014)
<b>Avaliação do modelo estrutural</b>			
Tamanho do efeito ou Indicador de Cohen (F <sup>2</sup> - Comunalidade).	Avalia-se quanto cada variável latente é “útil” para o ajuste do modelo.	F <sup>2</sup> = 0.02 (pequeno) F <sup>2</sup> = 0.15 (médio) F <sup>2</sup> = 0.35 (grande)	Hair et al. (2014)
Validade Preditiva ou indicador de Stone-Geisser (Q <sup>2</sup> -Redundância).	Avalia a acurácia do modelo ajustado.	Q <sup>2</sup> > 0	Hair et al. (2014)
Coefficiente de Caminho (Path- $\beta$ , para dados padronizados).	Avaliação das relações causais.	Interpretação dos valores. $t \geq 1.96$ ( $\alpha=5\%$ )	Fischer, K. E. (2012), Hair et al. (2014)

534

535

536

537

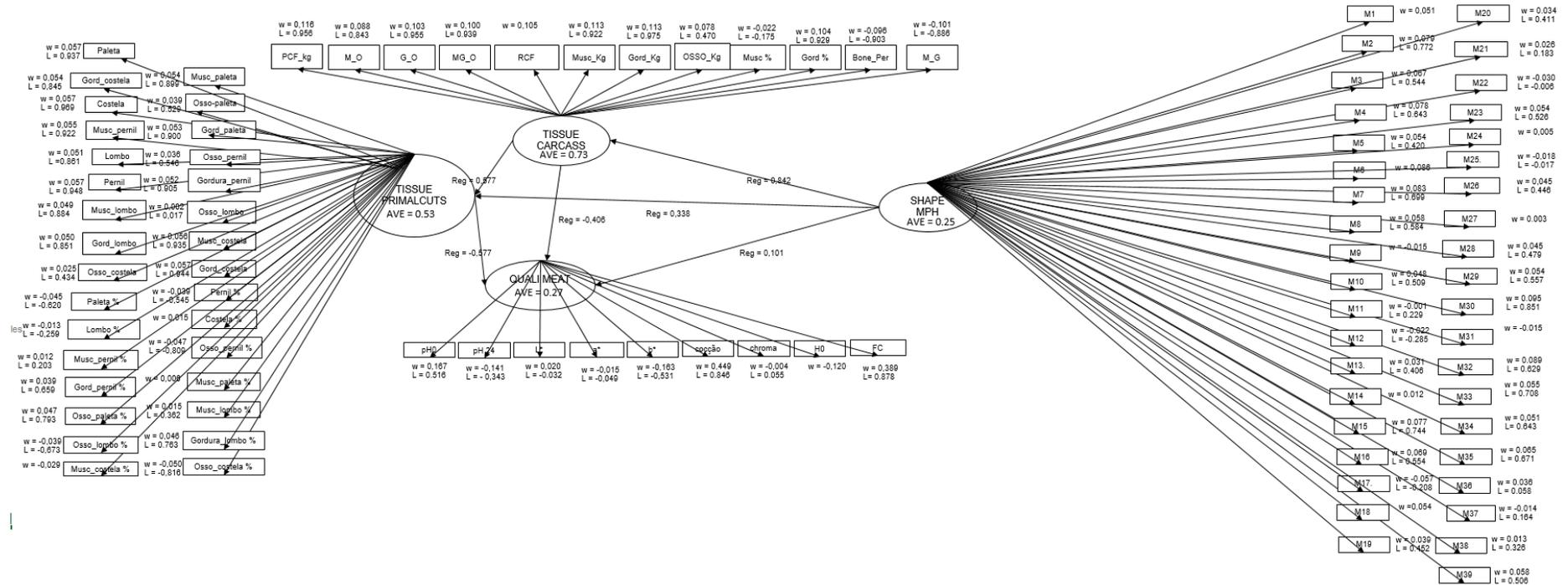
## APÊNDICE B- Referente ao Resultados e Discussão

538

539

**Figura 1S** : Diagrama de caminho multivariado resultante da análise de correlação canônica regularizada generalizada: pesos externos (w) e outer loadings (L) das variáveis manifestas de cada constructo e AVE das variáveis latentes do banco de dados primário (A) e do banco de dados reduzido (B) do constructo SHAPE\_MPH.

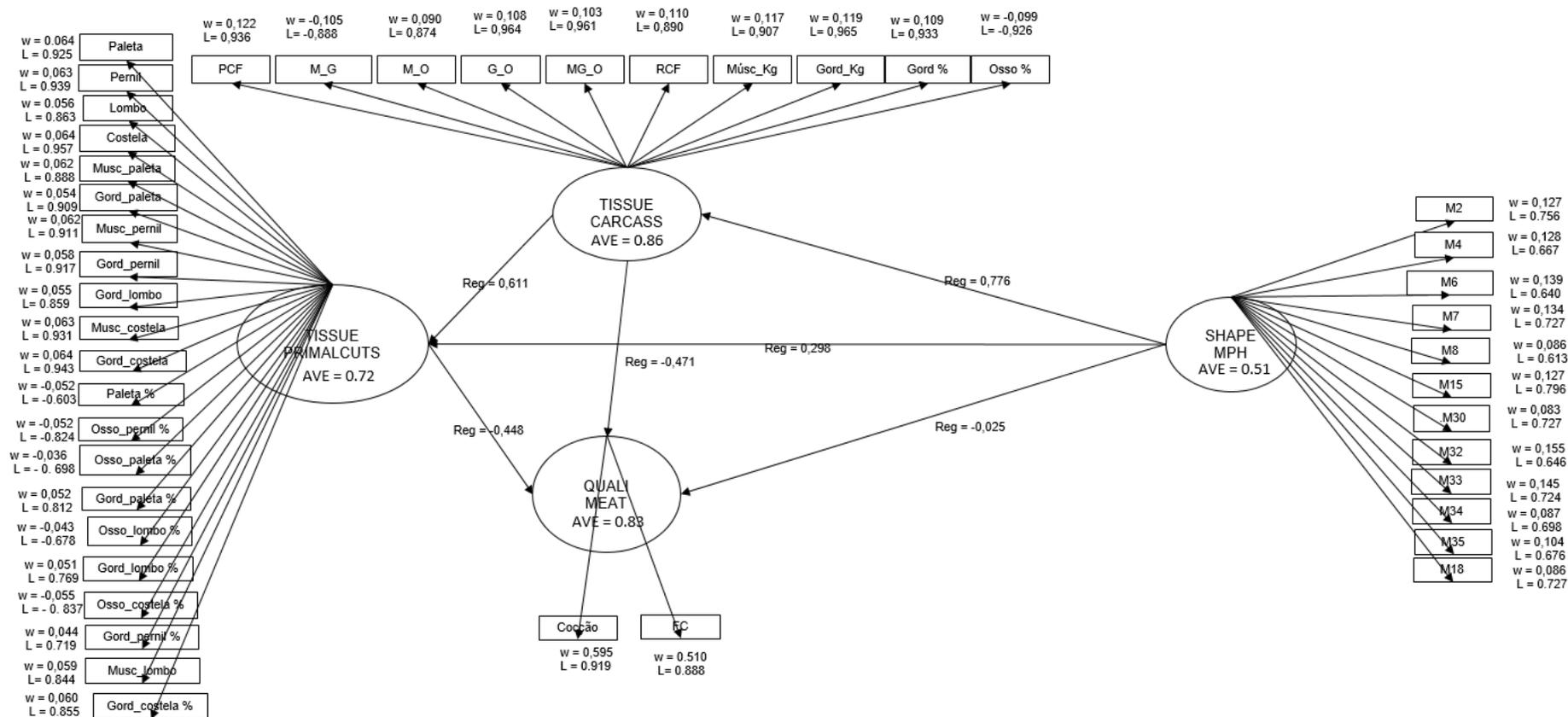
541



542

543

(A) variáveis latentes do banco de dados primário do constructo SHAPE\_MPH.

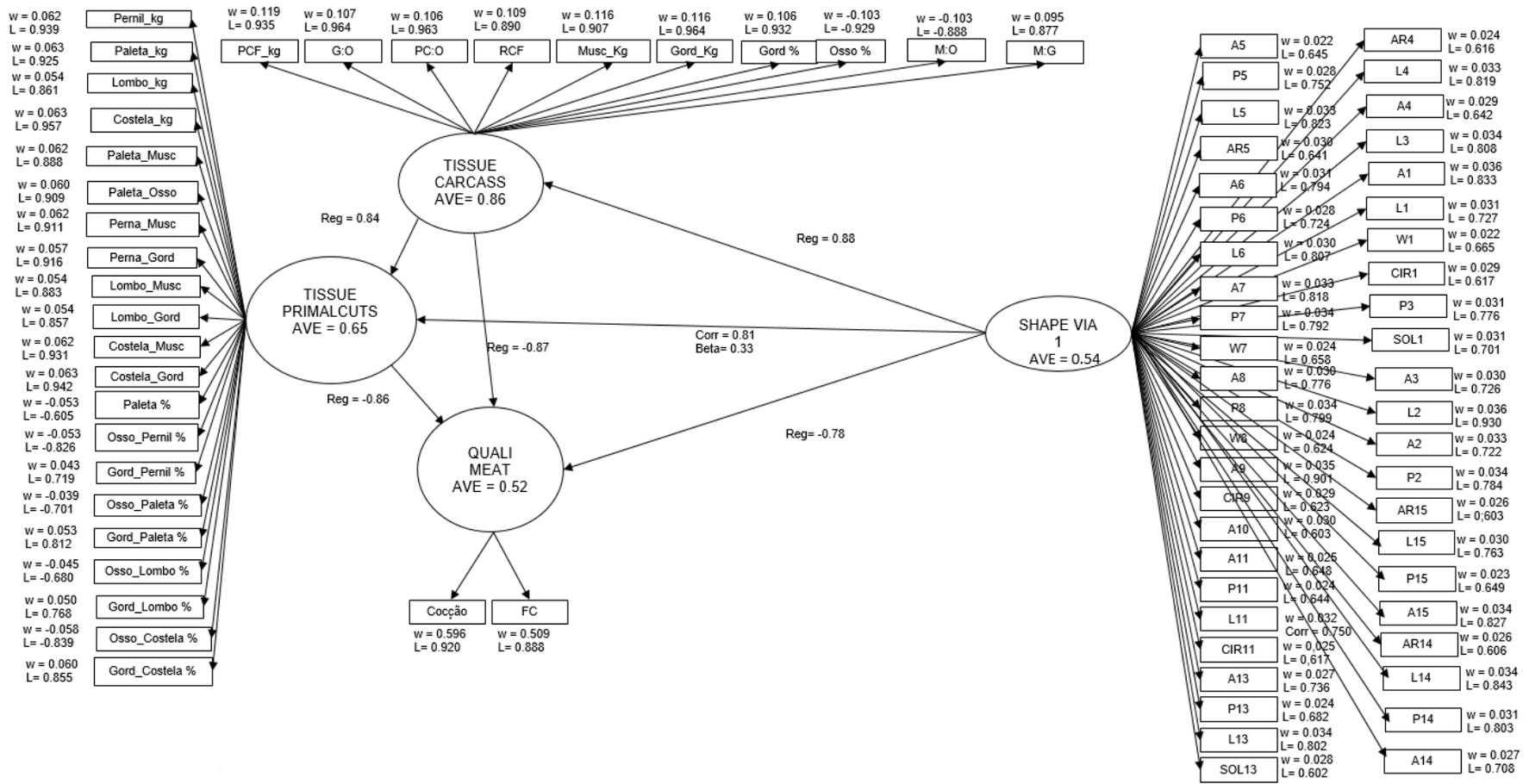


544

545 (B) variáveis latentes do banco de dados reduzido do constructo SHAPE\_MPH.

546



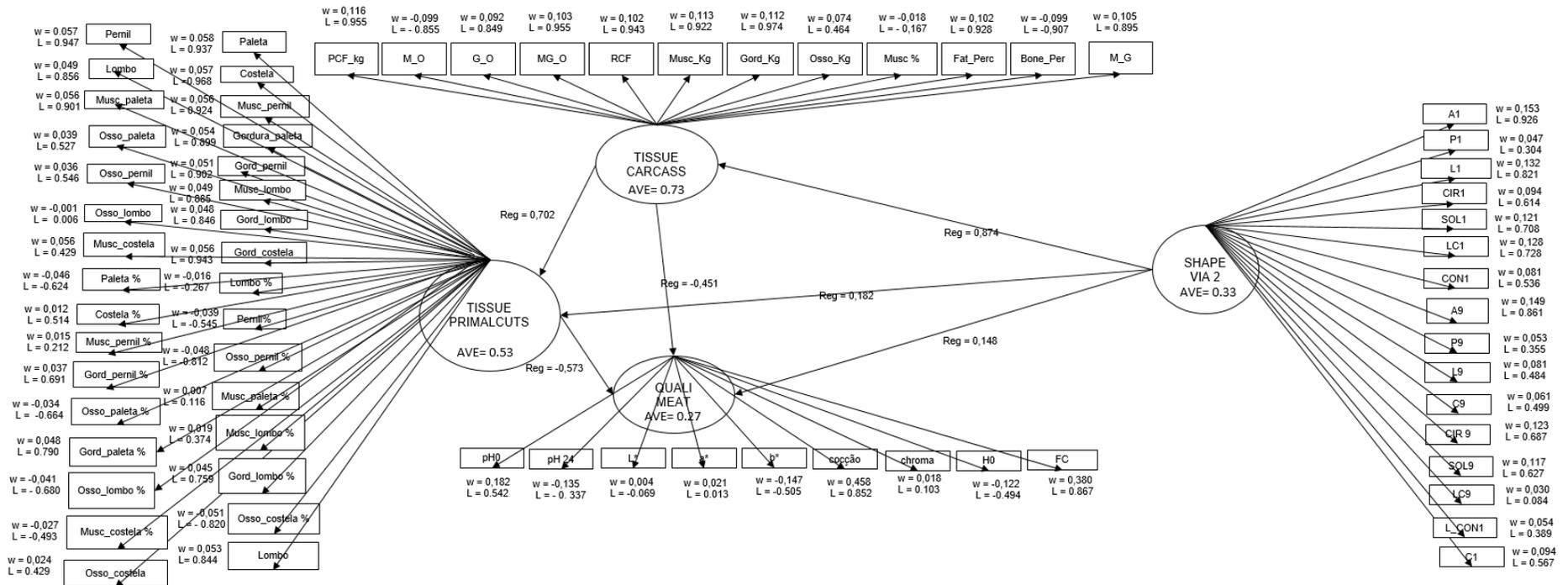


553

554 (B) variáveis latentes do banco de dados reduzido do constructo SHAPE\_VIA1.

555

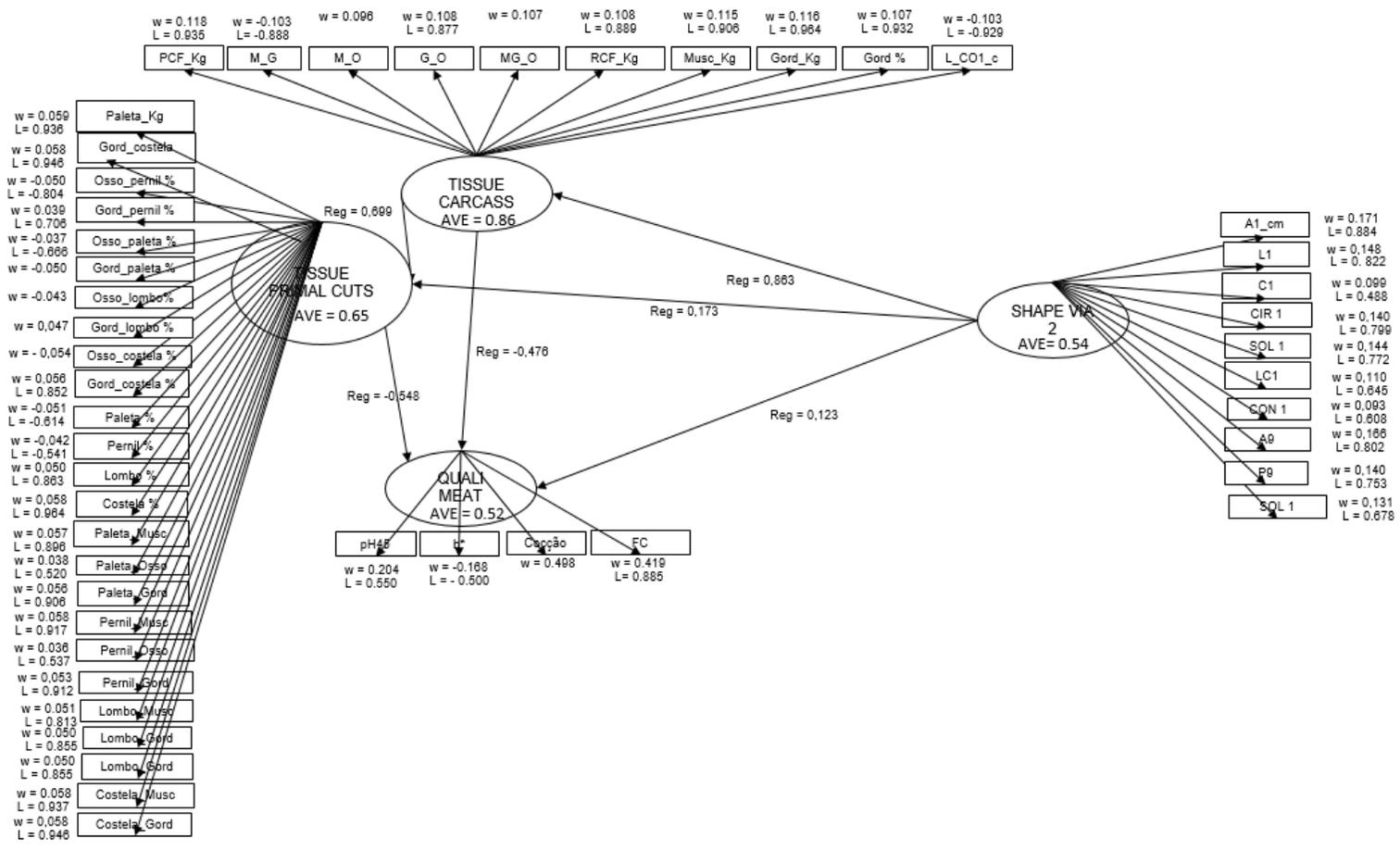
556 **Figura 3S:** Diagrama de caminho multivariado resultante da análise de correlação canônica regularizada generalizada: pesos externos (w) e  
 557 outer loadings (L) das variáveis manifestas de cada constructo e AVE das variáveis latentes do banco de dados primário (A) e do banco de dados  
 558 reduzido (B) do constructo SHAPE\_VIA2.



559

560 (A) variáveis latentes do banco de dados primário do constructo SHAPE\_VIA2.

561



562

563 (B) variáveis latentes do banco de dados reduzidos do constructo SHAPE\_VIA2.

564

**Tabela 1S:** Média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) e amplitude de variáveis morfométricas (cm) obtidas in situ em carcaças resfriadas de cordeiros que compõem a variável latente SHAPE\_MPH.

Variável manifesta	Média	DP	CV (%)	Amplitude
M1	16.46	1.99	12.06	(9.70 – 19.80)
M2	12.33	1.69	13.70	(8.70 – 16.,90)
M4	20.23	2.14	10.58	(15.50 – 25.80)
M6	16.30	1.21	7.43	(12.30 – 18.70)
M16	27.16	1.43	5.27	(24.20 – 31.00)
M19	79.07	4.13	5.22	(60.00 – 88.00)
M22	16.84	1.94	11.53	(9.40 – 20.30)
M29	70.35	4.75	6.76	(60.00 – 84.00)
M31	29.02	3.53	12.16	(22.00 – 37.50)
M33	61.32	3.08	5.03	(52.60 – 72.00)
M34	26.55	1.46	5.52	(22.50 – 30.20)
M35	29.90	2.20	7.37	(24.10 – 34.00)

Dorsal: M1= Dist. entre articulações escápulo-umeral, M2= Dist. entre espinhas da escápula, M4= Largura Lombar, M6= Largura do Íleo, Lateral: M16= Profundidade do tórax, M19= Dist. Art. Escápula-umeral a art. Fêmur-tíbia, M22= Comprimento da perna, M29= Perímetro do Tórax, M31= Perímetro da Coxa; Meia carcaça: M33: Comprimento interno, M34= Profundidade interna, M35= Comprimento interno da perna.

**Tabela 2S:** Média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) e amplitude de variáveis das projeções (cm<sup>2</sup>) e descritores (cm) obtidas nas imagens de carcaças resfriadas de cordeiros que compõem a variável latente SHAPE\_VIA.

	Descritores	Média	DV	CV (%)	Amplitude
<b>Dorsal</b>					
D1	A1	3181.06	362.54	11.40	(2314.93 – 4032.78)
	P1	29.73	2.59	8.73	(24.57 – 39.81)
	L1	158.94	7.44	4.68	(143.49 – 178.35)
	CIR1	0.22	0.02	10.71	(0,17 – 0.28)
	SOL1	0.82	0.02	2.93	(0.73 – 0.86)
D 2	A2	291.10	48.78	16.76	(171.73 – 405.26)
	P2	69.65	5.77	8.29	(52.08 – 81.84)
	L2	22.65	2.55	11.26	(17.14 – 27.94)
D3	A3	245.21	69.38	28.29	(109.24 – 412.20)
	P3	66.06	8.41	12.73	(47.54 – 85.31)
	L3	22.96	2.04	8.88	(17.97 – 27.56)
D4	A4	597.35	85.92	14.38	(384.96 – 835.71)
	L4	28.44	2.99	10.53	(22.41 – 36.70)
	LC4	1.02	0.14	13.18	(0.75 – 1.38)
D5	A5	453.99	65.28	14.38	(331.70 – 644.07)
	P5	88.02	6.95	7.90	(75.14 – 106.34)
	L5	28.31	2.91	10.29	(22.29 – 36.70)
	LC5	1.32	0.16	11.97	(0.86 – 1.70)
D6	A6	331.92	48.90	14.73	(227.52 – 439.53)
	P6	75.49	4.80	6.36	(61.99 – 86.03)

	L6	23.30	3.05	13.09	(12.70 – 28.06)
	A7	334.80	52.92	15.81	(192.93 – 468.02)
D7	P7	85.87	9.59	11.17	(70.73 – 109.38)
	L7	35.82	5.48	15.29	(12.57 – 47.05)
	A8	329.46	58.65	17.80	(190.50 – 510.58)
D8	P8	85.46	9.63	11.27	(69.61 – 106.77)
	L8	35.81	5.49	15.32	(12.57 – 46.29)
	<b>Lateral</b>				
L1	A9	3744.76	388.37	10.37	(2861.35 – 4603.09)
	CIR9	0.27	0.02	8.73	(0.22 – 0.32)
L2	A10	373.27	74.74	20.02	(240.81 - 541.44)
	A11	512.78	195.29	38.08	(209.40 – 906.50)
L3	P11	107.38	13.61	12.68	(81.61 – 131.69)
	L11	36.95	2.27	6.14	(32.51 – 42.29)
	CIR11	0.55	0.10	17.40	(0.37 – 0.75)
	A13	464.21	71.43	15.39	(341.28 – 683.45)
L5	P13	88.63	6.17	6.96	(76.67 – 108.31)
	L13	27.69	2.21	7.97	(22.92 – 34.03)
	SOL13	0.98	0.02	2.19	(0.88 – 1.00)
	A14	356.71	62.02	17.39	(234.54 – 529.85)
L6	P14	78.00	7.14	9.15	(61.18 – 92.96)
	L14	26.20	3.09	11.80	(19.05 – 32.76)
	LC14	1.49	0.17	11.51	(1.00 – 1.94)
	A15	551.98	89.91	16.29	(365.70 – 795.45)
L7	P15	118.06	7.72	6.53	(97.23 – 135.13)

L15	23.42	2.88	12.29	(16.89 – 29.71)
LC15	0.51	0.06	11.46	(0.38 – 0.67)

Dorsal: D1= Carcaça, D2= Paleta, D3= Costela I, D4= Costela II, D5= Lombar, D6= Garupa, D7= Pernil direito, D8= Pernil esquerdo; Lateral: L1= Carcaça, L2= Paleta, L3= Costela, L5= Lombo, L6= Garupa, L7= Pernil; Descritores: A= área, P= perimetro, L= largura C= comprimento; CIR=circularidade, SOL= solidicidade, LC= razão largura:comprimento, CON= convexidade.

**Tabela 3S:** Média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) e amplitude de variáveis quantitativas da carcaça obtidas de carcaças resfriadas de cordeiros que compõem as variáveis latentes TISSUE\_PRIMALCUTS e TISSUE\_CARCASS.

	Variáveis	Média	DP	CV (%)	Amplitude
TISSUE_CARCASS					
Carcaça	PCF(kg)	16.13	3.94	24.45	(6.93 – 24.05)
	RCF(%)	48.43	4.38	9.04	(33.24 – 57.87)
	Músculo (kg)	8.46	1.97	23.35	(3.53 – 13.16)
	Gordura (kg)	3.47	1.56	45.01	(0.64 – 6.80)
	Gordura (%)	21.25	5.63	26.48	(9.33 – 31.13)
	Osso (%)	19.42	3.98	20.47	(14.63 – 32.94)
	M:G	2.80	0.93	33.35	(1.66 – 5.52)
	M:O	2.91	0.52	17.95	(1.56 – 3.78)
	G:O	1.18	0.47	39.86	(0.28 – 2.13)
MG:O	4.09	0.95	23.13	(1.85 – 5.75)	
TISSUE_PRIMALCUTS					
Paleta	Paleta (kg)	2.69	0,56	20.88	(1.39 – 4.03)
	Músculo (kg)	1.59	0.39	22.40	(0.80 – 2.43)
	Gordura (kg)	0.43	0.20	47.30	(0.06 – 0.89)
	Paleta (%)	17,28	1,52	8,79	(13.97 – 21.89)
	Osso (%)	21.77	3.71	17.04	(13.51 – 30. 94)
	Gordura (%)	15.11	4.87	32.25	(4.32 – 25.77)
Pernil	Pernil (kg)	5.04	1.06	21.09	(2.39 – 7.59)
	Músculo (kg)	3.23	0.73	22.46	(1.33 – 4.97)
	Osso (kg)	2.90	0.40	0.14	(1.72 – 3.73)
	Gordura (kg)	0.70	0.28	39.89	(0.18 – 1.33)
	Osso (%)	18.20	3.27	17.99	(13.17 – 31.38)
	Gordura (%)	13.57	3.40	25.05	(4.99 – 20.46)
Lombo (kg)	Lombo (kg)	1.01	0.25	24.85	(0.53 – 1.49)
	Músculo (kg)	0.56	0.16	29.40	(0.19 – 0.90)

Lombo	Gordura (kg)	0.19	0.10	49.61	(0.05 – 0.45)
	Osso (%)	20.36	6.81	33.47	(9.47 – 41.82)
	Gordura (%)	18.24	5.59	30.65	(7.58 – 30.20)
Costela	Costela (kg)	5.65	1.65	29.18	(1.95 – 9.39)
	Músculo (kg)	2.51	0.66	26.21	(0.97 – 4.42)
	Gordura (kg)	1.88	0.94	50.35	(0.18 – 4.32)
	Osso (%)	18.94	5.38	28.43	(11.70 – 33.85)
	Gordura (%)	31.26	8.57	27.41	(9.23 – 46.01)

PCF= peso de carcaça fria, RCF= rendimento de carcaça fria; M:O= músculo:osso, G:O= gordura:osso, M:G= músculo:osso e MG:O= relação músculo-gordura: osso.

**Tabela 4S** :Média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) e amplitude de variáveis qualitativas da carcaça obtidas de carcaças resfriadas de cordeiros que compõem a variável latente QUALI\_MEAT.

Variáveis	Média	DP	CV(%)	Amplitude
Cocção (%)	40.39	7.50	18.57	(26.32 – 61.11)
pH <sub>45</sub>	6.67	0.40	0.06	(6 – 8.13)
b*	5.33	0.83	0.16	(3.68 – 8.02)
Textura (kgf/cm <sup>2</sup> )	6.16	2.73	44.35	(2.40 – 14.42)

**Tabela 5S:** ANOVA das variáveis manifestas e variáveis avaliadas pela Análise de Agrupamento Latente (CLUSTER).

		SHAPE_VIA1							
Projeção	Variáveis Manifestas	Cluster							
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
DV1	A1	3536.95 ± 238.08 a	3199.29/ 4002.79	3271.32 ± 311.0 b	2835.95/4032.78	3048.26 ± 191.46 b	2745.35/3383.76	2780.72 ± 216.85 c	2314.93/3096.93
	L1	32.04 ± 2.47 a	29.46 / 39.81	29.98 ± 1.98 b	26.86/33.78	29.22 ± 1.90 b	25.97/ 32.57	27.38 ± 1.74 c	24.57/30.60
	W1	162.94 ± 5.22 a	153.14 / 172.70	161.04 ± 8.33 a b	149.65/178.35	156.48 ± 6.51 b c	144.95/166.92	153.35 ± 6.37 c	143.49/168.57
	CIR1	0.24 ± 0.02 a	0.21 / 0.28	0.23 ± 0.02 a	0.18/0.26	0.22 ± 0.017 a	0.19/0.26	0.20 ± 0.02 b	0.17/0.24
	SOL1	0.83 ± 0.01 a	0.79 / 0.86	0.83 ± 0.02 a	0.78/0.85	0.82 ± 0.01 a	0.80/0.84	0.79 ± 0.02 b	0.73/0.83
		Cluster							
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
DV2	A2	337.76 ± 29.06 a	276.59 / 388.10	297.68 ± 45.26 b	228.94/405.26	278.35 ± 34.76 b	188.89/333.52	240.01 ± 30.87 c	171.73/294.11
	P2	74.71 ± 2.76 a	69.08 / 79.84	71.21 ± 4.92 a b	64.55/81.84	68.24 ± 3.99 b	58.21/757.53	63.15 ± 4.66 c	52.08/70.56
	L2	24.50 ± 0.99 a	23.24 / 26.54	24.05 ± 2.00 a	21.02/27.94	22.08 ± 1.66 b	18.73/252.78	19.48 ± 1.90 c	17.14/24.70
		Cluster							
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
DV3	A3	286.40 ± 57.55 a	176.70 / 412.20	287.33 ± 59.45 a	160.77/403.96	224.76 ± 45.36 b	155.93/323.32	167.75 ± 40.37 c	109.24/253.78
	P3	70.88 ± 6.71 a	61.51 / 85.31	71.31 ± 6.56 a	55.82/83.88	64.21 ± 5.46 b	55.05/777.52	56.16 ± 5.68 c	47.54/68.16
	L3	24.32 ± 1.35 a	21.52 / 26.79	23.97 ± 1.79 a b	20.57/27.56	22.83 ± 1.20 b	20.95/252.21	20.54 ± 1.45 c	17.97/23.30
		Cluster							
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
DV4	A4	681.99 ± 84.41 a	550.59 / 835.71	586.95 ± 70.39 b	486.38/745.52	559.25 ± 60.70 b	411.42/656.85	547.71 ± 57.78 b	384.96/650.42
	L4	31.19 ± 2.21 a	27.81 / 36.70	28.89 ± 2.64 b	23.94/33.65	27.53 ± 2.08 b	24.00/313.87	27.53 ± 1.95 b	22.41/30.22
	AR4	1.08 ± 0.09 a	0.96 / 1.31	1.09 ± 0.15 a	0.75/1.38	1.03 ± 0.11 a	0.87/1.1.28	0.89 ± 0.074 b	0.77/1.05
		Cluster							
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX

DV5	A5	501.53 ± 68.51 a	395.54 / 644.07	456.82 ± 63.52 a	375.56/608.98	437.59 ± 45.33 b	366.90/545.78	409.47 ± 41.16 b	331.70/469.23
	P5	93.45 ± 6.18 a	83.81 / 106.34	89.00 ± 6.58 a b	80.73/103.76	87.18 ± 4.94 b	79.15/979.01	81.58 ± 4.39 c	75.14/92.49
	L5	30.93 ± 2.25 a	27.68 / 36.70	28.81 ± 2.45 b	23.94/32.89	27.48 ± 2.03 b c	24.13/313.62	25.50 ± 1.95 c	22.29/30.22
	AR5	1.41 ± 0.13 a	1.12 / 1.65	1.39 ± 0.14 a	1.17/1.70	1.30 ± 0.09 a	1.16/1.144	1.17 ± 0.15 b	0.86/1.43
Cluster									
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
DV6	A6	356.68 ± 33.07 a	296.96 / 439.53	359.19 ± 43.12 a	283.91/429.27	331.77 ± 41.19 a	278.22/414.55	272.94 ± 28.30 b	227.52/320.07
	P6	78.36 ± 3.10 a	72.71 / 85.73	77.62 ± 4.19 a	72.76/86.03	75.60 ± 3.00 a	70.62/818.45	69.70 ± 4.03 b	61.99/74.25
	L6	24.96 ± 2.78 a	15.49 / 28.06	25.12 ± 1.46 a	22.67/27.81	22.34 ± 2.76 b	13.27/242.51	20.30 ± 2.54 b	12.70/23.11
Cluster									
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
DV7	A7	379.55 ± 58.68 a	257.02 / 468.02	352.12 ± 33.95 a	300.83/425.13	312.44 ± 23.58 b	277.75/353.00	284.98 ± 32.82 b	192.93/326.02
	P7	95.87 ± 9.78 a	77.95 / 109.38	86.30 ± 6.52 b	79.47/103.64	80.56 ± 4.50 b c	72.11/888.98	77.85 ± 4.12 c	70.73/84.64
	W7	39.81 ± 7.98 a	12.57 / 47.05	36.04 ± 3.43 a b	31.62/45.40	33.52 ± 2.55 b	28.44/383.48	32.46 ± 2.04 b	29.21/36.32
Cluster									
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
DV8	A8	369.96 ± 65.51 a	273.35 / 510.58	348.23 ± 53.00 a b	284.02/468.50	303.92 ± 24.33 b c	254.49/343.45	281.20 ± 35.58 c	190.50/333.33
	P8	281.20 ± 9.28 c	80.44 / 106.27	86.26 ± 7.56 b	76.80/106.77	80.09 ± 4.4 b c	72.17/878.77	77.15 ± 4.11 c	69.61/83.31
	W8	39.90 ± 7.96 a	12.57 / 46.29	35.91 ± 3.74 a b	31.37/46.10	33.46 ± 2.32 b	29.97/383.35	32.56 ± 2.01 b	29.84/35.68
Cluster									
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
SV1	A9	4063.07 ± 267.23 a	3540.82 / 4494.46	3926.46 ± 274.55 a	3584.02/4603.09	3566.80 ± 206.25 b	3255.45/383.96	3312.05 ± 270.49 c	2861.35/3875.35
	CIR9	0.29 ± 0.02 a	0.26 / 0.32	0.28 ± 0.02 a b	0.22/0.32	0.27 ± 0.021 b c	0.23/0.0.31	0.25 ± 0.017 c	0.22/0.28
Cluster									
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
SV2	A10	604.03 ± 207.85 a	291.51 / 906.50	575.23 ± 162.21 a	339.77/856.57	527.31 ± 159.45 a	209.40/777.06	308.29 ± 97.1 b	213.88/489.17
Cluster									

		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
SV3	A11	112.49 ± 11.44 a	99.13 / 131.69	111.84 ± 10.63 a	96.32/131.51	110.59 ± 13.05 a	86.19/121.09	92.04 ± 8.03 b	81.61/108.00
	P11	38.96 ± 1.61 a	36.06 / 42.29	37.48 ± 1.67 a	35.17/41.52	35.73 ± 1.84 b	32.70/373.84	35.02 ± 1.82 b	32.51/38.60
	L11	0.60 ± 0.11 a	0.39 / 0.75	0.58 ± 0.07 a	0.45/0.71	0.54 ± 0.06 a	0.37/0.0.62	0.46 ± 0.07 b	0.37/0.58
	CIR11	1.34 ± 0.15 a	1.16 / 1.68	1.32 ± 0.16 a	1.03/1.66	1.25 ± 0.073 a	1.13/1.1.38	1.33 ± 0.19 a	0.94/1.68
Cluster									
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
SV5	A13	518.10 ± 73.28 a	372.41 / 683.45	474.16 ± 64.71 a b	379.02/590.29	445.78 ± 37.76 b	375.61/525.84	402.01 ± 43.82 c	341.28/473.13
	P13	93.05 ± 6.32 a	80.05 / 108.31	89.46 ± 5.46 a b	81.34/100.66	86.30 ± 3.53 b c	79.47/929.94	84.18 ± 4.38 c	76.67/91.06
	L13	29.37 ± 1.64 a	26.29 / 34.03	28.73 ± 1.74 a	26.54/33.65	26.60 ± 1.34 b	23.56/282.44	25.47 ± 1.12 b	22.92/27.37
	SOL13	0.99 ± 0.01 a	0.98 / 1	0.99 ± 0.02 a	0.94/1.00	0.99 ± 0.01 a	0.97/1.1.00	0.96 ± 0.03 b	0.88/1
Cluster									
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
SV6	A14	382.48 ± 56.85 a b	283.71 / 529.85	393.51 ± 57.71 a	324.05/518.75	341.16 ± 41.83 b c	262.39/424.88	295.40 ± 28.41 c	234.54/341.70
	P14	81.72 ± 5.44 a	69.14 / 90.47	82.38 ± 6.11 a	73.45/92.96	75.96 ± 4.85 b	67.13/858.75	70.31 ± 3.74 c	61.18/76.14
	L14	28.23 ± 2.18 a	22.86 / 31.43	28.21 ± 2.45 a	24.76/32.76	24.80 ± 2.02 b	21.33/282.32	22.98 ± 1.61 b	19.05/26.03
	AR14	1.60 ± 0.17 a	1.18 / 1.94	1.57 ± 0.13 a	1.33/1.88	1.40 ± 0.11 b	1.22/1.1.63	1.41 ± 0.15 b	1/1.59
Cluster									
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
SV7	A15	623.90 ± 87.68 a	429.28 / 795.45	589.27 ± 63.68 a	495.29/732.71	513.68 ± 45.41 b	445.99/585.89	463.58 ± 59.27 b	365.70/540.84
	P15	121.26 ± 10.00 a	97.23 / 135.13	122.01 ± 5.07 a	111.24/128.90	116.07 ± 4.24 a	109.51/121.30	111.94 ± 5.79 b	103.97/125.07
	L15	24.71 ± 2.97 a	20 / 29.71	25.58 ± 1.95 a	22.73/29.59	22.32 ± 1.80 b	19.30/252.21	20.71 ± 1.78 b	16.89/23.43
	AR15	0.53 ± 0.05 a b	0.43 / 0.60	0.55 ± 0.05 a	0.46/0.67	0.49 ± 0.05 b c	0.42/0.0.60	0.47 ± 0.052 c	0.38/0.55
TISSUE_CARCASS									
Cluster									
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
	PCF (kg)	20.36 ± 1.98 a	16.47 / 24.05	17.66 ± 2.24 b	14.28/21.75	14.46 ± 0.99 c	12.78/151.86	11.04 ± 1.65 d	6.93/12.97
	RCF (%)	52.83 ± 2.38 a	48.16 / 57.87	49.23 ± 2.90 b	43.65/53.54	47.71 ± 1.60 b	44.86/505.29	43.04 ± 3.27 c	33.24/46.76

Músculo (kg)	10.40 ± 1.14 a	8.82 / 13.16	9.23 ± 1.11 b	7.33/10.84	7.90 ± 0.72 c	6.73/9.9.15	5.85 ± 1.03 d	3.53/7.46
Gordura (kg)	5.21 ± 0.83 a	3.54 / 6.80	4.10 ± 0.88 b	2.48/5.55	2.55 ± 0.33 c	1.97/2.2.97	2.55 ± 0.46 c	0.64/2.29
Gordura (%)	26.89 ± 3.01 a	21.59 / 31.13	23.69 ± 3.41 b	17.31/29.70	18.31 ± 2.24 c	13.60/212.79	14.73 ± 3.53 d	9.33/20.88
Osso (%)	16.45 ± 1.50 c	14.63 / 19.69	17.64 ± 2.51 b c	14.66/24.30	19.47 ± 1.97 b	16.54/232.03	24.77 ± 3.48 a	19.86/32.94
M:G	2.03 ± 0.29 c	1.66 / 2.63	2.32 ± 0.41 c	1.76/3.38	3.14 ± 0.44 b	2.49/3.3.82	3.92 ± 0.99 a	2.52/552
M:O	3.29 ± 0.30 a	2.73 / 3.76	3.09 ± 0.39 a b	2.11/3.78	2.94 ± 0.35 b	2.32/3.3.35	2.25 ± 0.37 c	1.56/2.91
G:O	1.66 ± 0.28 a	1.17 / 2.13	1.38 ± 0.31 b	0.80/2.03	0.95 ± 0.15 c	0.61/1.1.22	0.62 ± 0.21 d	0.28/0.98
MG:O	4.95 ± 0.53 a	3.94 / 5.75	4.47 ± 0.65 a	2.91/5.59	3.89 ± 0.44 b	2.94/4.4.46	2.87 ± 0.55 c	1.85/3.85

TISSUE\_PRIMALCUTS

		Cluster							
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
Paleta	Paleta (kg)	3.28 ± 0.31 a	2.81 / 4.03	2.87 ± 0.30 b	2.28/3.26	2.47 ± 0.25 c	2.09/3.3.03	1.99 ± 0.28 d	1.39/2.43
	Músculo (kg)	1.94 ± 0.24 a	1.62 / 2.43	1.69 ± 0.5 b	1.28/2.02	1.51 ± 0.17 b	1.19/1.1.74	1.14 ± 0.19 c	0.80/1.47
	Osso (kg)	0.65 ± 0.13 a	0.42 / 0.89	0.48 ± 0.15 b	0.26/0.84	0.31 ± 0.06 c	0.22/0.0.44	0.21 ± 0.07 d	0.06/0.34
	Paleta (%)	16.21 ± 1.04 c	13.97 / 18.29	16.91 ± 1.16 b c	15.31/19.36	17.34 ± 1.10 b	15.92/202.36	18.89 ± 3.18 a	16.98/21.89
	Osso (%)	19.36 ± 1.85 b	16.76 / 22.67	21.54 ± 3.65 b	16.76 / 22.67	21.45 ± 2.24 b	16.83/252.64	25.18 ± 3.07 a	13.51/30.94
	Gordura (%)	19.75 ± 3.56 a	12 / 24.56	16.57 ± 4.07 b	12 / 24.56	12.67 ± 2.03 c	10.26/161.59	10.34 ± 6.32 c	4.32/14.85

		Cluster							
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
Pernil	Pernil (kg)	6.16 ± 0.67 a	5.11 / 7.59	5.36 ± 0.19 b	4.20/6.29	4.67 ± 0.39 c	4.07/5.5.22	3.71 ± 0.55 d	2.39/4.29
	Músculo (kg)	3.95 ± 0.46 a	3.26 / 4.97	3.41 ± 0.36 b	2.67/3.97	3.14 ± 0.34 b	2.37/3.3.52	2.27 ± 0.41 c	1.33/2.88
	Gordura (kg)	1.00 ± 0.17 a	0.72 / 1.33	0.80 ± 0.20 b	0.39/1.22	0.56 ± 0.11 c	0.42/0.0.79	0.39 ± 0.11 d	0.18/0.62
	Osso (%)	16.14 ± 1.35 b	13.18 / 19.06	16.84 ± 2.34 b	13.17/21.19	17.82 ± 1.76 b	15.22/222.30	22.44 ± 2.79 a	19.35/31.38
	Gordura (%)	16.24 ± 2.10 a	13.19 / 20.23	14.78 ± 3.29 a	7.47/20.46	11.98 ± 2.13 b	8.74/161.29	10.59 ± 4.30 b	4.99/15.16

		Cluster							
		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
Lombo	Lombo (kg)	1.25 ± 0.15 a	0.95 / 1.49	1.09 ± 0.15 b	0.77/1.45	0.91 ± 0.15 c	0.64/1.1.23	0.73 ± 0.14 d	0.53/1.01
	Músculo (kg)	0.72 ± 0.09 a	0.53 / 0.90	0.59 ± 0.14 b	0.20/0.75	0.52 ± 0.082 b	0.37/0.0.65	0.37 ± 0.09 c	0.19/0.55

Gordura (kg)	0.29 ± 0.07 a	0.17 / 0.45	0.22 ± 0.07 b	0.13/0.37	0.15 ± 0.054 c	0.07/0.0.26	0.09 ± 0.04 d	0.05/0.20
Osso (%)	15.84 ± 2.96 b	9.47 / 21.19	19.33 ± 4.50 b	13.79/29.41	19.74 ± 7.72 b	10.00/373.18	27.36 ± 3.59 a	16.98/41.82
Gordura (%)	23.28 ± 3.78 a	16.10 / 30.20	19.51 ± 4.07 b	14.91/28.46	16.70 ± 4.44 b	8.64/272.66	12.35 ± c	7.58/22.73

Cluster

		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
Costela	Costela (kg)	7.48 ± 0.89 a	6.06 / 9.39	6.07 ± 0.20 b	3.76/7.69	5.03 ± 0.48 c	4.08/6.6.01	3.60 ± 0.68 d	1.95/4.43
	Músculo (kg)	3.21 ± 0.44 a	2.42 / 4.42	2.67 ± 0.38 b	1.84/3.33	2.28 ± 0.29 c	1.69/2.2.78	1.72 ± 0.31 d	0.97/2.18
	Gordura (kg)	3.04 ± 0.50 a	2.02 / 4.32	2.03 ± 0.55 b	1.00/3.12	1.35 ± 0.28 c	0.73/1.1.68	0.82 ± 0.43 d	0.18/1.23
	Osso (%)	14.63 ± 1.84 c	11.70 / 19.14	17.13 ± 3.44 b	12.40/26.07	19.46 ± 4.32 b	14.36/303.48	25.51 ± 4.67 a	17.73/33.85
	Gordura (%)	40.53 ± 3.62 a	33.33 / 46.01	33.00 ± 4.81 b	24.67/40.74	6.99 ± 5.35 c	13.90/323.35	22.40 ± c	9.23/31.38

QUALI\_MEAT

Cluster

		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
	Cocção (%)	30.84 ± 1.81 c	26.32 / 34.54	40.46 ± 2.24 b	37.74/44.18	43.81 ± 3.36 b	40.80/55.00	48.45 ± 6.82 a	35.56/61.11
	Textura (kgf/cm <sup>2</sup> )	3.61 ± 0.64 c	2.40 / 4.87	4.90 ± 1.45 c	2.97/9.28	7.27 ± 1.72 b	4.35/10.28	9.28 ± 2.64 a	5.28/14.42

TIPIFICAÇÃO

Cluster

		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MAX- MIN
	Conformação	2.42 ± 0.69 a	1.00 / 4.00	2.41 ± 0.87 a	1.00/4.00	1.93 ± 0.80 a	1.00/3.3.00	1.31 ± 2.64 b	1.00/3.00
	Acabamento	2.74 ± 0.65 a	2.00 / 4.00	2.18 ± 0.72 a b	1.00/4.00	2.07 ± 0.59 b	1.00/3.3.00	1.38 ± 0.60 c	1.00/3.00

BLOCO

Cluster

		1	MIN-MAX	2	MIN-MAX	3	MAX- MIN	4	MIN-MAX
	SHAPE_VIA1	0.95 ± 0.55 a	(-0.17 / 2.07)	0.46 ± 0.61 b	-0.61/1.37	-0.36 ± 0.35 c	-0.92/0.0.33	-1.28 ± 0.56 d	-2.65/-0.33
	TISSUE_CARCASS	1.02 ± 0.42 a	0.09 / 1.67	0.42 ± 0.53 b	-0.66/1.32	-0.33 ± 0.26 c	-0.91/0.0.08	-1.35 ± 0.26d	-2.73/-0.60
	TISSUE_PRIMALCUTS	1.12 ± 0.39 a	0.51 / 1.91	0.30 ± 0.54 b	-0.91/1.32	-0.35 ± 0.19 c	-0.69/0.0.03	-1.33 ± 0.47 d	-2.60/-0.73
	QUALI_MEAT	-1.22 ± 0.15 d	(-1.65/-1.00)	-0.21 ± 0.36 c	-0.06/1.1.35	0.48 ± 0.31 b	-0.74/0.48	1.22 ± 0.67 a	-0.06/2.57

