

# **Metanálise na previsão dos componentes corporais e da carcaça relacionados a medições ultra-sonográficas em caprinos e ovinos**

**Anabela Márcia Gomes Gonçalves**

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança  
para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologias da Ciência  
Animal*

Orientado por

**Professor Doutor Alfredo Jorge Costa Teixeira**

**Professor Doutor Luís Avelino Guimarães Dias**

**Bragança  
2014**



# **Metanálise na previsão dos componentes corporais e da carcaça relacionados a medições ultra-sonográficas em caprinos e ovinos**

**Anabela Márcia Gomes Gonçalves**

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologias da Ciência Animal*

Orientado por

**Professor Doutor Alfredo Jorge Costa Teixeira  
Professor Doutor Luís Avelino Guimarães Dias**

**Bragança  
2014**

## **Agradecimentos**

Ao Professor **Doutor Alfredo Jorge Costa Teixeira**, orientador científico, um agradecimento especial pela indicação do tema e pela sua valiosa orientação científica.

Ao Professor **Doutor Luís Avelino Guimarães Dias**, co-orientador científico, pela colaboração direta na elaboração da parte estatística, pela leitura crítica do texto e valiosas sugestões formuladas, que tornaram possível o desenvolvimento deste trabalho.

Um agradecimento a todos os que de uma forma ou outra, tornaram possível a apresentação deste trabalho.

A todos os meus amigos pela sua amizade e estímulo dado nos momentos mais difíceis.

Aos meus **pais, irmã, cunhado e tio** pelo apoio e encorajamento em todos os momentos, que muito contribuíram para este êxito académico.

O meu sincero obrigado a todos.

# Índice Geral

Agradecimentos .....	I
Índice Geral .....	II
Índice de Tabelas .....	IV
Índice de Figuras .....	V
Lista de Abreviaturas .....	VII
Resumo .....	IX
Abstract.....	X
1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	1
3. Revisão .....	2
3.1. Ultrassons .....	2
3.2. Predição da composição da carcaça usando medidas de ultrassons obtidas <i>in vivo</i> e pesos corporais e da carcaça .....	4
3.2.1. Predição em Caprinos.....	4
3.2.2. Predição em Ovinos.....	6
3.2.3. Predição em Caprinos e Ovinos.....	7
4. Material e métodos .....	9
4.1. Descrição da amostragem.....	9
4.1.1. Amostragem .....	9
4.1.2. Descrição das variáveis .....	10
4.2. Delineamento dos Estudos .....	12
5. Métodos estatísticos.....	14
6. Resultados.....	16
6.1. Análise descritiva dos dados.....	16
6.2. Modelos de previsão.....	25
6.2.1. Avaliação dos modelos lineares de previsão obtidos do Estudo 1 .....	25
6.2.2. Avaliação dos modelos lineares de previsão obtidos do Estudo 2 .....	33
6.2.3. Avaliação dos modelos lineares de previsão obtidos do Estudo 3 .....	41
6.2.4. Avaliação dos modelos lineares de previsão obtidos do Estudo 4 .....	49

6.2.5. Avaliação dos modelos lineares de previsão obtidos do Estudo 5 .....	56
7. Considerações finais .....	61
8. Conclusão .....	63
Referências Bibliográficas.....	64

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Dados referentes ao <b>Grupo I</b> (Ovinos Ternasco) .....	18
Tabela 2 – Dados referentes ao <b>Grupo II</b> (Cabritos Serranos) .....	19
Tabela 3 – Dados referentes ao <b>Grupo III</b> (Borregos Churra Galega Bragançana) .....	20
Tabela 4 – Dados referentes ao <b>Grupo IV</b> (Cabras <i>Blanca</i> Celtibérica) .....	21
Tabela 5 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de uma medida de ultrassom e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e borregos Churra Galega Bragançana ( <b>Estudo 1</b> ).....	27
Tabela 6 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de três medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os cabritos Serranos e cabras <i>Blanca</i> Celtibérica ( <b>Estudo 2</b> ).....	35
Tabela 7 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e cabritos Serranos ( <b>Estudo 3</b> ).....	42
Tabela 8 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os borregos Churra Galega Bragançana e cabras <i>Blanca</i> Celtibérica ( <b>Estudo 4</b> ).....	50
Tabela 9 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de três medidas de peso da carcaça e corporal para todos os Grupos de animais ( <b>Estudo 5</b> ).....	57
Tabela 10 - Coeficientes de determinação ajustados obtidos pelos modelos de RLM de todos os Estudos .....	62

## Índice de Figuras

Figura 1 - Relação direta entre os valores da variável peso da meia carcaça corrigido (P_1/2_CC) e os valores do peso da carcaça fria (PCF).....	11
Figura 2 - Frequência de animais relativamente à massa (g) da variável músculo .....	16
Figura 3 - Gráficos “Boxplot” contendo a variação dos dados das dez variáveis dependentes referentes a cada Grupo de animais .....	22
Figura 4 - Gráficos “Boxplot” contendo a variação dos dados das três variáveis independentes de peso corporal e da carcaça para cada Grupo de animais.....	23
Figura 5 - Gráficos “Boxplot” contendo a variação dos dados das três medidas de ultrassons para cada Grupo de animais.....	24
Figura 6 – Resultados da RLM obtidos para o peso de gordura pericárdica em função de uma medida de ultrassom e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e borregos Churra Galega Bragançana ( <b>Estudo 1</b> ).....	30
Figura 7 – Resultados da RLM obtidos para o peso de músculo em função de uma medida de ultrassom e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e borregos Churra Galega Bragançana ( <b>Estudo 1</b> ).....	31
Figura 8 – Resultados da RLM obtidos para o peso de gordura pericárdica em função de três medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os cabritos Serranos e cabras <i>Blanca</i> Celtibérica ( <b>Estudo 2</b> ).....	39
Figura 9 – Resultados da RLM obtidos para o peso de músculo em função de três medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os cabritos Serranos e cabras <i>Blanca</i> Celtibérica ( <b>Estudo 2</b> ).....	40
Figura 10 – Resultados da RLM obtidos para o peso de gordura omental função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e cabritos Serranos ( <b>Estudo 3</b> ) .....	47
Figura 11 – Resultados da RLM obtidos para o peso de músculo em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e cabritos Serranos ( <b>Estudo 3</b> ) .....	48
Figura 12 – Resultados da RLM obtidos para o peso de gordura pericárdica em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os borregos Churra Galega Bragançana e cabras <i>Blanca</i> Celtibérica ( <b>Estudo 4</b> ) .....	54

Figura 13 – Resultados da RLM obtidos para o peso de músculo em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os borregos Churra Galega Bragançana e cabras <i>Blanca</i> Celtibérica ( <b>Estudo 4</b> ) .....	55
Figura 14 – Resultados da RLM obtidos para o peso de músculo em função de três medidas de peso da carcaça e corporal para todos os Grupos de animais ( <b>Estudo 5</b> ) ....	59

## Lista de Abreviaturas

kg – Quilogramas

g – Gramas

GS – Gordura subcutânea

GI – Gordura intermuscular

GRP – Gordura renal e pélvica

GS\_CAU – Gordura subcutânea na cauda

GT\_1/2\_CC – Gordura total da meia carcaça corrigida

G\_OME – Gordura omental

G\_MES – Gordura mesentérica

G\_PER – Gordura pericárdica

GTC – Gordura total corporal

PV – Peso vivo

P\_1/2\_CC – Peso da meia carcaça corrigido

PCF – Peso da carcaça fria

R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação

EGSCOST12-13 – Espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup>-13<sup>a</sup> costela

EGST12-13 – Espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup>-13<sup>a</sup> vértebra torácica

EGSL1-2;3-4 e 5-6 – Espessura de gordura subcutânea entre a 1<sup>a</sup>-2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup>-6<sup>a</sup> vértebra lombar

EGSL1-2-3-4 – Espessura de gordura subcutânea entre a 1<sup>a</sup>-2<sup>a</sup> e entre a 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> vértebra lombar

EGSL3-4 – Espessura de gordura subcutânea entre a 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> vértebra lombar

EGE1-2-3-4 – Espessura de gordura esternal na 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> estérnebra

EGE2-3-4-5 – Espessura de gordura esternal na 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> estérnebra

EGE3 – Espessura de gordura na 3<sup>a</sup> estérnebra

U\_COST – Medida (s) de espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup>-13<sup>a</sup> costela/12<sup>a</sup>-13<sup>a</sup> vértebra torácica por ultrassons

U\_LOM – Medida (s) de espessura de gordura subcutânea entre a 1<sup>a</sup>-2<sup>a</sup> e entre a 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> vértebra lombar por ultrassons

U\_EST – Medida (s) de espessura de gordura esternal na 2<sup>a</sup>-3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> estérnebra por ultrassons

DP – Desvio-padrão

RLM – Regressão linear múltipla

IC – Intervalos de confiança

R<sup>2</sup><sub>ajustado</sub> – Coeficiente de determinação ajustado

LOO – “Leave-one-out”

## Resumo

O objetivo principal deste trabalho foi verificar se era possível obter modelos lineares únicos para prever componentes corporais e da carcaça (massa do músculo, gorduras: omental, mesentérica, pericárdica, subcutânea na cauda, total corporal, subcutânea, intermuscular, renal e pélvica, e total da meia carcaça corrigida) em função de medições *in vivo*, de fácil obtenção em condições de campo, de animais de diferentes raças e espécies. Estas medições foram o peso vivo, peso da carcaça fria e peso da meia carcaça corrigido (pode ser calculado a partir do peso da carcaça fria) e medidas de ultrassom. Nos estudos efetuados foi feita a fusão de bases de dados (192 animais) associados a quatro diferentes grupos de animais: 49 ovinos Ternasco (Grupo I, peso médio ao abate de 21,4 kg), 20 cabritos Serranos (Grupo II, peso médio ao abate de 11,7 kg), 67 borregos Churra Galega Bragançana (Grupo III, peso médio ao abate de 36,0 kg) e 56 cabras *Blanca* Celtibérica (Grupo IV, peso médio ao abate de 57,1 kg). Foram feitos cinco estudos considerando a junção de diferentes conjuntos de dados e a disponibilidade de medidas de ultrassons comuns entre os grupos de animais considerados, de forma a obter modelos de previsão em função da raça ou espécie. As variáveis peso vivo, peso da carcaça fria e peso da meia carcaça corrigido foram incluídas em todos os estudos. As relações lineares obtidas entre os valores previstos pelo modelo linear múltiplo (usando a metodologia de validação cruzada “leave-one-out”) e os esperados (valores obtidos experimentalmente), nos vários estudos, apresentaram declives e ordenada na origem que podem ser considerados os teóricos (um e zero, respetivamente), bem como, coeficientes de determinação ajustados ( $R^2$ ajustado) superiores a 0,937. Concluiu-se que os modelos de regressão linear múltipla estabelecidos entre as variáveis dependentes e as variáveis independentes (ultrassons e/ou pesos corporais e da carcaça) mostraram que, estatisticamente, é possível a previsão dos componentes corporais e da carcaça dos animais, para as diferentes raças e espécies.

Palavras-chave: Caprinos e ovinos; componentes corporais e da carcaça; pesos corporais e da carcaça; ultrassons; regressão linear múltipla; modelos de previsão.

## Abstract

The main objective of this study was to investigate whether it was possible to obtain linear models to predict body and carcass components (muscle mass and fats: omental, mesenteric, pericardial, subcutaneous tail, total body, subcutaneous, intermuscular, kidney and pelvic and total of half carcass corrected) as a function of *in vivo* measurements, easy to obtain under field conditions, of animals of different breeds and species. These measurements were body weight, cold carcass weight and half-carcass weight corrected (can be calculated from the cold carcass weight) and ultrasound measurements. Several studies were conducted by merging databases (192 animals) associated with four different groups of animals: 49 Ternasco sheeps (Group I, average slaughter weight of 21,4 kg), 20 Serranos goats (Group II, mean weight slaughter of 11,7 kg), 67 Churra Galician Bragançana lambs (Group III, average slaughter weight of 36,0 kg) and 56 *Blanca* Celtiberica goats (Group IV, average slaughter weight of 57,1 kg). Five studies were done by joining different sets of data and the availability of ultrasound common measures between groups of animals considered, in order to obtain prediction models depending on the breed or species. The variables body weight, cold carcass weight and half-carcass weight corrected were included in all studies. The linear relationships obtained between the values predicted by the multiple linear model (using the methodology of cross-validation "leave-one-out") and expected (experimental values), in several studies, showed slopes and intercepts which may be considered the theoretical (one and zero, respectively), as well as adjusted coefficients of determination ( $R^2_{\text{adjusted}}$ ) greater than 0,937. It was concluded that the multiple linear regression models established between the dependent variables and the independent variables (ultrasound and/or body and carcass weights) showed that, statistically, it is possible to predict the body and carcass components of animals for different races and species.

Keywords: Goats and sheeps; body and carcass components; body and carcass weights; ultrasound; multiple linear regression; predictive models.

## 1. Introdução

A seguir, faz-se breve revisão da aplicação das medidas de ultrassons *in vivo* e as suas homólogas na carcaça bem como dos pesos corporais, em trabalhos realizados ao longo dos últimos anos, evidenciando-se o potencial desta técnica na predição da composição da carcaça.

Neste trabalho pretende-se verificar, pela primeira vez, se é possível obter modelos de previsão para animais de diferentes raças e espécies de caprinos e ovinos usando as variáveis acima referidas (ultrassons e peso vivo) mas, incluindo o peso da carcaça fria. Neste sentido, procurou-se estabelecer modelos lineares usando o peso corporal e da carcaça e medidas de ultrassons para predição dos valores dos conteúdos e de depósitos da carcaça usando em conjunto, dados procedentes de estudos em ovinos Ternasco efetuados por Delfa *et al.* (1991 e 1995<sup>c</sup>) e por Ripoll *et al.* (2009), em cabritos Serranos efetuados por Cadavez *et al.* (2002), em borregos Churra Galega Bragançana efetuados por Teixeira *et al.* (2006) e em cabras *Blanca* Celtibérica efetuados por Teixeira *et al.* (2008). Como consequência, as medidas de ultrassons presentes na matriz de dados não são comuns, permitindo fazer apenas estudos preliminares da sua importância em estudos parciais (grupos de animais com a mesma medida de ultrassom). A utilidade destes modelos de previsão é permitirem uma base de apoio ao conhecimento da composição corporal *in vivo*, classificação de carcaças, permitindo a atribuição de um valor económico mais assertivo, beneficiando o produtor.

## 2. Objetivos

O objetivo deste trabalho consistiu na verificação da possibilidade de usar medidas de ultra-sonografia em conjunto com pesos corporais e da carcaça (variáveis independentes) para obter modelos de regressão linear múltipla com desempenhos de previsão aceitáveis dos depósitos corporais, dos depósitos da carcaça e conteúdo em massa do músculo (variáveis dependentes), para diferentes espécies e raças de caprinos e ovinos. As variáveis independentes foram escolhidas em função da facilidade de se obter em trabalho de campo e num matadouro ou podem ser calculadas. Para avaliar esta possibilidade reuniram-se os dados de quatro estudos anteriores contendo variáveis

comuns dos componentes corporais e da carcaça, bem como, os pesos corporais e da carcaça. Ao nível dos ultrassons, as variáveis não foram sempre as mesmas pois são medidas de espessura de gordura subcutânea e esternal obtidas em diferentes localizações anatómicas que variam conforme o animal estudado.

### **3. Revisão**

#### **3.1. Ultrassons**

A ultra-sonografia é uma técnica não invasiva que tem sido usada para prever a qualidade e a composição de carcaças evitando danos e, conseqüentemente, redução no preço final das carcaças (Teixeira *et al.*, 2008).

Os ultrassons são ondas sonoras com frequência superior a 16 – 18.000 ciclos/segundo, acima da capacidade auditiva humana (Matos, 2002), e podem propagar-se através de líquidos, sólidos e gases ocorrendo fenômenos de refração e reflexão quando percorrem substâncias de diferentes densidades acústicas (Allen, 1990; Fisher, 1997; Goddard, 2000). A maioria dos tecidos e órgãos do corpo têm diferentes densidades acústicas, o que os permite distinguir considerando que quando um feixe de ultrassons encontra uma interface (zona de separação entre dois meios) ocorre uma reflexão parcial (Bull, 1993; Fisher, 1997; Szabo *et al.*, 1999). De acordo com Simm (1983) e Simm (1987), a técnica de ultrassons mais explorada na avaliação da composição corporal é o efeito impulso-eco que permite a construção de uma imagem a partir da qual se distinguem os diferentes tecidos e órgãos do animal. A impedância acústica do tecido muscular ( $1,70 \times 10^6 \text{ kg/s/m}^2$ ) é semelhante à do tecido adiposo ( $1,30 \times 10^6 \text{ Kg/s/m}^2$ ), sendo responsável pelo facto de só 2% da energia do feixe de ultrassons poder ser refletida pela interface gordura/músculo (Fisher, 1997). De acordo com Matos (2002), o tempo que o feixe refletido (eco) demora a atingir a origem da emissão é proporcional à profundidade tissular e inversamente proporcional à velocidade dos ultrassons no mesmo tecido. Através da diferença de tempo entre a emissão de uma onda de ultrassons e a receção das ondas reflectidas pode estimar-se a espessura dos tecidos (Alliston, 1983; Thwaites, 1984; Simm, 1987; Bibe *et al.*, 1987; Turlington, 1989; Wells, 1991; Houghton e Turlington, 1992; Bull, 1993; Goddard, 2000). Para

Simm (1983) e Turlington (1989) é neste princípio que se baseiam os aparelhos de ultrassons para avaliar a composição de carcaças *in vivo*.

Para garantir a transmissão dos ultrassons é fundamental assegurar o contacto entre o transdutor e a pele do animal através da utilização de uma película gorda (parafina líquida, óleo ou gel acústico), que elimina o ar, cuja elevada impedância acústica provoca impossibilidade de transmissão do feixe de ultrassons (Bibe *et al.*, 1987). O aumento da frequência limita a resolução da imagem produzida por ultrassons devido à incapacidade das ondas em penetrar profundamente nos tecidos de forma uniforme (Goddard, 2000) e porque a amplitude do eco é diminuída (Wells, 1991). Para Whittaker *et al.* (1992), ondas com uma frequência elevada sofrem uma maior atenuação comparativamente às de baixa frequência. Assim sendo, as ondas de menor frequência apresentam uma maior capacidade de penetração nos tecidos (Bibe *et al.*, 1987). Devido a estes fenómenos de atenuação, as sondas de 3 MHz são mais apropriadas para visualizar tecidos mais profundos, enquanto que as de 5 MHz são preferencialmente usadas na visualização dos tecidos superficiais, tais como a gordura subcutânea (Turlington, 1989; Houghton e Turlington, 1992). A precisão das sondas de 5 e 7,5 MHz para estimar a composição da carcaça (Teixeira e Delfa, 1997; Cadavez *et al.*, 1999<sup>a,d,e</sup>; Matos *et al.*, 1999; Cadavez *et al.*, 2000<sup>a,b</sup>) ou o peso das peças da carcaça (Cadavez *et al.*, 1999<sup>b,c,d</sup>) tem sido objecto de estudo. Matos (2002) verificou que, de um modo geral, as medidas de espessura da gordura subcutânea são estimadas com precisão elevada pela sonda de 7,5 MHz e para medidas de espessura do músculo são obtidos melhores resultados com a sonda de 5 MHz. Desta forma, a frequência a utilizar resulta do compromisso entre o tipo e a espessura dos tecidos a analisar (Bibe *et al.*, 1987).

Nas duas últimas décadas tem havido um esforço para melhorar a predição da composição da carcaça ou de gordura na carcaça com base em dados de ultrassons em tempo real. A seguir faz-se um resumo destes trabalhos anteriores que usam ultrassons em tempo real e peso corporal para estimar e/ ou prever a composição da carcaça ou de gordura na carcaça.

### **3.2. Predição da composição da carcaça usando medidas de ultrassons obtidas *in vivo* e pesos corporais e da carcaça**

A aplicação de ultrassons em tempo real é uma técnica não invasiva que acoplada com modelos multivariados fornece um método adequado de prever com precisão depósitos de gordura ou músculo (Silva *et al.*, 2006; Hopkins *et al.*, 2007; Teixeira *et al.*, 2008). Trabalhos efetuados nesta área em caprinos e/ou ovinos são apresentados a seguir.

#### **3.2.1. Predição em Caprinos**

Modelos de regressão linear múltipla para estimar a quantidade de músculo e diferentes depósitos de gordura (subcutânea, intermuscular, renal e pélvica, omental, mesentérica, total carcaça e total corporal) em **caprinos da raça Blanca Celtibérica** foram propostos por Teixeira *et al.* (2008). Os coeficientes de determinação para os modelos apresentados usando o peso vivo e medidas de espessura de gordura subcutânea nas costelas, vértebras lombares e esterno como variáveis independentes, foram superiores a 0,71. Para o músculo (variável dependente), usando a medida de espessura entre a 1<sup>a</sup>-2<sup>a</sup> vértebra lombar, o coeficiente de determinação foi de 0,82.

De acordo com Peres *et al.* (2010) neste tipo de modelos alguns inconvenientes práticos foram apontados, tais como, ter de estimar cada um modelo para depósito de carcaça, a existência de só cinco medições de ultrassom, a necessidade de transformação de algumas variáveis dependentes ou independentes ou ambas usando escalas logarítmicas ou a ausência de dados suficientes para validação dos modelos. Para superar essas limitações, Peres *et al.* (2010) estabeleceram modelos de mínimos quadrados parciais e de redes neurais artificiais, para estimar e avaliar diferentes deposições de gordura baseados em um número reduzido de estimadores: peso corporal e duas medidas de espessura de gordura medidas por ultrassons entre a quinta e a sexta vértebra lombar e ao nível da terceira estérnebra, usando uma base de dados publicada por Teixeira *et al.* (2008). Os resultados obtidos, confirmaram que as medidas de ultrassons são simples e confiáveis para a avaliação da gordura de cabra, associadas ao peso corporal, mostrando ser preditores eficientes tal como o demonstrado em outros estudos realizados por Delfa *et al.* (1995<sup>a</sup>, 1996<sup>a</sup> e 1998) e Teixeira e Delfa (2006). A informação contida nestas três variáveis dependentes foi suficiente para, simultaneamente e de forma precisa, predizer sete depósitos de gordura de cabra usando

apenas um modelo de mínimos quadrados ou um modelo de redes neuronais artificiais. Ambos os modelos foram eficazes na estimação da deposição de gordura em cabras, salientando o modelo de redes neuronais artificiais com o melhor em desempenho preditivo, maiores coeficientes de determinação ( $R^2$  da validação cruzada  $>0,84$ ) e menor erro padrão. Este tipo de metodologia torna-se uma ferramenta prática e eficaz para prever a composição corporal e da carcaça de cabras, de fácil de aplicar em campo ou no matadouro, onde as tarefas devem ser realizadas rapidamente. No entanto, é referido que a robustez de predição usando as metodologias propostas deve ser verificada usando uma base de dados maior, que deva incluir cabras de diferentes raças e com diferentes níveis de maturidade, para permitir a construção de um modelo robusto e aplicável para avaliar a composição corporal da cabra em várias circunstâncias independentes dos diferentes factores que afetam a qualidade da carne.

Num estudo feito por Delfa *et al.* (1999) em **cabritos da raça Blanca Celtibérica** para avaliar a espessura de gordura subcutânea e esternal e a profundidade do músculo *Longissimus dorsi*, foi determinada a precisão no uso do peso vivo de abate e das medidas realizadas com ultrassons como preditores da composição da carcaça e da deposição de gordura. Neste estudo, concluiu-se que os ultrassons constituem um bom método para predizer a composição da carcaça (com exceção do tecido muscular) e diferentes deposições de gordura, para avaliar a condição corporal de cabras o que pode ser útil para a classificação das carcaças de acordo com a sua composição, factor este de grande relevância para a indústria cárnica. Neste trabalho com cabritos de peso reduzido, as medidas de ultrassons na região esternal mostraram ser mais eficazes.

O potencial dos ultrassons para estimar o músculo e a deposição de gordura no animal vivo, poderá permitir uma gestão adequada das reservas corporais no início de cada fase do ciclo de produção e realizar uma dieta equilibrada (Delfa *et al.*, 1998). Stanford *et al.* (1995) ao trabalharem com **cabritos da raça Alpina**, indicaram a utilidade da ultra-sonografia em tempo real para a selecção caprina, ao avaliarem medidas de dimensões corporais e ultrassons para predizer as características da carcaça e da quantidade de músculo.

Num estudo feito por Cadavez *et al.* (2002) em **cabritos da raça Serrana**, o peso vivo foi a variável independente mais importante para predizer o peso das peças comerciais assim como da composição da carcaça, tendo sido a primeira variável admitida em todas as equações de predição obtidas segundo o método *stepwise* de

regressão linear. As medidas de ultrassons realizadas *in vivo* (vértebras lombares, vértebras torácicas e esterno) admitidas nas equações de regressão múltipla como variáveis independentes melhoraram a precisão dos modelos e reduziram os valores do desvio-padrão residual. Os coeficientes de determinação para os modelos apresentados são maiores que 0,81 exceto para a predição da gordura subcutânea das peças comerciais de segunda categoria (aba das costelas e pescoço) e da carcaça resultantes do peso ou proporção de tecido dissecado em meia carcaça esquerda ( $R^2$  entre 0,60 e 0,76), quando estas variáveis dependentes são associadas a medidas de espessura esternal como variáveis independentes. Para a variável dependente músculo, associada ao peso vivo como única variável independente, obteve-se neste estudo coeficientes de determinação de 99%.

### 3.2.2. Predição em Ovinos

De acordo com Teixeira *et al.* (2006), o conhecimento da composição da carcaça e as estimativas da composição corporal nos animais vivos é essencial para os produtores de forma a poderem programar as necessidades alimentares e produzir cordeiros de acordo com os requisitos do consumidor. Para Teixeira *et al.* (2006), a escassa espessura de gordura em ovelhas em comparação com outras espécies, a ausência de variação no tecido subcutâneo e a presença de lã foram as principais limitações para o uso dos ultrassons. Referiram também que as medidas de ultrassons permitem obter *in vivo* boas predições da espessura da gordura da carcaça de **borregos Churra Galega Bragançana**. De acordo com estes autores, embora os coeficientes de determinação obtidos terem sido menores do que o esperado, os ultrassons revelam ser uma técnica eficaz para a medir a espessura de gordura subcutânea, quando admitidas como variáveis independentes nos modelos de predição as medições *in vivo* de ultrassons da espessura de gordura entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela com a sonda de 7,5 MHz, foi melhorado o coeficiente de determinação apresentando valores entre 0,84 e 0,88 para as variáveis dependentes gordura subcutânea, gordura intermuscular e gordura total corporal, excetuando a variável gordura renal e pélvica ( $R^2 = 0,66$ ) e permitiu uma considerável redução no desvio-padrão residual. Para o músculo associado ao peso vivo como única variável independente, obteve-se um coeficiente de determinação de 0,96.

Segundo Ripoll *et al.* (2010), em **borregos da raça Churra Tensina** o peso corporal foi o mais importante preditor de composição do músculo na carcaça ( $R^2$  dos

dados da validação cruzada igual a 0,93) apresentando as equações de regressão uma ligeira melhoria com o uso de ultrassons para os depósitos da carcaça (gordura subcutânea e gordura intermuscular com  $R^2$  de validação superiores a 0,75). As equações de regressão forneceram boas previsões ao serem desenvolvidas pela combinação de medidas ultrassonográficas em diferentes locais, mas no entanto, ao ter em conta muitas medidas em vários locais anatómicos a sua utilidade torna-se questionável por causa da demora na recolha de dados. Estes autores concluíram que a espessura da gordura, incluindo a interface sem pele e medida perpendicularmente à espinha dorsal, foi mais precisa do que outras medidas de espessura de gordura.

Em trabalhos de Delfa *et al.* (1991, 1992, 1995<sup>c</sup>, 1996<sup>b</sup>) e Teixeira *et al.* (2006) com **ovinos Ternasco**, indicaram que entre 59 e 88% da variação do peso da gordura total da carcaça era explicado pela variação no peso vivo associado à medida de espessura de gordura subcutânea a nível da 13<sup>a</sup> costela realizada por ultra-sonografia. No estudo feito por Ripoll *et al.* (2009), para a predição de tecidos da carcaça (músculo como variável dependente e gordura como variável dependente em escala logarítmica) usando modelos de regressão linear múltipla, onde 59% da variabilidade do músculo é explicada pela variável independente peso vivo do modelo ajustado e 32% da variável gordura é explicada pela medida de espessura de gordura subcutânea até 2 cm.

### **3.2.3. Predição em Caprinos e Ovinos**

Trabalhos desenvolvidos com **caprinos e ovinos** (Teixeira *et al.* 1989, 1995, 2006; Teixeira e Delfa, 2006) sugerem que as medidas de espessura de gordura subcutânea têm uma relação com o peso vivo, e que as variáveis na forma logarítmica proporcionam melhores resultados nas equações de regressão. Trabalhos realizados por Delfa *et al.* (1995<sup>a,b</sup>, 1996<sup>a</sup>, 1997 e 1998), demonstraram que o peso do músculo é estimado com elevado grau de precisão, usando regressão múltipla, pelo peso vivo e medidas de ultrassons da profundidade do músculo *Longissimus dorsi* e espessura de gordura subcutânea a nível lombar ( $R^2$  entre 0,86 e 0,97). De acordo com Teixeira e Delfa (2006), 83 e 98% da variação da gordura total da carcaça era explicada pelo mesmo conjunto de variáveis em regressão múltipla. Para estes autores as comparações entre diferentes equações de predição foram efetuadas com recurso a dois parâmetros estatísticos, desvio-padrão residual e coeficiente de determinação, ficando dependentes

da forma como são estimados os diferentes tecidos (em percentagem ou em valor absoluto).

**Em geral**, os ultrassons tendem a subestimar a profundidade do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* e a superestimar a espessura de gordura subcutânea (Leeds *et al.*, 2008; Ripoll *et al.*, 2009) mas, outros autores (Silva *et al.*, 2006; Teixeira *et al.*, 2006) referem que a maior parte da variação nos tecidos da carcaça pode ser explicada pelo peso vivo.

As medidas realizadas na maior parte dos trabalhos, tem como objetivo determinar a quantidade absoluta e/ou proporção de gordura e músculo na carcaça uma vez que é com base nestes componentes que lhe é atribuído um valor económico. As medidas realizadas *in vivo* por ultra-sonografia de espessura da gordura subcutânea ao nível da região lombar e dorsal tem demonstrado boa capacidade para estimar os diferentes depósitos adiposos e a gordura total da carcaça, apesar de haver ligeira superioridade das medidas ao nível dorsal. Segundo Matos (2002) quando conjuntamente com estas medidas são realizadas medidas de espessura e área do músculo, as medidas revelam capacidade para estimar a composição da carcaça, mas regra geral, com precisão inferior à obtida com as medidas de espessura da gordura. Para este autor, o peso vivo permite de modo geral, aumentar a precisão da estimativa na composição das carcaças.

## 4. Material e métodos

### 4.1. Descrição da Amostragem

Neste capítulo faz-se uma introdução aos dados procedentes de estudos em ovinos Ternasco (Delfa *et al.*, 1991 e 1995<sup>c</sup>; Ripoll *et al.*, 2009), cabritos Serranos (Cadavez *et al.*, 2002), borregos Churra Galega Bragançana (Teixeira *et al.*, 2006) e cabras *Blanca* Celtibérica (Teixeira *et al.*, 2008). Nestes trabalhos usaram-se medidas de ultrassom obtidas com várias sondas com varrimento em tempo real (TR), que permitem obter uma imagem em tempo real, quase instantânea, revelando as interfaces entre os tecidos (Alliston, 1983; Simm, 1983; Bibe *et al.*, 1987; Topel e Kauffman, 1988). Tanto na espécie caprina como na espécie ovina, as medidas de ultrassom são nas costelas e vértebras torácicas, vértebras lombares e esterno.

#### 4.1.1. Amostragem

O conjunto de dados utilizado neste estudo correspondeu à junção de quatro bases de medidas obtidas e usadas em trabalhos anteriores. Globalmente estes dados podem ser separados em quatro grupos, considerando as raças e espécies:

- no **Grupo I** inseriu-se os dados de 49 ovinos Ternasco dos quais 14 são fêmeas da raça Aragonesa (Delfa *et al.*, 1991), 14 são machos da raça Aragonesa (Delfa *et al.*, 1995<sup>c</sup>), 15 são machos da raça *Roya* Bilbilitana (Delfa *et al.*, 1995<sup>c</sup>) e 6 são machos da raça Aragonesa (Ripoll *et al.*, 2009), com um peso médio ao abate de 21,4 kg;
- no **Grupo II** inseriu-se os dados de 20 cabritos machos da raça Serrana (Cadavez *et al.*, 2002) com um peso médio ao abate de 11,7 kg;
- no **Grupo III** inseriu-se os dados de 67 borregos machos da raça Churra Galega Bragançana (Teixeira *et al.*, 2006) com um peso médio ao abate de 36,0 kg;
- no **Grupo IV** inseriu-se os dados de 56 cabras da raça *Blanca* Celtibérica (Teixeira *et al.*, 2008) com um peso médio ao abate de 57,1 kg.

#### 4.1.2. Descrição das variáveis

A base de dados global apresenta os valores, em gramas, dos conteúdos/depósitos de meias carcaças e dos depósitos corporais que são as variáveis dependentes neste estudo; os pesos das carcaças e dos pesos corporais, em quilogramas, bem como, os valores das medidas de ultra-sonografia, em milímetros, usadas nos estudos dos grupos de animais considerados são as variáveis independentes. Estudou-se modelos de previsão entre o peso corporal e da carcaça e entre medidas de ultrassons (variáveis independentes) e valores dos conteúdos e de depósitos da carcaça (variáveis dependentes) usando em conjunto dados de, pelo menos, dois dos grupos de animais considerados.

Ao nível da carcaça apresentam-se seis variáveis: músculo, gordura subcutânea (GS), gordura intermuscular (GI), gordura renal e pélvica (GRP), gordura subcutânea na cauda (GS\_CAU) e a gordura total da meia carcaça corrigida (GT\_1/2\_CC). Os valores desta última variável foram obtidos pela soma da gordura subcutânea, da gordura intermuscular e da gordura renal e pélvica resultantes do peso ou proporção de tecido dissecado em meia carcaça esquerda. Ao nível dos depósitos corporais apresentam-se quatro variáveis: gordura omental (G\_OME), gordura mesentérica (G\_MES), gordura pericárdica (G\_PER) e gordura total corporal (GTC). Os valores de gordura total corporal obtidos resultaram da soma total da proporção de tecido dissecado (gordura) nas carcaças, tendo-se aferido os valores da meia carcaça para valores de carcaça inteira.

Além do pesos das carcaças (peso da carcaça fria) e dos pesos corporais (peso vivo), usou-se também os valores experimentais correspondentes ao peso da meia carcaça corrigido. Esta última variável resulta da soma total das peças dissecadas em meia carcaça esquerda. Verificou-se que há uma relação direta entre os valores desta variável (P\_1/2\_CC) e os valores do peso da carcaça fria (PCF). Embora se tenha obtido um ajuste linear aceitável ( $R^2=0,9966$ ) entre as duas variáveis, verificou-se falta de ajuste (valor-p <0,001; *Mandel's fitting test*) que a relação deve ser traduzida por um polinómio de segundo grau ( $R^2=0,9969$ ):

$$P_{1/2\_CC} = -5,65 \times 10^{-4} \times PCF^2 + 0,516 \times PCF - 0,314.$$

A Figura 1 mostra que realmente há uma diferença significativa entre o ajuste linear e o ajuste do polinômio de segundo grau. Resolveu-se usar a variável peso de meia carcaça corrigido como variável independente por ser uma correção à variável peso da carcaça fria, eliminando a contribuição do peso dos ossos e resíduos, e por isso, relevante para o estudo. Como esta variável pode ser calculada, mantém-se o objetivo de se usar somente parâmetros mensuráveis e calculados ao nível do matadouro.

Ao nível dos ultrassons, as variáveis apresentadas não são iguais em todos os grupos de animais considerados:

- no **Grupo I**, têm-se dados referentes a duas medidas de espessura de gordura (espessura de gordura subcutânea entre a 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> vértebra lombar, EGSL3-4 e a espessura de gordura na 3<sup>a</sup> estérnebra, EGE3) tomadas com dois aparelhos UTR Aloka SSD-900 equipado com sondas de 8 a 10 MHz e Toshiba Sonolayer SAL-32B equipado com uma sonda de 5 MHz para a obtenção das imagens das medidas *in vivo*;

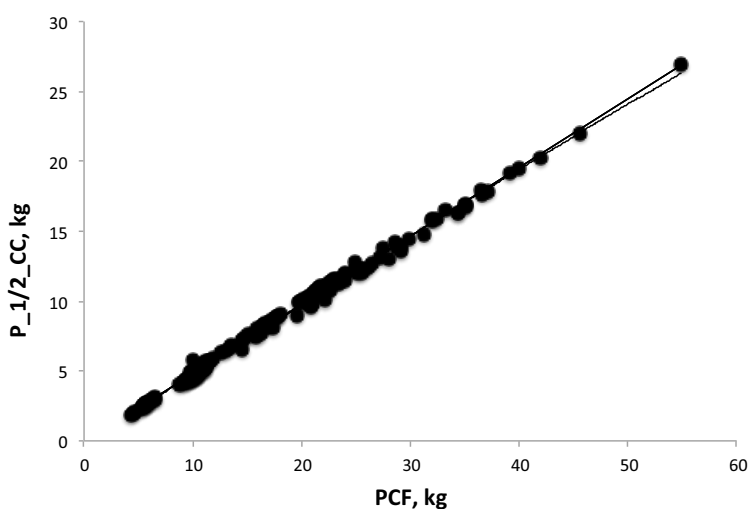


Figura 1 - Relação direta entre os valores da variável peso da meia carcaça corrigido (P\_1/2\_CC) e os valores do peso da carcaça fria (PCF).

- no **Grupo II**, são dados referentes a três medidas de espessura de gordura (espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup>-13<sup>a</sup> vértebra torácica, EGST12-13, entre a 1<sup>a</sup>-2<sup>a</sup> e entre a 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> vértebra lombar, EGSL1-2-3-4 e a espessura de gordura esternal na 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>

e 4ª estérnebra, EGE1-2-3-4) tomadas com um aparelho UTR Aloka SSD-500V equipado com uma sonda de 7,5 MHz para a obtenção das imagens das medidas *in vivo*;

- no **Grupo III**, são dados referentes a duas medidas de espessura de gordura (espessura de gordura subcutânea entre a 12ª-13ª costela, EGSCOST12-13 e entre a 3ª-4ª vértebra lombar, EGSL3-4) tomadas com um aparelho UTR Aloka SSD-500V equipado com sondas de 5 e de 7,5 MHz para a obtenção das imagens das medidas *in vivo*;

- no **Grupo IV**, são dados referentes a três medidas de espessura de gordura (espessura de gordura subcutânea entre a 12ª-13ª costela, EGSCOST12-13, entre a 1ª-2ª, 3ª-4ª e 5ª-6ª vértebra lombar, EGSL1-2;3-4 e 5-6 e a espessura de gordura esternal na 2ª, 3ª, 4ª e 5ª estérnebra, EGE2-3-4-5) tomadas com um aparelho UTR Toshiba Sonolayer SAC-32B equipado com uma sonda de 5 MHz para a obtenção das imagens das medidas *in vivo*.

#### 4.2. Delineamento dos Estudos

Os estudos efetuados neste trabalho, a seguir apresentados, referem-se à fusão de diferentes bases de dados (Grupos de animais) de forma a verificar a importância das medidas de ultrassons nos modelos de regressão linear múltipla de previsão e da possibilidade de obter modelos adequados à previsão de conteúdos e depósitos de gordura e massa do músculo aplicáveis a animais de diferentes raças e espécies (caprinos e ovinos). O efeito sexo entre as diferentes raças e espécies do conjunto de dados utilizados, não foi objeto de estudo neste trabalho. As variáveis independentes comuns em todos os estudos foram o peso vivo, peso da carcaça fria e peso de meia carcaça corrigido. Os estudos diferenciam-se essencialmente pelas variáveis de ultrassons usadas.

Efetuaram-se cinco estudos considerando a junção de diferentes conjuntos de dados (fusão de base de dados):

- Estudo 1 – estudo entre raças diferentes usando os dados obtidos para os ovinos Ternasco (**Grupo I**) e para os borregos Churra Galega Bragançana (**Grupo III**), com a medida de espessura de gordura subcutânea entre a 3ª-4ª vértebra lombar (U\_LOM);
- Estudo 2 – estudo entre raças diferentes com dados obtidos para os cabritos Serranos (**Grupo II**) e para as cabras *Blanca* Celtibérica (**Grupo IV**), usando as medidas de espessura de gordura subcutânea entre a 12ª-13ª costela/12ª-13ª

vértebra torácica (U\_COST), medidas de espessura de gordura subcutânea entre a 1<sup>a</sup>-2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> vértebra lombar (U\_LOM) e medidas de espessura de gordura esternal na 2<sup>a</sup>-3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> estérnebra (U\_EST);

- Estudo 3 – estudo entre espécies diferentes utilizando os dados obtidos para os ovinos Ternasco (**Grupo I**) e para os cabritos Serranos (**Grupo II**), considerando as medidas de espessura de gordura subcutânea entre a 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> vértebra lombar (U\_LOM) e medidas de espessura de gordura esternal na 3<sup>a</sup> estérnebra (U\_EST);
- Estudo 4 – estudo entre espécies diferentes com os dados obtidos para os borregos Churra Galega Bragançana (**Grupo III**) e para as cabras *Blanca* Celtibérica (**Grupo IV**), usando as medidas de espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup>-13<sup>a</sup> costela (U\_COST) e medidas de espessura de gordura subcutânea entre a 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> vértebra lombar (U\_LOM);
- Estudo 5 – estudo entre espécies e raças diferentes considerando os dados de todos os Grupos considerados, não havendo medidas de ultrassons comuns, com o objetivo de estabelecer comparações com os resultados dos estudos anteriores.

## 5. Métodos estatísticos

Numa análise exploratória inicial (Maroco, 2007), apresentam-se os valores globais de cada grupo de animais usados neste trabalho através da análise dos valores da média aritmética como medida de tendência central e o desvio-padrão como medida de dispersão estatística. Visualmente, utilizou-se um gráfico de “frequência de animais” relativamente à massa/peso (g) de uma variável dependente selecionada como exemplo típico da dispersão dos dados. Os gráficos “Boxplots” permitiram mostrar a variabilidade dos dados das variáveis dependentes e independentes de cada raça.

Na determinação do melhor modelo para o ajuste entre duas variáveis correlacionadas usou-se o teste de falta de ajuste, *Mandel's fitting test*, para verificar se a relação deve ser traduzida por uma reta ou um polinómio de segundo grau (Kuhn *et al.*, 2013).

Os modelos de regressão linear múltipla foram avaliados ao nível do desempenho de previsão (Maroco, 2007), usando a validação cruzada “leave-one-out”, através dos valores do declive e ordenada na origem (bem como, os respetivos intervalos de confiança) obtidos da relação entre os valores experimentais esperados e os previstos pelo modelo estabelecido, além do coeficiente de determinação ajustado. Verificou-se também a importância das variáveis independentes usadas no modelo obtido ao nível da significância (valor-p). Com vista a validar os modelos lineares obtidos (Maroco, 2007), apresentaram-se os gráficos de:

- relação linear entre os valores previstos pelo modelo obtido por regressão linear múltipla e os esperados, incluindo-se os ajustes lineares aos dados originais e aos da validação cruzada “leave-one-out”;
- dispersão dos resíduos em função dos valores previstos, com o objetivo de verificar se os resíduos seguem qualquer tendência ou se têm uma distribuição aleatória; incluiu-se uma linha de ajuste a passar pelo meio dos dados;
- normal Q-Q, para avaliar a normalidade dos resíduos que representa o quantil de probabilidade esperado, se a distribuição fosse normal em função dos resíduos (representada pela linha definida no gráfico);
- distância de Cook em função do número da observação para verificar se havia ou não a presença de “outliers”, considerando que valores superiores a 1 indicam

tratar-se de dados excessivamente influentes na estimação dos coeficientes de regressão;

- resíduos estandardizados em função da apreciação “Leverage”, que mostra se há possíveis “outliers” no estudo considerando a influência “Leverage” no ajustamento dos modelos, em que valores abaixo de 0,2 são aceitáveis, valores entre 0,2 e 0,5 são arriscados e valores superiores a 0,5 indicam a presença de um “outlier” multivariado; incluiu-se uma linha de ajuste a passar pelo meio dos dados.

Todos os tratamentos de dados e métodos estatísticos foram efetuados usando o programa de estatística “open source” R (Kuhn *et al.*, 2013).

## 6. Resultados

Como resultados faz-se uma análise descritiva dos dados de cada Grupo de animais considerado e ao nível dos modelos de previsão, mostram-se os resultados obtidos para cada modelo das variáveis dependentes em função de variáveis independentes que variam conforme o estudo em questão.

### 6.1. Análise descritiva dos dados

Nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 mostram-se os intervalos (mínimos e máximos), médias e desvio-padrão (DP) dos valores de conteúdos de músculo e de depósitos de gordura, do peso vivo, dos pesos da carcaça e das medidas de ultra-sonografia usadas para os quatro grupos de animais definidos anteriormente.

Os resultados apresentados nas tabelas mostram a mesma tendência comparativa em grandeza numérica para todas as variáveis quer dependentes quer independentes, tal como se pode visualizar como exemplo disso, na representação gráfica da “frequência de animais” relativamente à massa (g) da variável músculo (Figura 2).

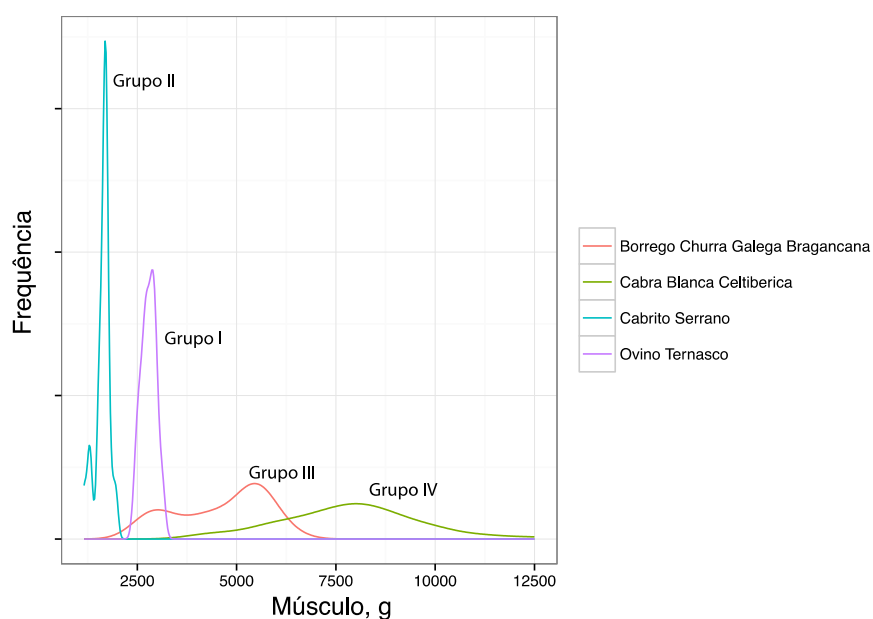


Figura 2 - Frequência de animais relativamente à massa (g) da variável músculo.

No **Grupo II** (cabrito Serrano), os valores de massa estão concentrados num intervalo pequeno, zona mais à esquerda, e que corresponde aos valores mais baixos e com frequências muito altas; no **Grupo I** (ovino Ternasco), a distribuição dos valores de massa é também limitada a um intervalo pequeno de valores baixos de massas, embora com valores intermédios de frequência; no **Grupo III** (borrego Churra Galega Bragançana), os valores de massa estão num intervalo maior envolvendo a zona inferior e a central, mas com frequências de valores baixas; no **Grupo IV** (cabra *Blanca Celtibérica*), os valores de massa estão mais dispersos, distribuindo-se na zona central e na zona direita dos valores mais elevados de massa, com as frequências mais baixas deste estudo. No geral, verifica-se que no gráfico de frequência obtido é possível visualizar sobreposição de dados de vários grupos no intervalo de massas <12500 g.

A distribuição, bem como, a frequência de valores de massas encontradas para as outras variáveis (dependentes e independentes) tem o mesmo comportamento que foi evidenciado no exemplo acima apresentado.

Foi também feita uma análise descritiva exploratória na base de dados em estudo para inferir a presença de possíveis “outliers” utilizando gráficos “Boxplot”. Na Figura 3 mostram-se gráficos “Boxplot” contendo a variação dos dados das dez variáveis dependentes referentes a cada Grupo de animais incluído neste trabalho. Na Figura 4, apresentam-se gráficos “Boxplot” para as três variáveis independentes de peso corporal e da carcaça para cada Grupo de animais; da mesma forma, na Figura 5, os gráficos “Boxplot” mostram a variabilidade das três medidas de ultrassons, que está dependente do Grupo de animais considerados, uma vez que, as medidas não são comuns.

Todos os valores foram confirmados e os pontos que estão fora dos “Boxplot” são extremos e não “outliers”, pois resultam de medições em animais com índices corporais extremos (acima ou abaixo). Verificou-se que os extremos obtidos em cada Grupo se referem ao mesmo animal.

Tabela 1 – Dados referentes ao **Grupo I** (Ovinos Ternasco) (Delfa *et al.*, 1991 e 1995<sup>c</sup> e Ripoll *et al.*, 2009).

<b>Conteúdos e depósitos ½ carcaça</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Músculo, g	2438,0	3145,0	2785,9	184,6
Gordura subcutânea (GS), g	204,0	626,0	396,3	102,1
Gordura intermuscular (GI), g	377,0	677,0	520,7	69,8
Gordura renal e pélvica (GRP), g	54,0	236,0	129,9	42,2
Gordura subcutânea na cauda (GS_CAU), g	9,0	58,0	27,4	10,5
Gordura total da ½ carcaça corrigida (GT_1/2_CC), g	697,0	1432,0	1046,9	193,4
<b>Depósitos corporais</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Gordura omental (G_OME), g	2,7	596,0	275,4	90,7
Gordura mesentérica (G_MES), g	165,0	393,0	242,8	46,6
Gordura pericárdica (G_PER), g	4,0	43,0	16,5	9,1
Gordura total corporal (GTC), g	1790,0	25725,0	3119,9	3331,0
<b>Pesos da carcaça</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Peso da carcaça fria (PCF), kg	8,8	11,2	10,1	0,6
Peso ½ carcaça corrigido (P_1/2_CC), kg	4,0	5,4	4,7	0,3
<b>Peso corporal</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Peso vivo (PV), kg	20,0	24,0	21,4	0,9
<b>Medidas de ultrassons</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
EGSL3-4 (U_LOM), mm	2,0	8,0	4,2	1,7
EGE3 (U_EST), mm	13,0	22,0	18,8	2,1

EGSL3-4 (U\_LOM) – Medida de espessura de gordura subcutânea entre a 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> vértebra lombar; EGE3 (U\_EST) – Medida de espessura de gordura esternal na 3<sup>a</sup> estérnebra.

Tabela 2 – Dados referentes ao **Grupo II** (Cabritos Serranos) (Cadavez *et al.*, 2002).

<b>Conteúdos e depósitos ½ carcaça</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Músculo, g	1157,0	1955,0	1622,4	187,6
Gordura subcutânea (GS), g	34,0	192,0	112,6	48,7
Gordura intermuscular (GI), g	127,0	275,0	188,3	39,1
Gordura renal e pélvica (GRP), g	42,0	306,0	134,8	70,1
Gordura subcutânea na cauda (GS_CAU), g	1,0	6,0	3,4	1,7
Gordura total da ½ carcaça corrigida (GT_1/2_CC), g	202,0	610,0	367,9	115,2
<b>Depósitos corporais</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Gordura omental (G_OME), g	28,0	230,0	125,3	56,9
Gordura mesentérica (G_MES), g	70,0	223,0	163,7	38,8
Gordura pericárdica (G_PER), g	3,0	21,0	11,6	4,8
Gordura total corporal (GTC), g	534,0	1683,0	1036,4	314,0
<b>Pesos da carcaça</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Peso da carcaça fria (PCF), kg	4,3	6,5	5,6	0,6
Peso ½ carcaça corrigido (P_1/2_CC), kg	1,8	3,1	2,6	0,3
<b>Peso corporal</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Peso vivo (PV), kg	9,4	13,1	11,7	1,0
<b>Medidas de ultrassons</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
EGST12-13 (U_COST), mm	0,0	0,7	0,1	0,2
EGSL1-2 e 3-4 (U_LOM), mm	1,0	2,0	1,4	0,4
EGE1-2-3-4 (U_EST), mm	11,0	21,0	14,6	2,7

EGST12-13 (U-COST) – Medida de espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup>-13<sup>a</sup> vértebra torácica; EGSL1-2-3-4 (U\_LOM) – Medida de espessura de gordura subcutânea entre a 1<sup>a</sup>-2<sup>a</sup> e entre a 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> vértebra lombar; EGE1-2-3-4 (U\_EST) – Medida de espessura de gordura esternal na 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> estérnebra.

Tabela 3 – Dados referentes ao **Grupo III** (Borregos Churra Galega Bragançana) (Teixeira *et al.*, 2006).

<b>Conteúdos e depósitos ½ carcaça</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Músculo, g	2434,5	6523,6	4594,9	1146,3
Gordura subcutânea (GS), g	505,6	2107,0	1202,1	429,4
Gordura intermuscular (GI), g	816,3	1924,2	1366,8	311,7
Gordura renal e pélvica (GRP), g	98,7	1681,0	546,6	325,1
Gordura subcutânea na cauda (GS_CAU), g	6,1	240,0	51,4	39,1
Gordura total da ½ carcaça corrigida (GT_1/2_CC), g	1524,6	5283,1	3115,7	973,1
<b>Depósitos corporais</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Gordura omental (G_OME), g	42,6	2187,0	861,7	472,5
Gordura mesentérica (G_MES), g	127,6	962,0	467,8	205,8
Gordura pericárdica (G_PER), g	12,0	166,0	59,9	30,4
Gordura total corporal (GTC), g	1867,3	11586,8	6029,4	2472,0
<b>Pesos da carcaça</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Peso da carcaça fria (PCF), kg	9,8	24,9	17,8	4,8
Peso ½ carcaça corrigido (P_1/2_CC), kg	4,9	12,8	8,9	2,4
<b>Peso corporal</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Peso vivo (PV), kg	21,5	47,0	36,0	8,3
<b>Medidas de ultrassons</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
EGSCOST12-13 (U_COST), mm	1,0	7,0	4,2	1,3
EGSL3-4 (U_LOM), mm	1,0	7,0	4,2	1,3

EGSCOST12-13 (U\_COST) – Medida de espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup>-13<sup>a</sup> costela; EGSL3-4 (U\_LOM) – Medida de espessura de gordura subcutânea entre a 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> vértebra lombar.

Tabela 4 – Dados referentes ao **Grupo IV** (Cabras *Blanca* Celtibérica) (Teixeira *et al.*, 2008).

<b>Conteúdos e depósitos ½ carcaça</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Músculo, g	4197,0	12500,0	7853,0	1724,4
Gordura subcutânea (GS), g	57,0	5550,0	1130,8	1019,1
Gordura intermuscular (GI), g	231,0	4746,0	1423,0	785,2
Gordura renal e pélvica (GRP), g	75,0	3004,0	923,6	666,0
Gordura subcutânea na cauda (GS_CAU), g	4,0	199,0	51,5	46,5
Gordura total da ½ carcaça corrigida (GT_1/2_CC), g	409,0	13300,0	3478,2	2416,6
<b>Depósitos corporais</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Gordura omental (G_OME), g	208,0	8134,0	3038,7	2182,0
Gordura mesentérica (G_MES), g	439,0	3619,0	1748,1	851,1
Gordura pericárdica (G_PER), g	30,0	440,0	166,0	81,6
Gordura total corporal (GTC), g	1572,0	38771,0	11988,9	7776,3
<b>Pesos da carcaça</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Peso da carcaça fria (PCF), kg	14,5	54,9	27,7	8,1
Peso ½ carcaça corrigido (P_1/2_CC), kg	6,6	26,9	13,4	4,0
<b>Peso corporal</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Peso vivo (PV), kg	33,0	91,5	57,1	11,3
<b>Medidas de ultrassons</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
EGSCOST12-13 (U_COST), mm	0,0	6,5	3,4	1,5
EGSL1-2;3-4 e 5-6 (U_LOM), mm	0,0	7,0	3,4	1,7
EGE2-3-4-5 (U_EST), mm	8,0	52,0	29,3	9,4

EGSCOST12-13 (U\_COST) – Medida de espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup>-13<sup>a</sup> costela; EGSL1-2;3-4 e 5-6 (U\_LOM) – Medida de espessura de gordura subcutânea entre a 1<sup>a</sup>-2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup>-6<sup>a</sup> vértebra lombar; EGE2-3-4-5 (U\_EST) – Medida de espessura de gordura esternal na 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> estérnebra.

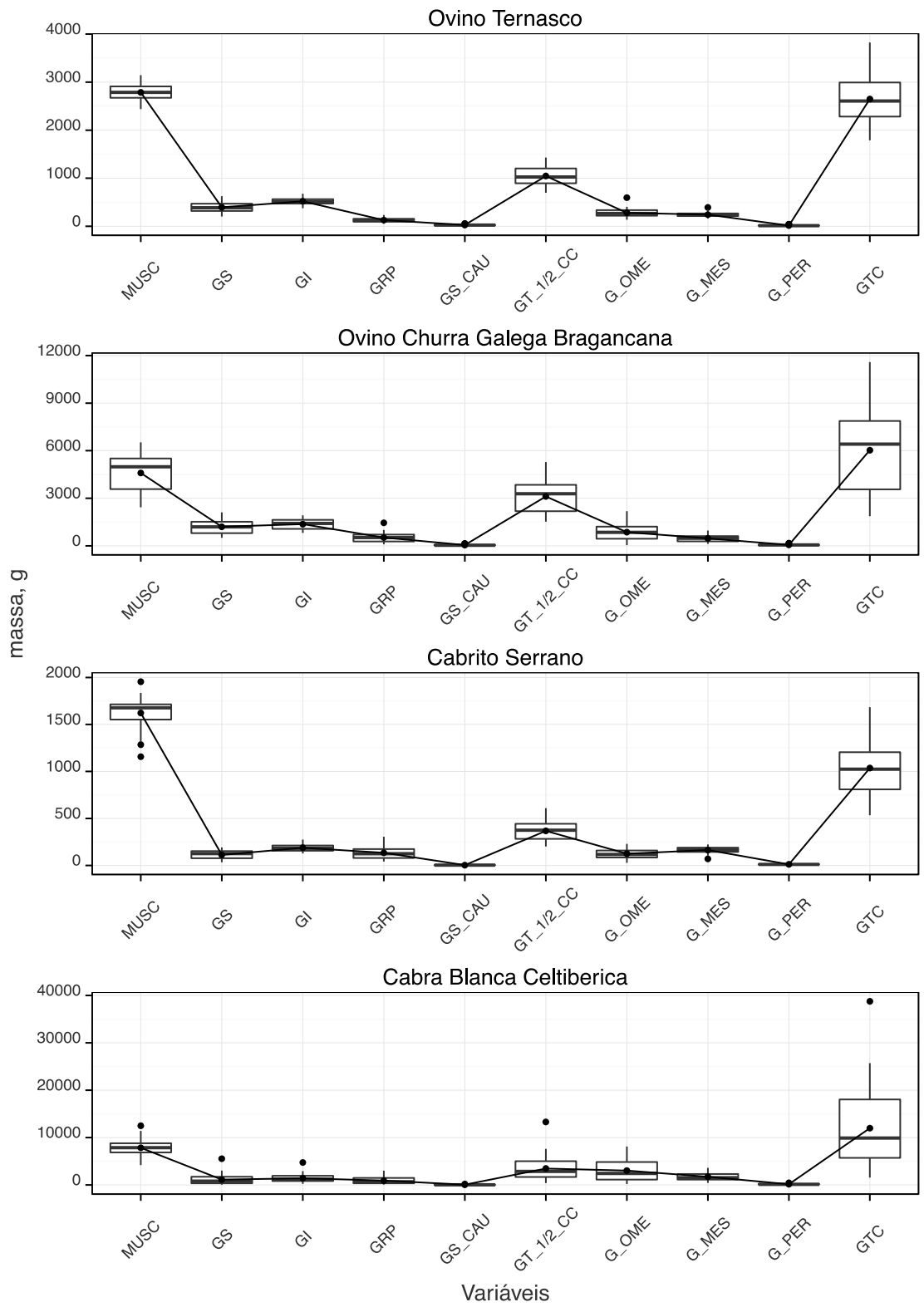


Figura 3 - Gráficos “Boxplot” contendo a variação dos dados das dez variáveis dependentes referentes a cada Grupo de animais.

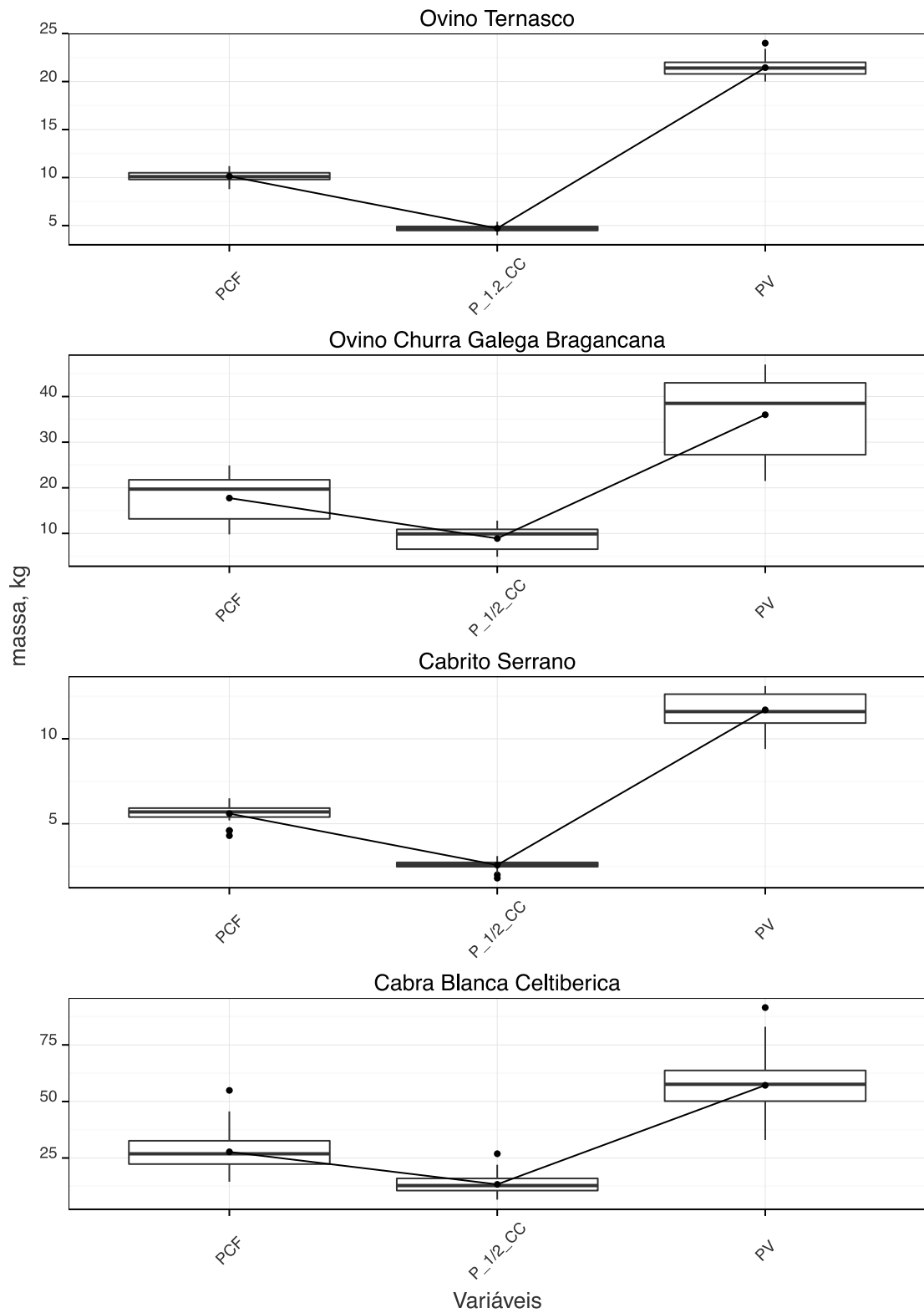


Figura 4 - Gráficos “Boxplot” contendo a variação dos dados das três variáveis independentes de peso corporal e da carcaça para cada Grupo de animais.

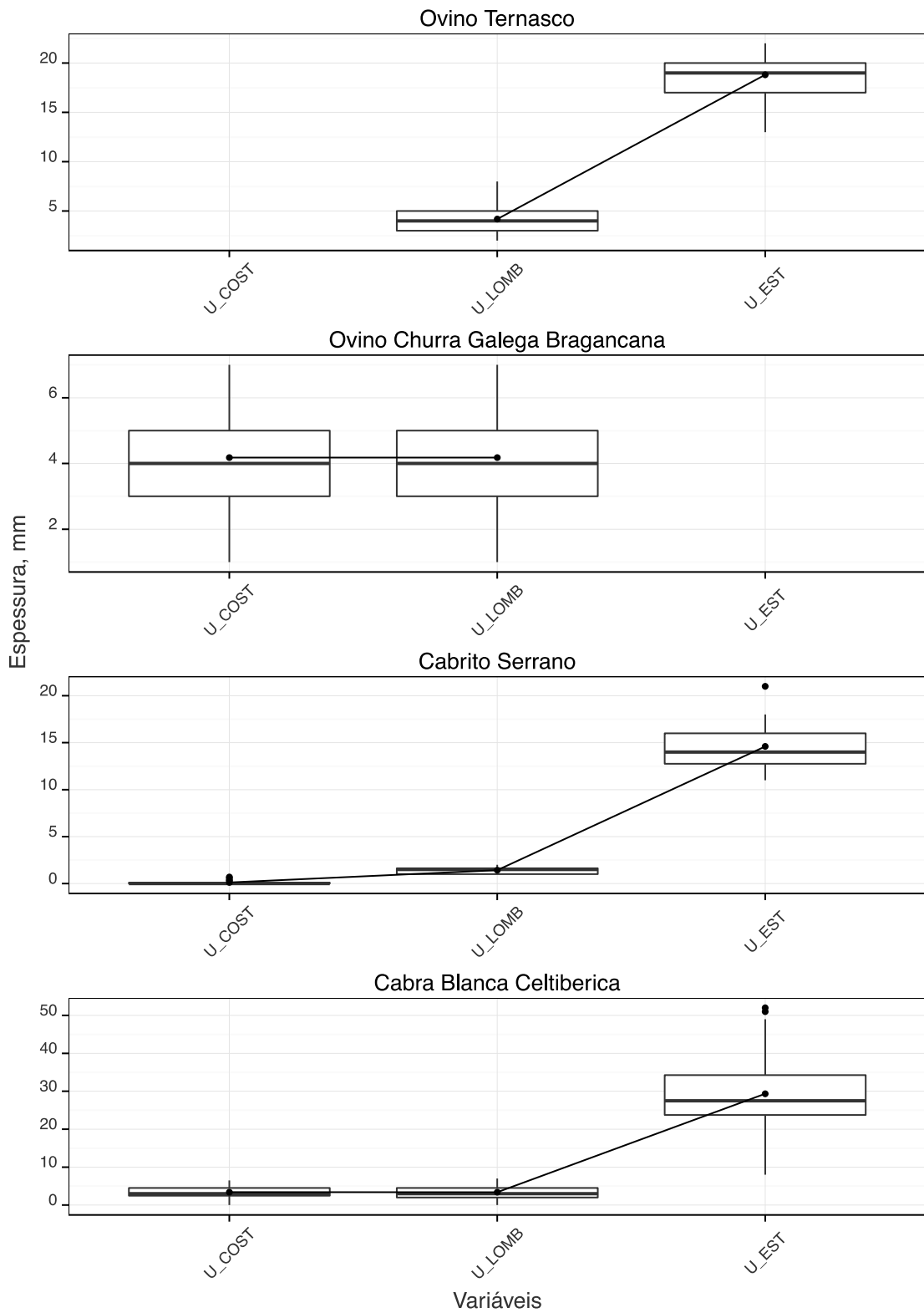


Figura 5 - Gráficos “Boxplot” contendo a variação dos dados das três medidas de ultrassons para cada Grupo de animais.

Considerando as variações encontradas em cada Grupo de animais visualizadas quer no exemplo do gráfico de frequências quer nos gráficos “Boxplot”, a matriz de dados global apresenta intervalos de valores amplos para todas as variáveis dependentes e para as três variáveis independentes, peso corporal e da carcaça. No caso das três medidas de ultrassons, obtiveram-se intervalos menos amplos devido a estas não estarem presentes em todos os Grupos de animais.

## **6.2. Modelos de previsão**

Os estudos a seguir apresentados referem-se à fusão de diferentes bases de dados (Grupos de animais) de forma a verificar a importância das medidas de ultrassons nos modelos lineares de previsão e da possibilidade de obter modelos adequados à previsão de conteúdos e depósitos de gordura e músculo aplicáveis a animais de diferentes raças e espécies (caprinos e ovinos). Efetuaram-se cinco estudos descritos no item 4.2.

### **6.2.1. Avaliação dos modelos lineares de previsão obtidos do Estudo 1**

No estudo de fusão de dados obtidos para os ovinos Ternasco e para os borregos Churra Galega Bragançana (**Estudo 1**), os resultados do ajuste obtidos para os modelos de regressão linear múltipla entre cada variável dependente e as variáveis independentes (as três variáveis de peso corporal e da carcaça e uma medida de ultrassom, a U\_LOM que corresponde à medida de espessura de gordura subcutânea entre a 1<sup>a</sup>-2<sup>a</sup> e entre a 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> vértebra lombar) estão apresentados na Tabela 5. Apresentaram-se também os valores dos coeficientes de determinação ajustados ( $R^2_{\text{ajustado}}$ ) e os intervalos de confiança para o declive e ordenada na origem da relação linear entre os valores experimentais (variáveis dependentes) e os valores previstos, para essas variáveis, pelo modelo de regressão linear múltipla.

Na Tabela 5 é possível verificar que nem todas as variáveis independentes são significativas ( $p \leq 0.05$ ) para o modelo obtido, bem como, ao nível da constante (ordenada na origem). Verificou-se também, que o modelo de regressão linear múltipla, para cada variável dependente, apresenta um n.º de variáveis independentes significativas a variar entre 1 e 4. Como o objetivo foi averiguar se os modelos com as variáveis independentes usadas permitiam a previsão da massa dos índices corporais e

da carcaça dos animais usados, optou-se por considerar todas as variáveis, mesmo as não significativas, para comparação entre modelos. Neste estudo, as variáveis independentes significativas predominantes são o peso corporal (PV) e os pesos da carcaça (PCF e P\_1/2\_CC). Só nos modelos obtidos para as variáveis gordura mesentérica e gordura total corporal, a medida de ultrassons U\_LOM foi significativa.

Ao nível das relações lineares entre os valores experimentais de cada uma das dez variáveis dependentes e os valores previstos para essas variáveis usando os modelos obtidos, com as variáveis independentes U\_LOM, PV, PCF e P\_1/2\_CC, obtiveram-se coeficientes de determinação ajustados ( $R^2_{\text{ajustado}}$ ) entre 0,516 e 0,808 para as variáveis G\_OME, G\_MES, G\_PER e GRP e entre 0,923 e 0,979 para as variáveis GS, GTC, GI, GT\_1/2\_CC e músculo. Para estas últimas variáveis, os intervalos de confiança mostraram que só a variável músculo mostra probabilidade de o declive da relação linear ser o teórico (1). Em relação aos valores da ordenada na origem, os intervalos de confiança mostraram que estatisticamente só era possível serem considerados como zero (valor teórico), nos modelos obtidos para as variáveis GI, GT\_1/2\_CC e músculo. Como exceção aos resultados anteriores, a variável dependente GS\_CAU não mostrou uma relação linear com as variáveis independentes ( $R^2_{\text{ajustado}}$  de 0,213).

No modelo linear de previsão da massa do músculo foi possível obter uma relação linear, entre os valores previstos pelo modelo linear múltiplo e os esperados, cujo declive e ordenada na origem podem ser considerados os teóricos (um e zero, respetivamente). Neste modelo, só as variáveis PV e PCF são significativas, permitindo obter um modelo significativo não corrigido com coeficiente de determinação ajustado de 0,979 (o modelo explica 98% da variabilidade dos dados originais). Este resultado mostra que é possível determinar a massa do músculo de ovinos Ternasco e borregos Churra Galega Bragançana em conjunto através das variáveis PV e PCF.

Resultados considerados aceitáveis foram encontrados nos modelos lineares múltiplos para as variáveis dependentes GTC, GS, GI e GT\_1/2\_CC onde os coeficientes de determinação ajustados são superiores a 0,923. Na relação entre os valores previstos por estes modelos e os esperados, os intervalos de confiança para o declive não incluem o valor teórico, embora sejam próximos.

Tabela 5 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de uma medida de ultrassom e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e borregos Churra Galega Bragançana (**Estudo 1**)

Variável dependente	Modelo <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
G_OME, gordura omental	Ord_Origem *** U_LOM PV ** PCF * P_1/2_CC	0,820 ***	[0,746;0,894]	110,4 ***	[53,6; 167,1]	0,808
G_MES, gordura mesentérica	Ord_Origem U_LOM ** PV * PCF P_1/2_CC	0,726 ***	[0,641;0,812]	102,0 ***	[66,1; 137,9]	0,710
G_PER, gordura pericárdica	Ord_Origem U_LOM PV PCF * P_1/2_CC **	0,548 ***	[0,451;0,646]	18,9 ***	[13,8; 24,0]	0,516
GS_CAU, gordura subcutânea na cauda	Ord_Origem U_LOM PV PCF P_1/2_CC	0,207***	[0,123;0,290]	31,2***	[27,2;35,2]	0,213
GTC, gordura total corporal	Ord_Origem *** U_LOM * PV *** PCF *** P_1/2_CC	0,941 ***	[0,897;0,986]	270,1 *	[35,6; 504.6]	0,938

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*; ]0.001; 0.01] \*\*; ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada "leave-one-out".

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup>ajustado - Coeficiente de determinação ajustado.

Tabela 5 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de uma medida de ultrassom e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e borregos Churra Galega Bragançana (**Estudo 1**) – continuação

Variável dependente	Modelo MLR <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
GS, gordura subcutânea	Ord_Origem *** U_LOM PV * PCF * P_1/2_CC ***	0,929 ***	[0,880;0,979]	61,8 *	[12,1; 111,5]	0,923
GI, gordura intermuscular	Ord_Origem U_LOM PV *** PCF *** P_1/2_CC ***	0,958 ***	[0,917;0,998]	43,9	[-1,2; 89,0]	0,951
GRP, gordura renal e pélvica	Ord_Origem ** U_LOM PV PCF P_1/2_CC	0,807 ***	[0,732;0,883]	69,1 ***	[35,0; 103,1]	0,797
GT_1/2_CC, gordura total de meia carcaca corrigida	Ord_Origem *** U_LOM PV PCF *** P_1/2_CC ***	0,958 ***	[0,918;0,997]	97,5	[-3,6; 198,5]	0,953
MÚSCULO	Ord_Origem U_LOM PV *** PCF *** P_1/2_CC	0,979 ***	[0,953;1,006]	80,6	[-26,6;187,8]	0,979

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*, ]0.001; 0.01] \*\*, ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada "leave-one-out".

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup><sub>ajustado</sub> - Coeficiente de determinação ajustado.

Não obstante, o intervalo de confiança para a ordenada na origem obtida em cada um destes modelos pode ser a teórica.

Globalmente, verificou-se que da fusão dos dados da massa dos índices corporais e da carcaça dos animais ovinos Ternasco e borregos Churra Galega Bragançana, só é possível prever de forma razoável os índices G\_OME, G\_MES, G\_PER e GRP, por os erros envolvidos serem elevados. Para estes modelos, os declives e ordenada na origem obtidos da relação linear entre os valores previstos pelo modelo linear múltiplo e os esperados, não podem ser considerados como os teóricos (os valores um e zero não estão dentro dos intervalos de confiança).

No estudo de modelação das duas raças de ovino estudadas (ovinos Ternasco e borregos Churra Galega Bragançana) a medida de ultrassons U\_LOM não contribui significativamente na maior parte dos modelos excepto, G\_MES e GTC. Estes resultados mostram a necessidade de efetuar novos estudos com outras medidas de ultrassons para melhorar a os modelos na previsão simultânea de pesos corporais e da carcaça dos ovinos Ternasco e borregos Churra Galega Bragançana. Dentro das variáveis de peso e carcaça, a PCF é a que está mais presente nos modelos (7 de 10 modelos), seguida da variável PV (6 em 10 modelos) e, por último, a variável P\_1/2\_CC (4 em 10 modelos).

Como exemplo dos resultados obtidos neste estudo, apresentam-se nas Figuras 6 e 7 a apreciação global dos modelos obtidos para as variáveis G\_PER (modelo com  $R^2$ ajustado de 0,516) e músculo (modelo com  $R^2$ ajustado de 0,979) ao nível da relação entre os valores previstos pelo modelo e os experimentais, normalidade dos resíduos, dos resíduos em função do valor previsto e em função da “Leverage” e da distância de Cook. Os pontos de cor azul são referentes aos ovinos Ternasco e os pontos vermelhos, aos borregos Churra Galega Bragançana.

No que diz respeito à variável dependente G\_PER, observando o gráfico A da Figura 6, existem alguns pontos que estão próximos da reta ajustada sugerindo que a amostra segue uma tendência linear. A relação dos resíduos em função do valor previsto (gráfico B) sugere que os resíduos se distribuem de forma mais ou menos aleatória em torno do zero verificando-se uma independência de resíduos, pressupondo a existência de uma relação linear entre as variáveis. No gráfico C da Normal Q-Q, os valores representados distribuem-se mais ou menos na diagonal principal sugerindo uma distribuição normal dos erros.

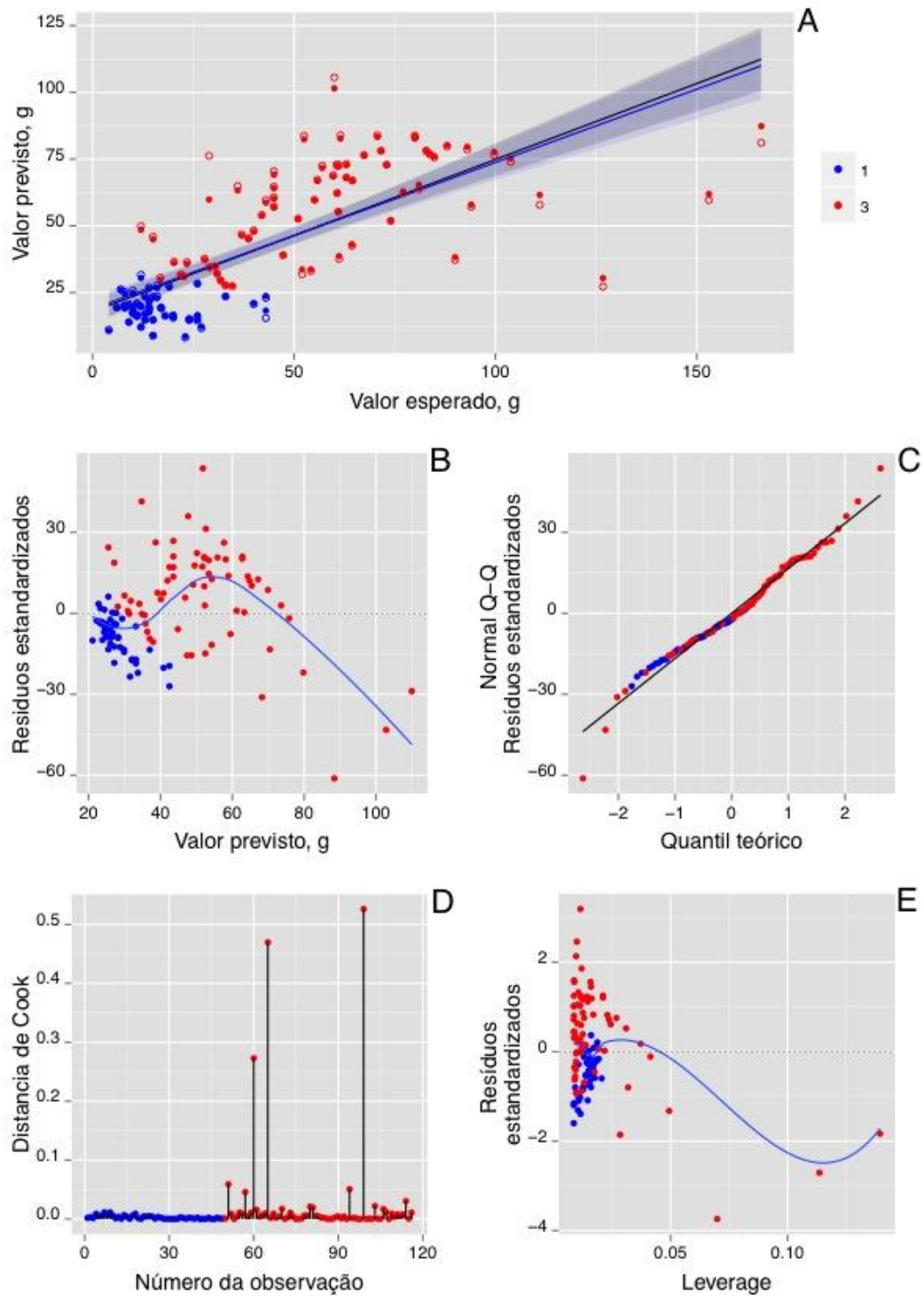


Figura 6 – Resultados da RLM obtidos para o peso de gordura pericárdica em função de uma medida de ultrassom e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e borregos Churra Galega Bragançana (**Estudo 1**):

A – gráfico do valor previsto pelo modelo em função do valor esperado para os dados originais (pontos marcados com círculo preenchido) e para os dados associados à validação cruzada L00 (pontos marcados com círculos);

B – gráfico dos resíduos estandardizados em função do valor previsto;

C – gráfico normal Q-Q dos resíduos estandardizados em função do quantil teórico;

D – gráfico da distância de Cook em função do número de observação;

E – gráfico dos resíduos estandardizados em função do valor “Leverage”.

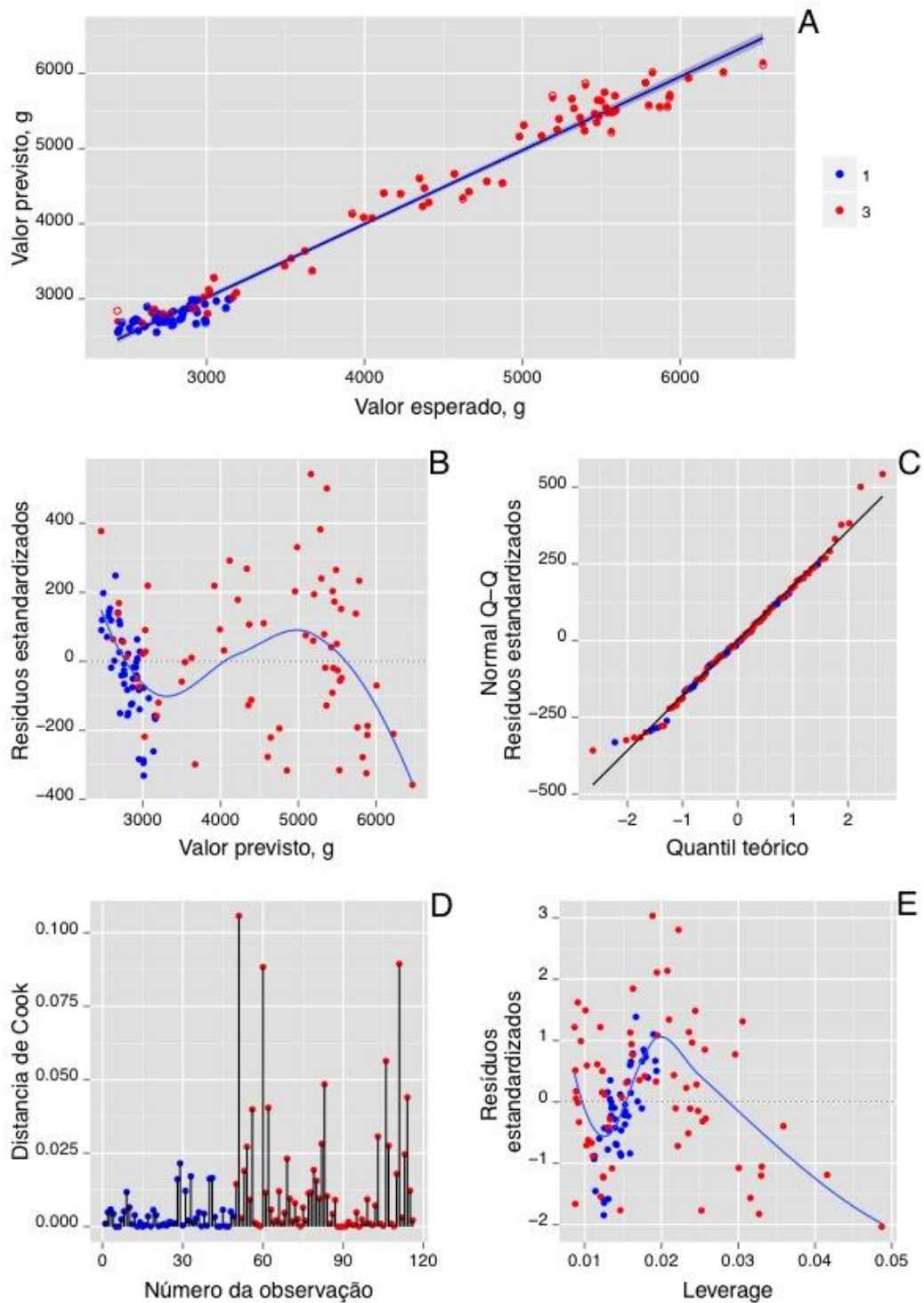


Figura 7 – Resultados da RLM obtidos para o peso de músculo em função de uma medida de ultrassom e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e borregos Churra Galega Bragançana (**Estudo 1**):

A – gráfico do valor previsto pelo modelo em função do valor esperado para os dados originais (pontos marcados com círculo preenchido) e para os dados associados à validação cruzada LOO (pontos marcados com círculos);

B – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor previsto;

C – gráfico normal Q-Q dos resíduos estandarizados em função do quantil teórico;

D – gráfico da distância de Cook em função do número de observação;

E – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor “Leverage”.

Sendo a distância de Cook uma medida de diagnóstico de uma observação sobre a estimação do parâmetro, pode-se inferir pelo gráfico D que não existem observações (resultados das amostras) superiores a 1 logo não são muito influentes na estimação dos coeficientes de regressão. No gráfico E da influência “Leverage” para a ponderação da variância dos erros, verifica-se que não apresenta “outliers” pois, os valores de “Leverage” não são superiores a 0,5.

No que diz respeito à variável músculo, observando o gráfico A da Figura 7, o grau de associação entre as variáveis e a tendência de variação em conjunto segue uma nítida tendência linear. Em relação aos resíduos em função do valor previsto, observando o gráfico B, verifica-se uma independência de resíduos (os resíduos distribuem-se de forma aleatória em torno do zero), ou seja, a magnitude de um resíduo não influencia a magnitude do resíduo seguinte. No gráfico C da Normal Q-Q, os quantis observados nos dados sugerem uma distribuição normal dos erros. Para a combinação da informação dos resíduos estandardizados e da “Leverage” (distância de Cook) podemos inferir, pelo gráfico D, que as observações não são muito influentes na estimação dos coeficientes de regressão. Para os valores centrados da influência “Leverage” para a ponderação da variância dos erros, pela análise do gráfico E verificou-se que não havia a presença de “outliers”.

Globalmente, nos gráficos da Normal Q-Q verificou-se sempre um ligeiro enviesamento dos pontos em relação à linha teórica e a presença de valores extremos não relevantes nos gráficos dos resíduos em função do valor previsto, da “Leverage” e da distância de Cook. Os resultados mostram que os modelos de regressão linear múltipla obtidos podem ser usados na previsão das massas corporais dos animais em estudo, com exceção da variável GS\_CAU.

### 6.2.2. Avaliação dos modelos lineares de previsão obtidos do Estudo 2

No Estudo 2 usaram-se as seis variáveis independentes: U\_COST, U\_LOM, U\_EST, PV, PCF e P\_1/2\_CC. Os resultados do tratamento de dados, ao nível dos modelos de regressão linear múltipla e das relações lineares entre os valores previstos pelo modelo e os valores esperados (experimentais), os mesmos tratamentos aplicados no Estudo 1, estão apresentados na Tabela 6. Os resultados apresentados mostram uma grande variação nos modelos obtidos ao nível das variáveis independentes significativas usadas para traduzir cada variável dependente. As variáveis independentes de ultrassons estão presentes na maior parte dos modelos mas, em geral, o número de variáveis significativas variava de modelo para modelo (entre 1 e 6). Verificou-se que a constante do modelo foi um termo significativo ( $p \leq 0.05$ ) em todos os modelos obtidos.

Na relação linear entre os valores experimentais de cada uma das dez variáveis dependentes e os valores previstos com o modelo linear múltiplo obtido usando as variáveis independentes estudadas (U\_COST, U\_LOM, U\_EST, PV, PCF e P\_1/2\_CC), obtiveram-se coeficientes de determinação ajustados ( $R^2_{\text{ajustado}}$ ) entre 0,731 e 0,878 para as variáveis G\_OME, G\_MES, G\_PER, GS\_CAU, GS e GRP e entre 0,910 e 0,959 para as variáveis GI, GT\_1/2\_CC, GTC e músculo.

Para a previsão da massa dos índices corporais e da carcaça dos animais usados, verificou-se que só no modelo linear múltiplo de previsão da massa do músculo foi possível obter uma relação linear, entre os valores previstos pelo modelo linear múltiplo e os esperados, cujo declive e ordenada na origem podem ser considerados os teóricos (um e zero, respetivamente). Neste modelo, as variáveis significativas são a U\_COST, a U\_LOM e o PV, permitindo obter um modelo significativo não corrigido, explicando 96% da variabilidade dos dados originais. Estes resultados mostram que é possível determinar a massa do músculo de cabritos Serranos e cabras *Blanca* Celtibérica em conjunto.

Nos modelos lineares múltiplos das variáveis dependentes GI, GT\_1/2\_CC e GTC foram encontrados resultados aceitáveis, onde a previsão dos valores da massa para estas variáveis mostrou uma relação linear com os valores esperados, obtendo-se coeficientes de determinação ajustados superiores a 0,910. Nesta relação, os intervalos de confiança para o declive não incluem o valor teórico, embora sejam próximos. No entanto, os intervalos de confiança mostraram que, para estas variáveis, os valores da ordenada na origem podem ser estatisticamente considerados como zero (valor teórico). As variáveis independentes de

ultrassons, U\_COST e U\_LOM, são significativas no modelo exceto, no modelo linear de previsão da massa da variável GI.

De forma global, pela fusão dos dados da massa dos índices corporais e da carcaça dos animais cabritos Serranos e cabras *Blanca* Celtibérica, só é possível prever de forma razoável os índices G\_OME, G\_MES, G\_PER, GS\_CAU, GS e GRP, por os erros envolvidos serem elevados (os declives e ordenada na origem da relação linear entre os valores previstos pelo modelo linear múltiplo e os esperados para estas variáveis, não estão dentro dos intervalos de confiança).

No estudo de modelação das duas raças de caprino estudadas (cabritos Serranos e cabras *Blanca* Celtibérica) em função dos pesos corporais e da carcaça e três medidas de ultrassons, verificou-se que estas são significativas na maior parte dos modelos. As medidas de ultrassom U\_COST e U\_LOM são as que estão mais presentes nos modelos (5 e 7 vezes, respetivamente). A medida U\_EST só foi incluída nos modelos de previsão da gordura G\_OME e G\_PER. Verificou-se também que o PV é a única medida de peso de corporal usada nos modelos. Globalmente, os resultados poderão ser melhorados com a inclusão de novas medidas de ultrassons, bem como, um delineamento experimental ao nível dos intervalos de peso corporal dos animais das raças (mesma espécie) que, neste trabalho não foi possível.

Para visualmente explicar os resultados obtidos neste estudo, apresentam-se nas Figuras 8 e 9, como exemplos típicos, a apreciação global dos resultados do modelo obtidos para as variáveis G\_PER (modelo com  $R^2$ ajustado de 0,731) e músculo (modelo com  $R^2$ ajustado de 0,959) ao nível da relação entre os valores previstos pelo modelo linear múltiplo e os experimentais (esperados), normalidade dos resíduos, dos resíduos em função do valor previsto e em função da “Leverage” e da distância de Cook.

No que diz respeito à variável dependente G\_PER, o gráfico A da Figura 8 mostra a concentração de um grupo de amostras (valores <50 g) que são valores da massa da gordura pericárdica das cabras *Blanca* Celtibérica. É evidente que a variação dos índices desta gordura para este grupo de animais não é comparável à encontrada para os animais cabritos Serranos, na medida em que não há uma sobreposição de dados. De qualquer maneira, considerando a variabilidade encontrada, é possível visualizar uma tendência linear mas, principalmente associada aos dados dos animais cabritos Serranos.

Tabela 6 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de três medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os cabritos Serranos e cabras *Blanca Celtibérica* (**Estudo 2**)

Variável dependente	Modelo <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
G_OME, gordura omental	Ord_Origem *** U_COST * U_LOM *** U_EST * PV PCF P_1/2_CC	0,888 ***	[0,811;0,966]	261,1 *	[12,7; 509,6]	0,874
G_MES, gordura mesentérica	Ord_Origem ** U_COST U_LOM U_EST PV PCF P_1/2_CC	0,843 ***	[0,753;0,932]	213,1 **	[63,2; 363,1]	0,823
G_PER, gordura pericárdica	Ord_Origem ** U_COST U_LOM U_EST * PV PCF P_1/2_CC	0,758 ***	[0,652;0,863]	30,1 ***	[13,4; 46,8]	0,731
GS_CAU, gordura subcutânea na cauda	Ord_Origem * U_COST U_LOM * U_EST PV ** PCF P_1/2_CC	0,787 ***	[0,685;0,888]	8,2 **	[2,2; 14,2]	0,760

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*, ]0.001; 0.01] \*\*, ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada "leave-one-out".

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup><sub>ajustado</sub> - Coeficiente de determinação ajustado.

Tabela 6 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de três medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os cabritos Serranos e cabras *Blanca Celtibérica* (**Estudo 2**) – continuação

Variável dependente	Modelo <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
GTC, gordura total corporal	Ord_Origem *** U_COST * U_LOM *** U_EST PV *** PCF P_1/2_CC	0,930 ***	[0,869;0,991]	619,4	[-126,0;1364,7]	0,925
GS, gordura subcutânea	Ord_Origem ** U_COST * U_LOM ** U_EST PV *** PCF P_1/2_CC	0,859 ***	[0,773;0,944]	112,3 *	[0,9; 223,8]	0,842
GI, gordura intermuscular	Ord_Origem * U_COST U_LOM U_EST PV *** PCF P_1/2_CC	0,914 ***	[0,848;0,980]	89,7	[-2,6; 181,9]	0,910
GRP, gordura renal e pélvica	Ord_Origem ** U_COST U_LOM ** U_EST PV *** PCF P_1/2_CC	0,888 ***	[0,812;0,964]	78,9 *	[4,4; 153,3]	0,878

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*, ]0.001; 0.01] \*\*, ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada "leave-one-out".

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup>ajustado - Coeficiente de determinação ajustado.

Tabela 6 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de três medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os cabritos Serranos e cabras *Blanca* Celtibérica (**Estudo 2**) – continuação

Variável dependente	Modelo <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
GT_1/2_CC, gordura total de meia carcaça corrigida	Ord_Origem ***	0,917 ***	[0,851;0,982]	205,8	[-33,0;444,7]	0,911
	U_COST *					
	U_LOM **					
	U_EST					
	PV ***					
	PCF					
	P_1/2_CC					
MÚSCULO	Ord_Origem *	0,974 ***	[0,923;1,020]	175,8	[-146,0;497,6]	0,959
	U_COST *					
	U_LOM *					
	U_EST					
	PV ***					
	PCF					
	P_1/2_CC					

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*; ]0.001; 0.01] \*\*; ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada "leave-one-out".

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup>ajustado - Coeficiente de determinação ajustado.

Tendo isto em conta verificou-se também que nos gráficos da Figura 8:

- relação dos resíduos em função do valor previsto (gráfico B), sugere que os resíduos se distribuem de forma mais ou menos aleatória em torno do zero verificando-se uma independência de resíduos, pressupondo a existência de uma relação linear entre as variáveis;
- Normal Q-Q (gráfico C) os valores representados distribuem-se mais ou menos na diagonal principal sugerindo uma distribuição normal dos erros;
- distância de Cook (gráfico D), pode dizer-se que não existem observações superiores a 1 logo não são muito influentes na estimação dos coeficientes de regressão;
- influência “Leverage” (gráfico E) para a ponderação da variância dos erros, verifica-se que não apresenta “outliers” pois, os valores de “Leverage” não são superiores a 0,5.

No que diz respeito à variável músculo, a Figura 9 mostra melhores resultados de previsão (nítida tendência linear com os valores esperados para as duas raças), embora se continue a verificar que os dados referentes aos animais cabras *Blanca Celtibérica* são mais baixos que os dos animais cabritos Serranos, obtendo-se uma extensão de aplicabilidade do modelo para a previsão da massa do músculo entre raças. Neste modelo, os resíduos em função do valor previsto mostram uma independência de resíduos, embora se verifiquem extremos.

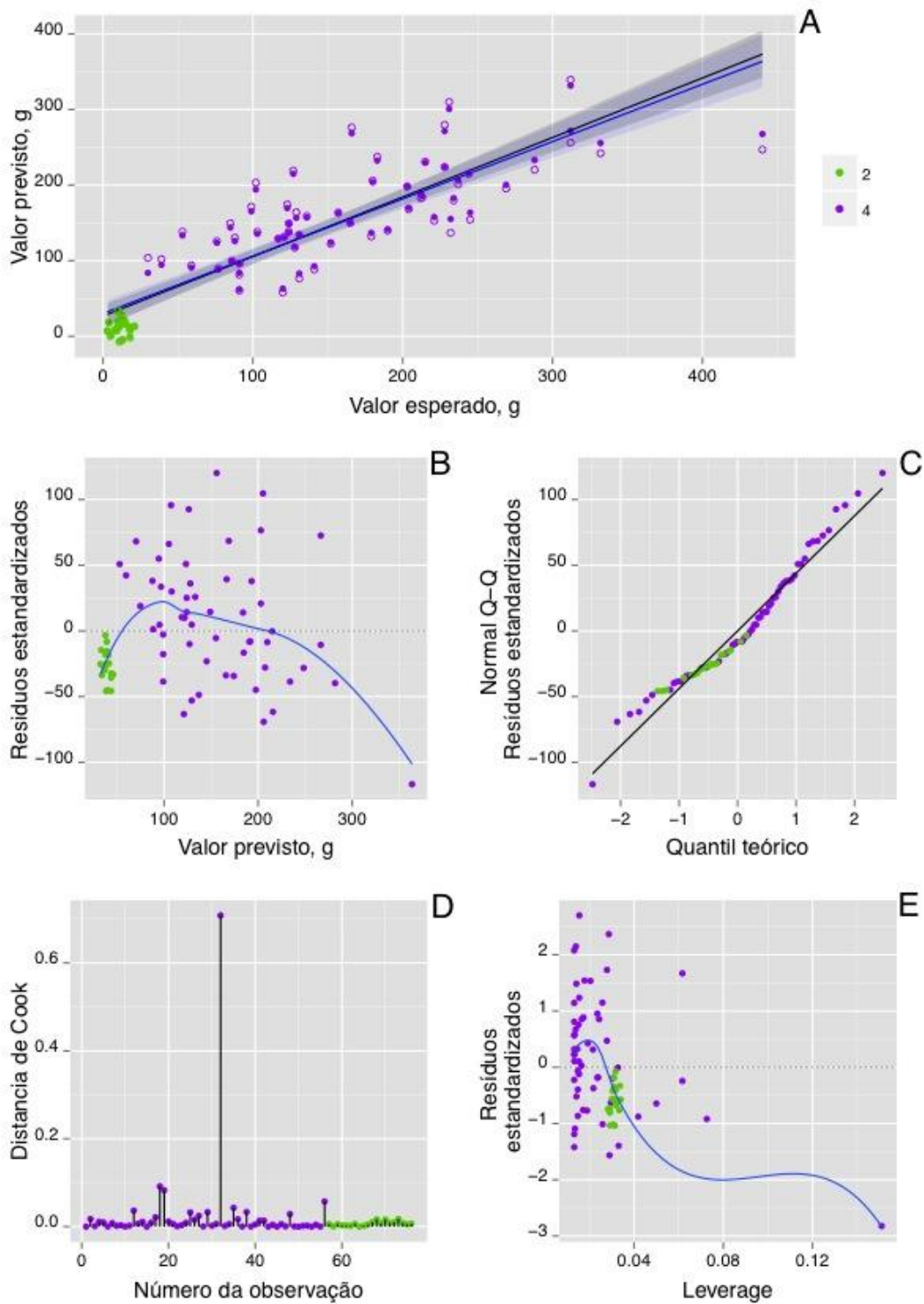


Figura 8 – Resultados da RLM obtidos para o peso de gordura pericárdica em função de três medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os cabritos Serranos e cabras *Blanca Celtibérica* (**Estudo 2**):

A – gráfico do valor previsto pelo modelo em função do valor esperado para os dados originais (pontos marcados com círculo preenchido) e para os dados associados à validação cruzada LOO (pontos marcados com círculos);

B – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor previsto;

C – gráfico normal Q-Q dos resíduos estandarizados em função do quantil teórico;

D – gráfico da distância de Cook em função do número de observação;

E – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor “Leverage”.

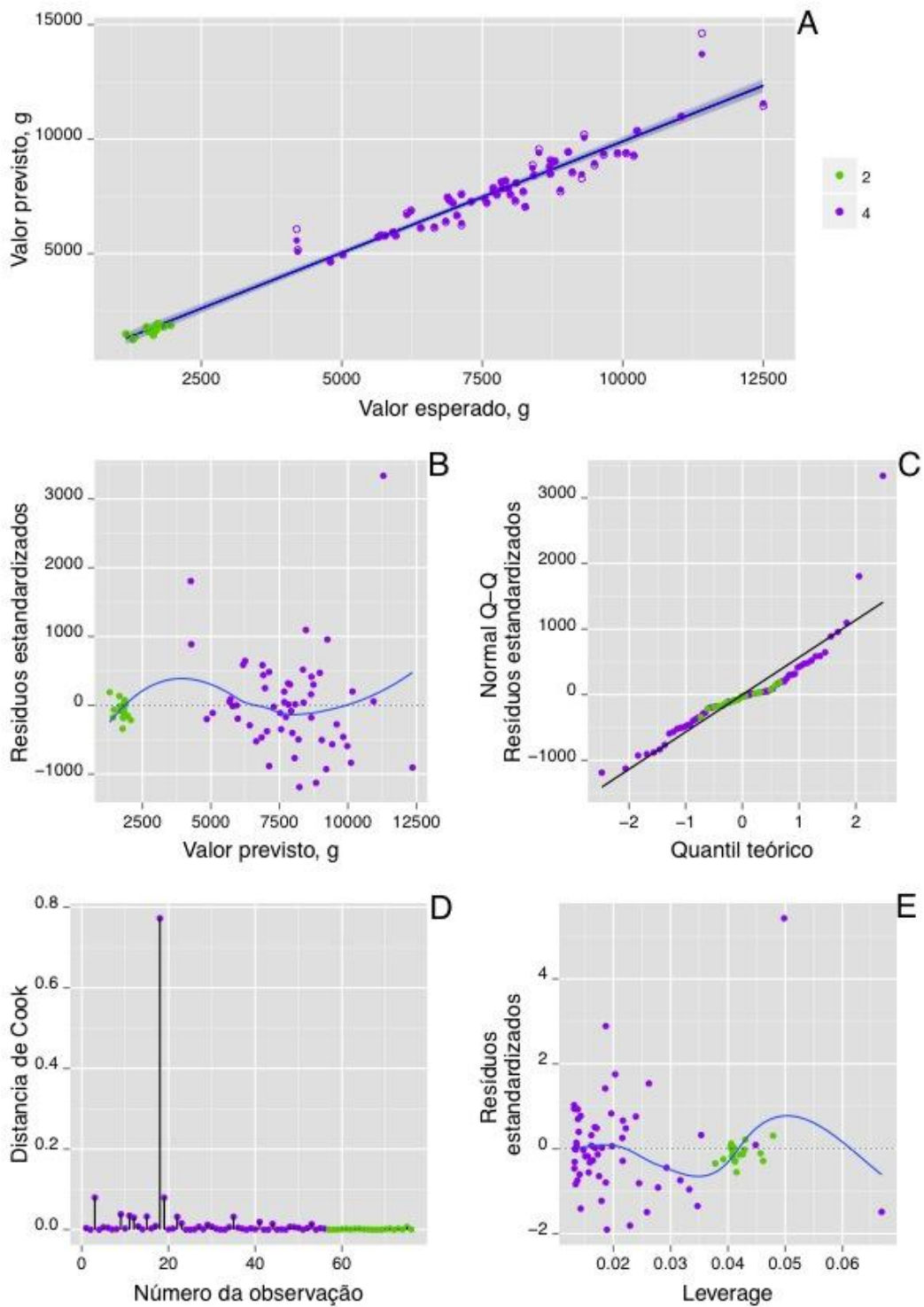


Figura 9 – Resultados da RLM obtidos para o peso de músculo em função de três medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os cabritos Serranos e cabras *Blanca Celtibérica* (**Estudo 2**):

A – gráfico do valor previsto pelo modelo em função do valor esperado para os dados originais (pontos marcados com círculo preenchido) e para os dados associados à validação cruzada LOO (pontos marcados com círculos);

B – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor previsto;

C – gráfico normal Q-Q dos resíduos estandarizados em função do quantil teórico;

D – gráfico da distância de Cook em função do número de observação;

E – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor "Leverage".

### 6.2.3. Avaliação dos modelos lineares de previsão obtidos do Estudo 3

No Estudo 3, fusão de dados obtidos para os ovinos Ternasco e para os cabritos Serranos (espécies diferentes), usaram-se cinco variáveis independentes: U\_LOM, U\_EST, PV, PCF e P\_1/2\_CC. Para este estudo, foram aplicados os mesmos tratamentos de dados efetuados no Estudo 1 e Estudo 2, estando apresentados na Tabela 7 os resultados obtidos ao nível dos modelos de regressão linear múltipla e das relações lineares entre os valores previstos pelo modelo e os valores esperados (experimentais).

Neste estudo, a variável independente de ultrassom U\_LOM foi significativa ( $p \leq 0.05$ ) nos modelos de regressão linear múltipla obtidos, com exceção dos modelos das variáveis dependentes GI e GRP. Verificou-se também que, apenas para as variáveis dependentes G\_OME e G\_PER, a constante do modelo não foi um termo significativo nos modelos estudados.

Ao nível das relações lineares entre os valores experimentais de cada uma das 10 variáveis dependentes e os valores previstos para essas variáveis usando as variáveis independentes U\_LOM, U\_EST, PV, PCF e P\_1/2\_CC, obtiveram-se coeficientes de determinação ajustados ( $R^2_{\text{ajustado}}$ ) entre 0,557 e 0,869 para as variáveis G\_OME, GS\_CAU, GS, GTC e GT\_1/2\_CC e entre 0,918 e 0,968 para as variáveis GI e músculo. Para estas últimas variáveis, os intervalos de confiança mostraram que só a variável músculo mostra probabilidade de o declive da relação linear ser o teórico (1). Em relação aos valores da ordenada na origem, os intervalos de confiança mostraram que estatisticamente só era possível serem considerados como zero, nos modelos obtidos para as variáveis GI e músculo. Como exceção aos resultados anteriores, as variáveis dependentes G\_PER, GRP e G\_MES, não mostraram uma relação linear com as variáveis independentes ( $R^2_{\text{ajustado}}$  de 0,036; 0,110 e 0,401, respetivamente).

Nos modelos lineares de previsão estudados, verificou-se que só no modelo linear de previsão da massa do músculo foi possível obter uma relação linear, entre os valores previstos pelo modelo linear múltiplo e os esperados, cujo declive e ordenada na origem podem ser considerados os teóricos. Neste modelo é possível determinar a massa do músculo de ovinos Ternasco e cabritos Serranos em conjunto, permitindo obter um modelo significativo não corrigido com coeficiente de determinação ajustado de 0,968, onde só as variáveis U\_LOM e PCF são significativas.

Tabela 7 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e cabritos Serranos (**Estudo 3**)

Variável dependente	Modelo <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
G_OME, gordura omental	Ord_Origem U_LOM ** U_EST PV PCF P_1/2_CC	0,596 ***	[0,468;0,724]	95,4 ***	[62,5; 128,3]	0,557
G_MES, gordura mesentérica	Ord_Origem * U_LOM ** U_EST PV PCF P_1/2_CC	0,456 ***	[0,323;0,590]	119,6 ***	[89,3; 150,0]	0,401
G_PER, gordura pericárdica	Ord_Origem U_LOM * U_EST PV PCF P_1/2_CC	0,094	[-0,006;0,194]	13,7 ***	[12,0; 15,4]	0,036
GS_CAU, gordura subcutânea na cauda	Ord_Origem *** U_LOM *** U_EST PV * PCF * P_1/2_CC	0,745 ***	[0,631;0,858]	5,2 ***	[2,4; 8,0]	0,715

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*; ]0.001; 0.01] \*\*; ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada "leave-one-out".

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup>ajustado - Coeficiente de determinação ajustado.

Tabela 7 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e cabritos Serranos (**Estudo 3**) – continuação

Variável dependente	Modelo <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
GTC, gordura total corporal	Ord_Origem *** U_LOM *** U_EST PV PCF P_1/2_CC	0,868 ***	[0,780;0,955]	288,6 **	[84,7; 492,4]	0,853
GS, gordura subcutânea	Ord_Origem *** U_LOM ** U_EST PV PCF P_1/2_CC *	0,831 ***	[0,733;0,928]	53,2 **	[19,1; 87,3]	0,810
GI, gordura intermuscular	Ord_Origem *** U_LOM U_EST PV PCF P_1/2_CC	0,930 ***	[0,862;0,997]	29,6	[-0,9; 60,2]	0,918
GRP, gordura renal e pélvica	Ord_Origem * U_LOM U_EST PV ** PCF P_1/2_CC	0,177 **	[0,062;0,292]	108,3 ***	[92,1; 124,5]	0,110

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*, ]0.001; 0.01] \*\*, ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada "leave-one-out".

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup><sub>ajustado</sub> - Coeficiente de determinação ajustado.

Tabela 7 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e cabritos Serranos (**Estudo 3**) – continuação

Variável dependente	Modelo <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
GT_1/2_CC, gordura total de meia carcaça corrigida	Ord_Origem *** U_LOM ** U_EST PV PCF P_1/2_CC	0,883 ***	[0,800;0,966]	99,1 *	[22,7; 175,5]	0,869
MÚSCULO	Ord_Origem ** U_LOM *** U_EST PV PCF * P_1/2_CC	0,971 ***	[0,928;1,013]	72,3	[-35,6; 180,3]	0,968

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*, ]0.001; 0.01] \*\*, ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada “leave-one-out”.

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup><sub>ajustado</sub> - Coeficiente de determinação ajustado.

Resultados aceitáveis foram encontrados no modelo linear múltiplo para a variável dependente GI onde o coeficiente de determinação ajustado foi de 0,918. Na relação entre os valores previstos por este modelo e os esperados, o intervalo de confiança para o declive é próximo do teórico e a ordenada na origem é zero.

De forma global, verificou-se que da fusão dos dados da massa dos índices corporais e da carcaça dos animais ovinos Ternasco e cabritos Serranos só é possível prever de forma razoável os índices G\_OME, GS\_CAU, GS, GTC e GT\_1/2\_CC, por os erros envolvidos serem elevados (os declives e ordenada na origem obtidos não podem ser considerados como os teóricos).

No estudo de duas espécies diferentes (ovinos Ternasco e cabritos Serranos), usando duas medidas de ultrassons (U\_LOM e o U\_EST) e as três medidas corporais e de carcaça, verificou-se que apenas a U\_LOM foi significativa para os modelos de previsão (presente em 8 modelos de 10). As variáveis PV, PCF e P\_1/2\_CC foram usadas só em dois ou um modelo. Este estudo mostra o peso da medida de ultrassom e permite inferir a necessidade de novo estudo com maior homogeneidade de pesos corporais dos animais para as duas espécies e maior número de medidas de ultrassom, de forma, a melhorar o desempenho na previsão.

Para explicar os resultados obtidos neste estudo, apresentam-se o pior e o melhor modelo obtido, a título de exemplos, nas respetivas Figuras 10 e 11, a apreciação global dos resultados do modelo obtidos para as variáveis G\_OME ( $R^2_{ajustado} = 0,557$ ) e músculo ( $R^2_{ajustado} = 0,968$ ), ao nível da relação entre os valores previstos pelo modelo e os experimentais, normalidade dos resíduos, dos resíduos em função do valor previsto e em função da “Leverage” e da distância de Cook.

No que diz respeito à G\_OME, observando o gráfico A da Figura 10, existem alguns pontos que estão próximos da reta sugerindo que a amostra segue uma tendência linear. Em relação aos resíduos em função do valor previsto (gráfico B), sugere que os resíduos se distribuem de forma mais ou menos aleatória em torno do zero verificando-se uma independência de resíduos, pressupondo a existência de uma relação linear entre as variáveis. No gráfico C da Normal Q-Q os valores representados distribuem-se mais ou menos na diagonal principal sugerindo uma distribuição normal dos erros. Para a distância de Cook (gráfico D) não existem resultados das amostras superiores a 1, logo não são muito influentes na estimação

dos coeficientes de regressão. No gráfico E da influência “Leverage” para a ponderação da variância dos erros, verifica-se que não apresenta “outliers”.

No que diz respeito à variável músculo, observando o gráfico A da Figura 11, mostrou uma tendência linear com os valores esperados para as duas raças. Neste modelo de previsão da massa do músculo, pela análise do gráfico B, os resíduos em função do valor previsto evidenciam uma independência em relação às observações. No gráfico C da Normal Q-Q, os quantis observados nos dados sugerem uma distribuição normal dos erros. Para a distância de Cook (gráfico D), podemos inferir que as observações não são muito influentes na estimação dos coeficientes de regressão. No que respeita aos valores centrados da influência “Leverage” para a ponderação da variância dos erros, pela análise do gráfico E verificou-se que não havia a presença de “outliers”.

Do estudo da fusão de dados das raças os ovinos Ternasco e para os cabritos Serranos, globalmente verificou-se em relação à normalidade enviesamento dos pontos em relação à linha teórica e a presença de valores extremos não relevantes nos gráficos dos resíduos em função do valor previsto, da “Leverage” e da distância de Cook. Os resultados mostraram que os modelos de regressão linear múltipla obtidos podem ser usados na previsão das massas corporais dos animais em estudo, com exceção das variáveis G\_PER, GRP e G\_MES.

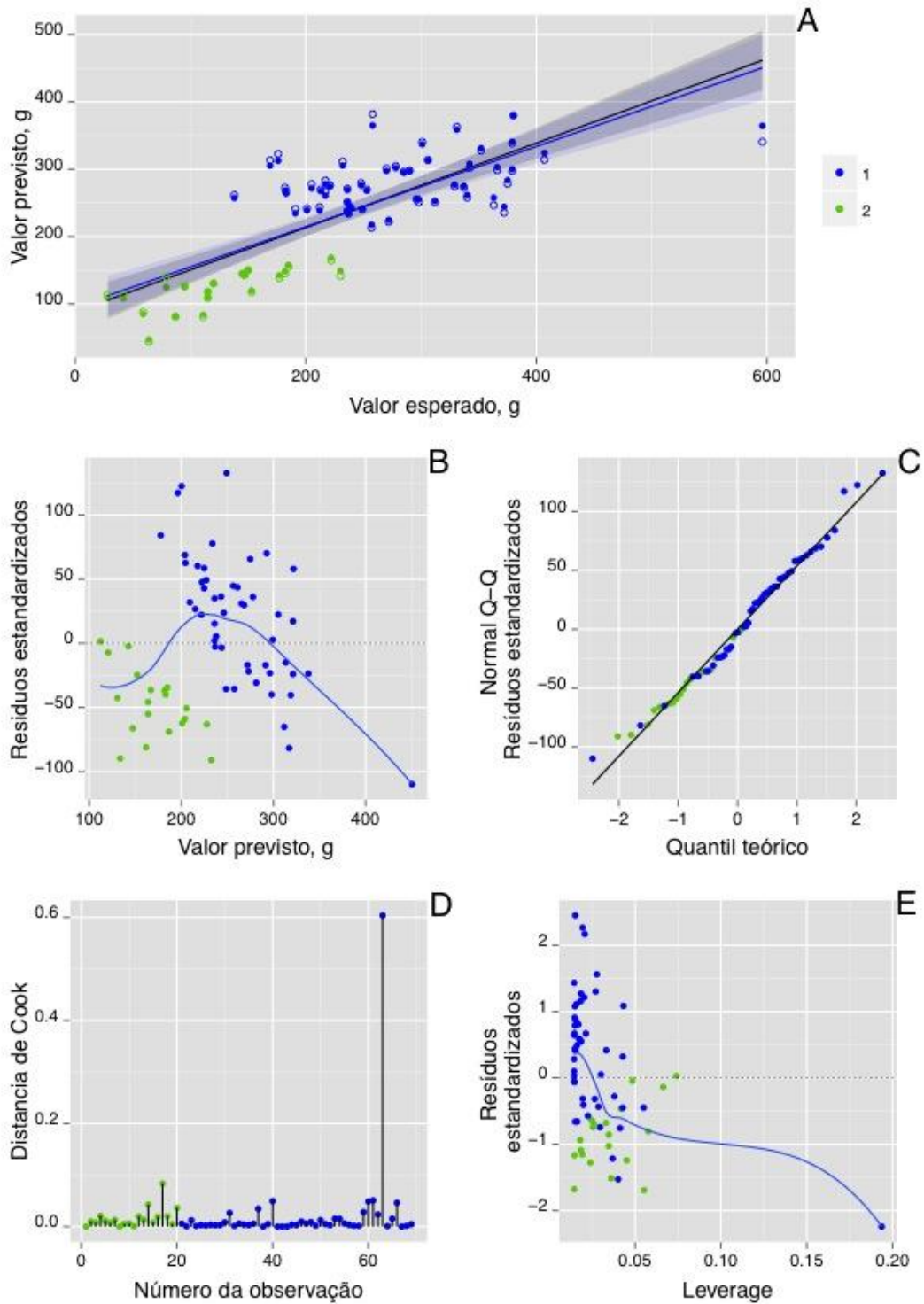


Figura 10 – Resultados da RLM obtidos para o peso de gordura omental função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e cabritos Serranos (**Estudo 3**):

A – gráfico do valor previsto pelo modelo em função do valor esperado para os dados originais (pontos marcados com círculo preenchido) e para os dados associados à validação cruzada LOO (pontos marcados com círculos);

B – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor previsto;

C – gráfico normal Q-Q dos resíduos estandarizados em função do quantil teórico;

D – gráfico da distância de Cook em função do número de observação;

E – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor “Leverage”.

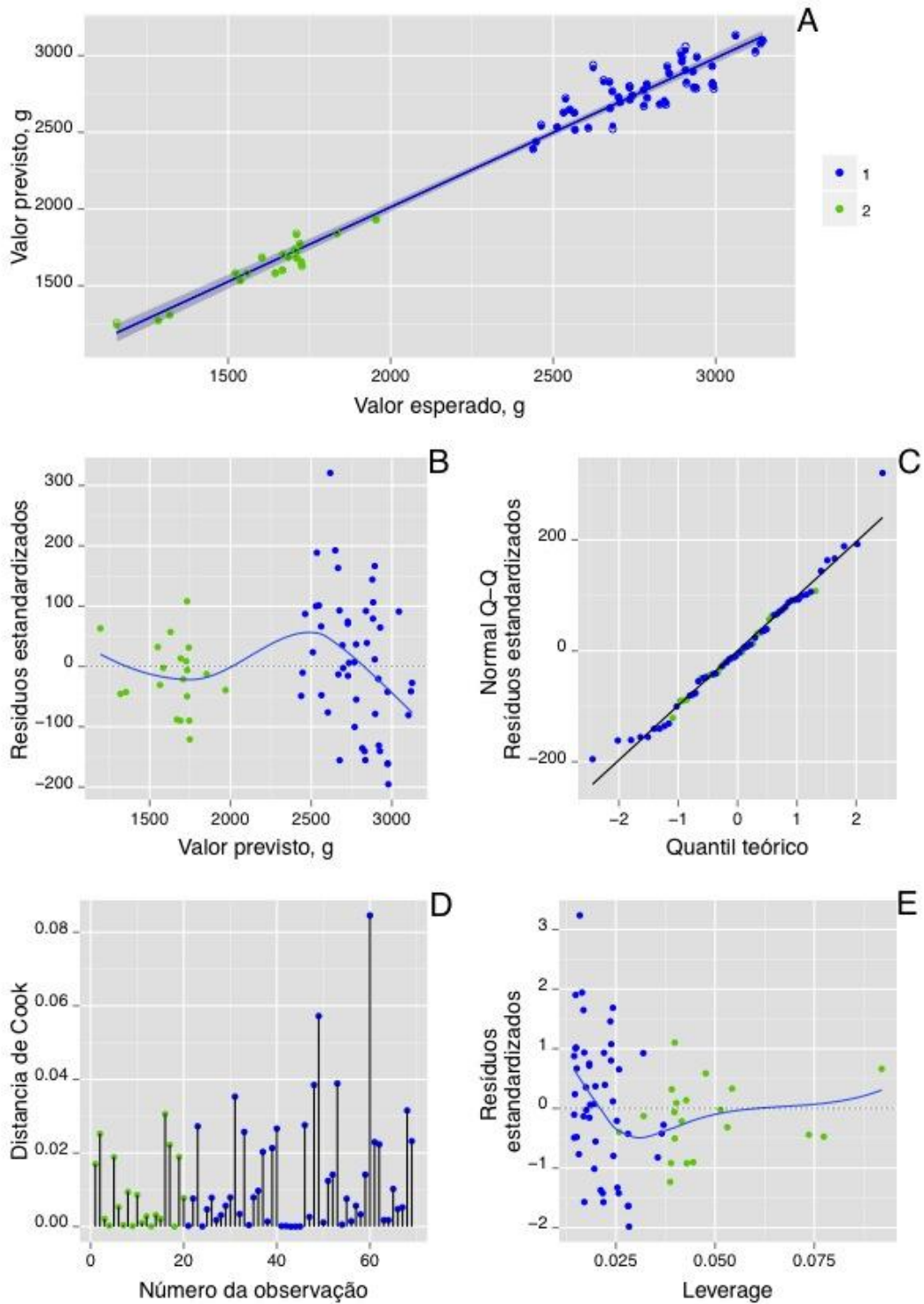


Figura 11 – Resultados da RLM obtidos para o peso de músculo em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os ovinos Ternasco e cabritos Serranos (**Estudo 3**):

- A – gráfico do valor previsto pelo modelo em função do valor esperado para os dados originais (pontos marcados com círculo preenchido) e para os dados associados à validação cruzada LOO (pontos marcados com círculos);
- B – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor previsto;
- C – gráfico normal Q-Q dos resíduos estandarizados em função do quantil teórico;
- D – gráfico da distância de Cook em função do número de observação;
- E – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor “Leverage”.

#### 6.2.4. Avaliação dos modelos lineares de previsão obtidos do Estudo 4

No Estudo 4 usaram-se os dados obtidos para os borregos Churra Galega Bragançana (**Grupo III**) e para as cabras *Blanca* Celtibérica (**Grupo IV**), com cinco variáveis independentes: U\_COST, U\_LOM, PV, PCF e P\_1/2\_CC. Tal como efetuado nos estudos anteriores, na Tabela 8 apresentam-se os resultados obtidos ao nível dos modelos de regressão linear múltipla e das relações lineares entre os valores previstos pelo modelo e os valores esperados (experimentais). A variável independente PV nos modelos, em geral, prevaleceu significativa ( $p \leq 0.05$ ) enquanto que, a constante nos modelos é significativa em apenas seis modelos.

Na relação linear entre os valores experimentais de cada uma das dez variáveis dependentes e os valores previstos com o modelo linear múltiplo obtido usando as variáveis independentes estudadas (U\_COST, U\_LOM, PV, PCF e P\_1/2\_CC), obtiveram-se coeficientes de determinação ajustados ( $R^2_{\text{ajustado}}$ ) entre 0,429 e 0,782 para as variáveis GS\_CAU, G\_PER, G\_MES, e GS; e entre 0,800 e 0,937 para as variáveis, GI, G\_OME, GRP, GT\_1/2\_CC, GTC e músculo. Para este último conjunto de variáveis dependentes, os resultados são aceitáveis. Na relação entre os valores previstos por estes modelos e os esperados, os intervalos de confiança para o declive não incluem o valor teórico, com exceção no modelo linear de previsão da massa do músculo onde foi possível obter um valor teórico próximo de um. Neste modelo, só a variável PV é significativa permitindo obter um modelo significativo não corrigido com coeficiente de determinação ajustado de 0,937. Estes resultados mostram que é possível determinar a massa do músculo de borregos Churra Galega Bragançana e cabras *Blanca* Celtibérica em conjunto.

Verifica-se que apenas nos modelos lineares de previsão das massas da G\_OME e da GTC, as variáveis ultrassons U\_COST e U\_LOM são significativas.

De forma global, pela fusão dos dados da massa dos índices corporais e da carcaça dos animais borregos Churra Galega Bragançana e cabras *Blanca* Celtibérica, só é possível prever de forma razoável os índices GI, G\_OME, GRP, GT\_1/2\_CC e GTC, por os erros envolvidos serem elevados. Para estes modelos, os declives e ordenada na origem obtidos da relação linear entre os valores previstos pelo modelo linear múltiplo e os esperados, não podem ser considerados como os teóricos (os valores um e zero não estão dentro dos intervalos de confiança).

Tabela 8 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os borregos Churra Galega Bragançana e cabras *Blanca* Celtibérica (**Estudo 4**)

Variável dependente	Modelo <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	
G_OME, gordura omental	Ord_Origem *** U_COST *** U_LOM *** PV * PCF *** P_1/2_CC *	0,831 ***	[0,760;0,901]	312,0 **	[127,2;496,8]	0,816
G_MES, gordura mesentérica	Ord_Origem *** U_COST U_LOM PV PCF *** P_1/2_CC ***	0,795 ***	[0,719;0,871]	214,2 ***	[110,6;317,7]	0,778
G_PER, gordura pericárdica	Ord_Origem * U_COST * U_LOM PV PCF * P_1/2_CC	0,654 ***	[0,564;0,743]	37,1 ***	[25,1; 49,1]	0,630
GS_CAU, gordura subcutânea na cauda	Ord_Origem U_COST U_LOM PV *** PCF P_1/2_CC	0,458 ***	[0,363;0,552]	26,9 ***	[20,9; 32,8]	0,429

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*; ]0.001; 0.01] \*\*; ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada “leave-one-out”.

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup><sub>ajustado</sub> - Coeficiente de determinação ajustado.

Tabela 8 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os borregos Churra Galega Bragançana e cabras *Blanca* Celtibérica (**Estudo 4**) – continuação

Variável dependente	Modelo <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	
GTC, gordura total corporal	Ord_Origem *** U_COST * U_LOM ** PV *** PCF ** P_1/2_CC	0,903 ***	[0,849;0,957]	826,8 **	[244,6;1408,9]	0,899
GS, gordura subcutânea	Ord_Origem U_COST U_LOM * PV *** PCF P_1/2_CC ***	0,798 ***	[0,723;0,873]	232,0 ***	[127,2;336,8]	0,782
GI, gordura intermuscular	Ord_Origem * U_COST U_LOM PV *** PCF * P_1/2_CC ***	0,808 ***	[0,736;0,881]	264,7 ***	[155,7;373,7]	0,800
GRP, gordura renal e pélvica	Ord_Origem *** U_COST U_LOM PV *** PCF * P_1/2_CC	0,839 ***	[0,771;0,907]	112,6 ***	[52,9; 172,2]	0,830

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*; ]0.001; 0.01] \*\*; ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada "leave-one-out".

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup><sub>ajustado</sub> - Coeficiente de determinação ajustado.

Tabela 8 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os borregos Churra Galega Bragançana e cabras *Blanca* Celtibérica (**Estudo 4**) – continuação

Variável dependente	Modelo <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
GT_1/2_CC, gordura total de meia carcaca corrigida	Ord_Origem U_COST U_LOM PV *** PCF P_1/2_CC ***	0,867 ***	[0,804;0,929]	430,3 ***	[196,6;664,0]	0,860
MÚSCULO	Ord_Origem U_COST U_LOM PV *** PCF P_1/2_CC	0,953 ***	[0,909;0,998]	290,3 *	[5,1; 575,4 ]	0,937

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*; ]0.001; 0.01] \*\*; ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada "leave-one-out".

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup>ajustado - Coeficiente de determinação ajustado.

Seis modelos usam apenas variáveis de peso corporal e da carçaca mas, nos modelos de G\_OME, G\_PER, GTC e GS, as duas medidas de ultrassons são significativas para os modelos.

Tal como nos estudos anteriores, apresentam-se nas Figuras 12 e 13, dois exemplos que traduzem o pior e melhor modelos obtidos, a apreciação global dos resultados do modelo obtidos para as variáveis G\_PER ( $R^2_{ajustado} = 0,630$ ) e músculo ( $R^2_{ajustado} = 0,937$ ).

Na variável G\_PER, pela análise do gráfico A da Figura 12, verificou-se a existência de alguns pontos que estão próximos da reta (valores previstos vs. valores esperados) sugerindo que a amostra segue uma tendência linear. Em relação aos resíduos em função do valor previsto (gráfico B), sugere uma independência de resíduos, pressupondo a existência de uma relação linear entre as variáveis. No gráfico C da Normal Q-Q, os valores representados distribuem-se mais ou menos na diagonal principal sugerindo uma distribuição normal dos erros. Pela análise do gráfico D, não existem observações superiores a 1, logo não são muito influentes na estimação dos coeficientes de regressão. No gráfico E da influência “Leverage” para a ponderação da variância dos erros, verifica-se que não apresenta “outliers”.

Os resultados da variável músculo, pela análise do gráfico A, mostram que a relação entre as variáveis previstas e as esperadas tem uma nítida tendência linear. Observando o gráfico B em relação aos resíduos em função do valor previsto, estes distribuem-se de forma aleatória em torno do zero (independência de resíduos). No gráfico C da Normal Q-Q, observa-se uma distribuição normal dos erros, com um ligeiro enviesamento dos pontos em relação à linha teórica. Em relação à distância de Cook (gráfico D), as observações são excessivamente influentes na estimação dos coeficientes de regressão (existem observações onde a distância de Cook é superior a 1). Esta informação embora indique a presença de “outliers” para os valores centrados da influência “Leverage” (gráfico E), são valores extremos e não “outliers” pois resultam de medições em animais com índices corporais extremos referenciados para o **Grupo IV** (Cabras *Blanca* Celtibérica).

Os resultados mostram que os modelos de regressão linear múltipla obtidos podem ser usados na previsão das massas corporais dos animais em estudo.

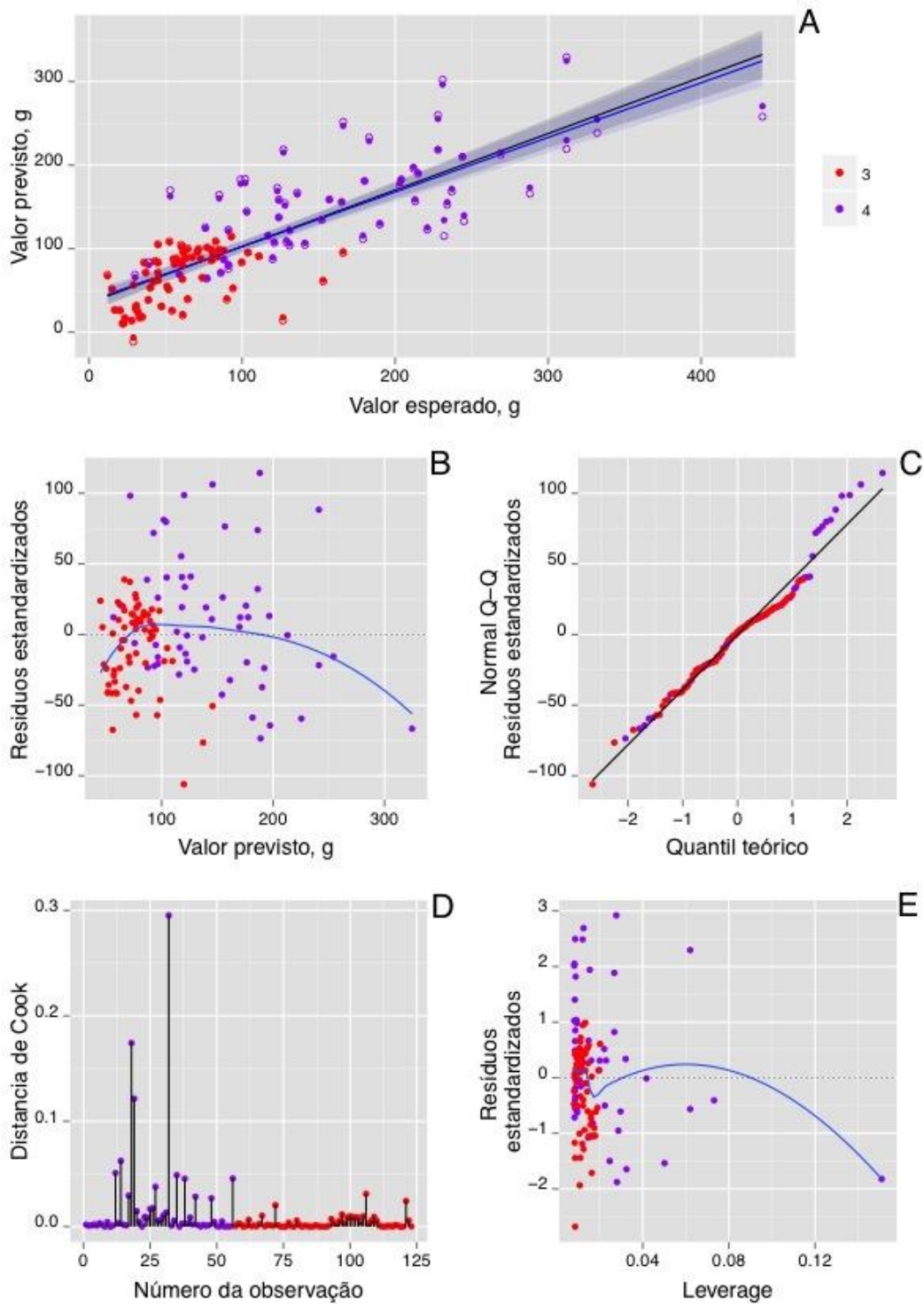


Figura 12 – Resultados da RLM obtidos para o peso de gordura pericárdica em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os borregos Churra Galega Bragançana e cabras *Blanca* Celtibérica (**Estudo 4**):

- A – gráfico do valor previsto pelo modelo em função do valor esperado para os dados originais (pontos marcados com círculo preenchido) e para os dados associados à validação cruzada L00 (pontos marcados com círculos);
- B – gráfico dos resíduos estandardizados em função do valor previsto;
- C – gráfico normal Q-Q dos resíduos estandardizados em função do quantil teórico;
- D – gráfico da distância de Cook em função do número de observação;
- E – gráfico dos resíduos estandardizados em função do valor "Leverage".

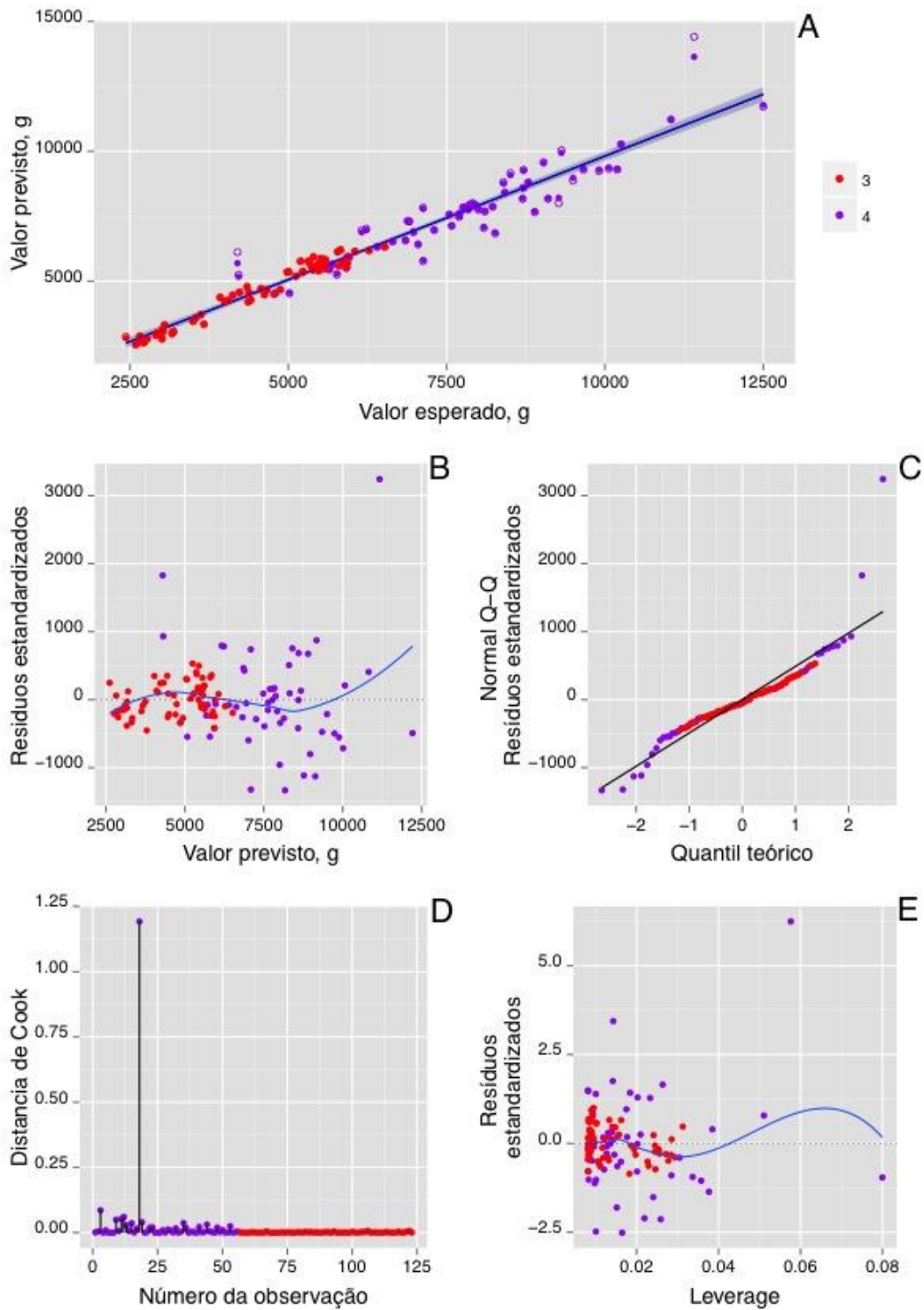


Figura 13 – Resultados da RLM obtidos para o peso de músculo em função de duas medidas de ultrassons e três medidas de peso da carcaça e corporal para os borregos Churra Galega Bragançana e cabras *Blanca Celtibérica* (**Estudo 4**):

- A – gráfico do valor previsto pelo modelo em função do valor esperado para os dados originais (pontos marcados com círculo preenchido) e para os dados associados à validação cruzada LOO (pontos marcados com círculos);
- B – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor previsto;
- C – gráfico normal Q-Q dos resíduos estandarizados em função do quantil teórico;
- D – gráfico da distância de Cook em função do número de observação;
- E – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor “Leverage”.

### 6.2.5. Avaliação dos modelos lineares de previsão obtidos do Estudo 5

Verificou-se que neste estudo os modelos com melhores resultados para a previsão da massa dos índices corporais e da carcaça dos animais usados foram nos modelos lineares múltiplos de previsão da massa da GTC e do músculo onde se obtiveram coeficientes de determinação ajustados ( $R^2_{\text{ajustado}}$ ) de 0,921 e 0,969, respectivamente. As restantes variáveis dependentes apresentaram modelos com valores de  $R^2_{\text{ajustado}}$  a variar entre 0,538 e 0,898 (Tabela 9).

Verificou-se também que só no modelo linear múltiplo de previsão da massa do músculo foi possível obter uma relação linear, entre os valores previstos pelo modelo linear múltiplo e os esperados, cujo declive e ordenada na origem podem ser considerados os teóricos (um e zero, respectivamente). Neste modelo, todas as variáveis são significativas ( $p \leq 0.05$ ), permitindo obter um modelo significativo não corrigido, explicando 97% da variabilidade dos dados originais.

Estes resultados mostram que é possível determinar a massa do músculo de todos os animais em conjunto.

Pela fusão dos dados da massa dos índices corporais e da carcaça dos animais da base de dados global, só é possível prever de forma razoável os índices G\_PER e GS\_CAU, por os erros envolvidos serem elevados (os declives e ordenada na origem da relação linear entre os valores previstos pelo modelo linear múltiplo e os esperados para estas variáveis, não estão dentro dos intervalos de confiança).

Globalmente, verifica-se que as variáveis de peso corporal e da carcaça têm relevância para obter modelos de previsão obtidos por regressão linear múltipla para todos os grupos de animais. E devem ser sempre considerados nestes estudos.

Na Figura 14, como exemplo típico, mostram-se os resultados do modelo obtido para a variável músculo (modelo com  $R^2_{\text{ajustado}}$  de 0,969). Foi o modelo que apresentou os melhores resultados de previsão (nítida tendência linear com os valores esperados para os quatro grupos de animais) pela análise gráfica A. Neste modelo, os resíduos em função do valor previsto (gráfico B) mostram uma independência, embora se verifiquem extremos.

Tabela 9 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de três medidas de peso da carcaça e corporal para os todos os Grupos de animais (**Estudo 5**)

Variável dependente	Modelo <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
G_OME, gordura omental	Ord_Origem *** PV *** PCF *** P_1/2_CC ***	0,837***	[0,783;0,891]	205,8***	[92,3;319,3]	0,830
G_MES, gordura mesentérica	Ord_Origem *** PV PCF *** P_1/2_CC ***	0,826***	[0,770;0,881]	130,3***	[69,4;191,3]	0,819
G_PER, gordura pericárdica	Ord_Origem *** PV PCF *** P_1/2_CC**	0,751***	[0,688;0,814]	18,5***	[11,7;25,4]	0,742
GS_CAU, gordura subcutânea na cauda	Ord_Origem* PV *** PCF P_1/2_CC*	0,538***	[0,465;0,611]	18,0***	[14,2;21,9]	0,525
GTC, gordura total corporal	Ord_Origem*** PV *** PCF *** P_1/2_CC**	0,922***	[0,883;0,961]	487,9**	[151,0;824,8]	0,921
GS, gordura subcutânea	Ord_Origem PV *** PCF*** P_1/2_CC ***	0,851***	[0,799;0,903]	126,1***	[67,3;185,0]	0,845

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*, ]0.001; 0.01] \*\*, ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada "leave-one-out".

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup>ajustado - Coeficiente de determinação ajustado.

Tabela 9 – Modelos de RLM obtidos a partir dos pesos de conteúdos e depósitos da carcaça em função de três medidas de peso da carcaça e corporal para os todos os Grupos de animais (**Estudo 5**) – continuação

Variável dependente	Modelo <sup>a</sup>	Validação cruzada <sup>b</sup>				R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub> <sup>e</sup>
		Declive <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	Ord_Origem <sup>c</sup>	IC <sup>d</sup>	
GI, gordura intermuscular	Ord_Origem *** PV *** PCF *** P_1/2_CC ***	0,898***	[0,855;0,942]	105,6***	[51,8;159,4]	0,897
GRP, gordura renal e pélvica	Ord_Origem *** PV *** PCF *** P_1/2_CC	0,874***	[0,826;0,923]	61,9***	[27,7;96,1]	0,870
GT_1/2_CC, gordura total de meia carcaça corrigida	Ord_Origem PV *** PCF*** P_1/2_CC ***	0,916***	[0,876;0,956]	198,5**	[76,6;320,4]	0,914
MÚSCULO	Ord_Origem* PV *** PCF*** P_1/2_CC**	0,974***	[0,949;0,999]	127,4	[-5,2;260,1]	0,969

a) Valores de p: [0; 0.001] \*\*\*; ]0.001; 0.01] \*\*, ]0.01; 0.05] \*.

b) Resultados da validação cruzada "leave-one-out".

c) Regressão linear múltipla entre os valores previstos pelo modelo em função dos valores esperados.

d) IC - Intervalos de confiança.

e) R<sup>2</sup><sub>ajustado</sub> - Coeficiente de determinação ajustado.

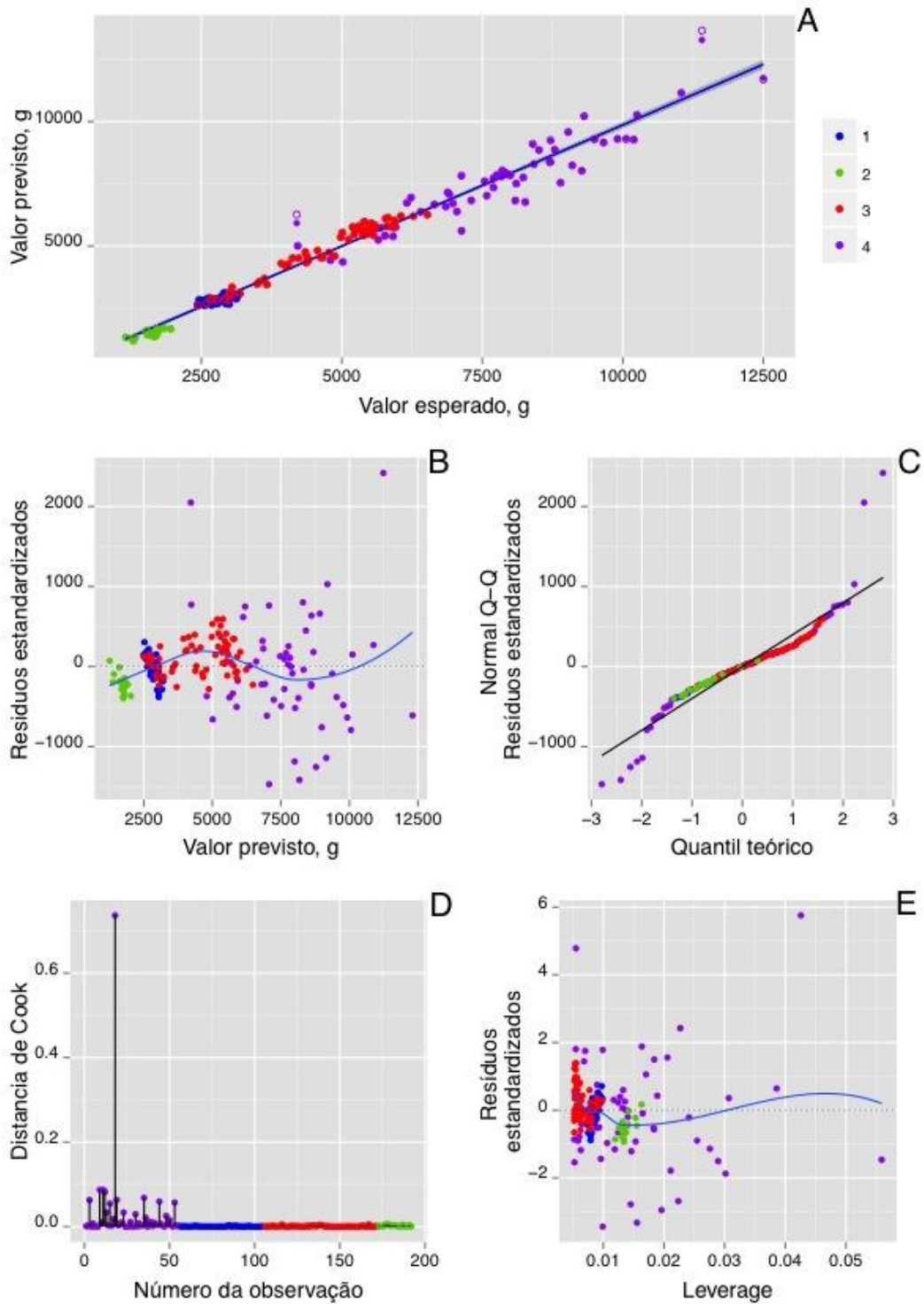


Figura 14 – Resultados da RLM obtidos para o peso de músculo em função de três medidas de peso da carcaça e corporal para todos os Grupos de animais (Estudo 5):

- A – gráfico do valor previsto pelo modelo em função do valor esperado para os dados originais (pontos marcados com círculo preenchido) e para os dados associados à validação cruzada LOO (pontos marcados com círculos);
- B – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor previsto;
- C – gráfico normal Q-Q dos resíduos estandarizados em função do quantil teórico;
- D – gráfico da distância de Cook em função do número de observação;
- E – gráfico dos resíduos estandarizados em função do valor "Leverage".

No **Estudo 5** verificou-se que a associação dos valores das quatro bases de dados, permitiu ter uma amplitude de dados elevada favorecendo o estudo da aplicabilidade de previsão dos modelos com base nos pesos corporais e da carcaça. Os resultados corroboram com o facto de as três variáveis de peso corporal e da carcaça permitirem obter modelos de regressão linear múltipla com resultados de previsão aceitáveis usando os dados de animais de duas espécies e quatro raças diferentes pois, em geral, os valores de  $R^2$  são superiores a 0,810 exceto para o modelo de G\_PER e GS\_CAU com  $R^2$  inferior a 0,750. Os coeficientes de determinação ajustados são, em geral, semelhantes aos obtidos nos outros estudos.

## 7. Considerações finais

Neste trabalho, como aspeto prático do estudo, pretendeu-se verificar se era possível obter modelos únicos para prever componentes corporais e da carcaça em função de medições de ultrassom obtidas no animal *in vivo* e que são de baixo custo e de fácil obtenção em condições de campo de animais de diferentes raças e espécies. Estas medições englobam pesos corporais e da carcaça (peso vivo, peso da carcaça fria e peso da meia carcaça corrigido que pode ser calculado a partir do peso da carcaça fria) e medidas de ultrassom. Os estudos efetuados incluíram sempre os pesos corporais e da carcaça (peso vivo, peso da carcaça fria e peso da meia carcaça corrigido) mas, diferentes medidas de ultrassons (U\_COST, U\_LOM e U\_EST) por resultarem da junção de diferentes bases de dados provenientes de trabalhos de investigação (Delfa *et al.*, 1991 e 1995<sup>c</sup>; Ripoll *et al.*, 2009; Cadavez *et al.*, 2002; Teixeira *et al.*, 2006; Teixeira *et al.*, 2008).

Por isso, a comparação dos modelos entre estudos, uma vez que os dados associados não são os mesmos, quer no número de animais, no intervalo de aplicação do modelo e quer no número de variáveis independentes, é prudente, tendo-se avaliado principalmente a capacidade dos modelos na previsão (aplicação em animais de diferentes raças e/ou espécies) e a importância das medidas de ultrassons nesses modelos. Por exemplo, no Estudo 5 obtiveram-se resultados aceitáveis e bons para os modelos das diferentes variáveis dependentes (componentes corporais e da carcaça) baseando-se só nos pesos corporais e da carcaça. Neste estudo, o intervalo de aplicação dos modelos de previsão é elevado, comparativamente aos usados noutros estudos, com maior abrangência (aplicação) e os resultados obtidos são indicativos de que é possível ter modelos únicos para diferentes raças e espécies de animais.

Nos outros estudos, constatou-se a inclusão de medidas de ultrassons em modelos de previsão junto com variáveis de pesos corporais e da carcaça, bem como, a obtenção de modelos só com medidas de ultrassom. Estes resultados mostram que as medidas de ultrassom são importantes neste estudo, por serem significativas nos modelos, podendo-se inferir que trazem informação relevante para melhorar a previsão de componentes corporais e da carcaça de diferentes raças e espécies de animais. De qualquer forma, é possível verificar que 70% dos modelos de regressão

linear apresentam coeficientes de determinação, obtidos com os dados da validação cruzada, superiores a 0,80 (Tabela 10).

Tabela 10 – Coeficientes de determinação ajustados obtidos pelos modelos de RLM de todos os Estudos.

<b>Variável dependente</b>	<b>Estudo 1</b>	<b>Estudo 2</b>	<b>Estudo 3</b>	<b>Estudo 4</b>	<b>Estudo 5</b>
G_OME	<b>0,808</b>	<b>0,874</b>	0,557	<b>0,816</b>	<b>0,830</b>
G_MES	0,710	<b>0,823</b>	0,401	0,778	<b>0,819</b>
G_PER	0,516	0,731	0,036	0,630	0,742
GS_CAU	0,213	0,760	0,715	0,429	0,525
GTC	<b>0,938</b>	<b>0,925</b>	<b>0,853</b>	<b>0,899</b>	<b>0,921</b>
GS	<b>0,923</b>	<b>0,842</b>	<b>0,810</b>	0,782	<b>0,845</b>
GI	<b>0,951</b>	<b>0,910</b>	<b>0,918</b>	<b>0,800</b>	<b>0,897</b>
GRP	0,797	<b>0,878</b>	0,110	<b>0,830</b>	<b>0,870</b>
GT_1/2_CC	<b>0,953</b>	<b>0,911</b>	<b>0,869</b>	<b>0,860</b>	<b>0,914</b>
MÚSCULO	<b>0,979</b>	<b>0,959</b>	<b>0,968</b>	<b>0,937</b>	<b>0,969</b>

Em geral, estes valores são superiores aos descritos para cada uma das variáveis dependentes (principalmente dos depósitos de gordura) nos estudos onde os grupos de dados foram analisados individualmente (Delfa *et al.*, 1991 e 1995<sup>c</sup>; Ripoll *et al.*, 2009; Cadavez *et al.*, 2002; Teixeira *et al.*, 2006; Teixeira *et al.*, 2008). Algumas exceções foram encontradas, principalmente na previsão dos depósitos de gorduras mesentérica, pericárdica e subcutânea na cauda.

## **8. Conclusão**

Globalmente, este trabalho permite inferir que um estudo mais equilibrado (desenho experimental) onde se avaliam a influência das variáveis independentes (pesos corporais e da carcaça e diferentes medidas de ultrassons), fácil obtenção em condições de campo (por exemplo, matadouro), poderá levar a modelos lineares mais robustos na previsão de componentes corporais e da carcaça de diferentes raças e espécies de animais. Entre todos os parâmetros estudados a massa do músculo é a que melhor se pode prever.

## Referências Bibliográficas

Allen, P. 1990. New approaches to measuring body composition in live meat animals. In: Reducing Fat in Meat Animals. Ed. J.D. Wood e A.V. Fisher, Elsevier Applied Science pp.201-254.

Alliston, J.C. 1983. Evaluation of carcass quality in live animal. In: Sheep Production. Ed.W. Haresign, Butterworths, pp. 75-95.

Bibe, B.; Bouix, J.; Perret, G.; Brelurut, A.; Theriez, M.; Tran, G.; Bouyssiere, M. 1987. Methodes d'appréciation du gras *in vivo* chez les ovins. Journnès Rech. Ovine et caprine (11e):146-174.

Bull, C.R. 1993. A review of sensing techniques which could be used to generate images of agricultural and food materials. Computers and Electronics in Agriculture.

Cadavez, V.; Teixeira, A.; Delfa, R.; Pereira, E. 1999<sup>a</sup>. Precision de los ultrasonidos (sondas de 5 y 7,5 MHz) en la determinación del espesor de la grassa subcutánea y de la profundidad del *M. longissimus dorsi in vivo* y en la canal. ITEA. VIII Jornadas sobre Producción Animal 20 (I):122-124.

Cadavez, V.; Teixeira, A.; Delfa, R.; Pereira, E. 1999<sup>b</sup>. Precision de diferentes medidas de ultrasonidos juntos com el peso para la estimación del peso de las piezas de carnicería en corderos de raza Churra Galega Bragançana. ITEA. VIII Jornadas sobre Producción Animal 20 (I):119-121.

Cadavez, V.; Teixeira, A.; Delfa, R.; Pereira, E. 1999<sup>c</sup>. Precision de diferentes medidas de ultrasonidos juntos com el peso de la canal caliente para la estimación del peso de las piezas de carnicería en corderos de raza Churra Galega Bragançana. ITEA. VIII Jornadas sobre Producción Animal 20 (I):125-127.

Cadavez, V.; Teixeira, A.; Delfa, R. 1999<sup>d</sup>. Utilización de ultrasonidos junto com el peso vivo y el peso de la canal caliente para la estimación del peso de las piezas de

carnicería en corderos de raza Churra Galega Bragançana: comparación de sondas de 5 y 7,5 MHz. Producción ovina y caprina. SEOC, XXIV:425-432.

Cadavez, V.; Teixeira, A.; Delfa, R.; Pereira, E.; Matos, S.; Monteiro, F. 1999<sup>e</sup>. Utilização de ultrassons na determinação da espessura de tecidos *in vivo* e na carcaça quente em borregos: comparação de sondas de 5 e 7,5 nHz, IV Congresso de Zootecnia, 46<sup>o</sup> (Resumo)

Cadavez, V.; Teixeira, A.; Delfa, R.; Rodrigues, S. 2000<sup>a</sup>. Utilización de ultrasonidos y el peso vivo para la predicción *in vivo* de la composición de la canal en cordeiros. Producción ovina y caprina. SEOC, XXV:165-168.

Cadavez, V.; Teixeira, A.; Delfa, R.; Rodrigues, S. 2000<sup>b</sup>. Utilización de ultrasonidos y el peso de la canal caliente para la predicción de la composición de la canal en cordeiros. Producción ovina y caprina. SEOC, XXV:169-172.

Cadavez, V.; Rodrigues, S.; Pereira, E.; Delfa, R.; Teixeira, A. 2002. Predicción de la composición de la canal de cabritos por ultrasonografía *in vivo*. ITEA 98A N.º1:39-50.

Delfa, R.; Teixeira, A.; Blasco, I.; Rocher, F.C. 1991. Ultrasonic estimates of fat thickness, C measurement and longissimus dorsi depth in rasa aragonesa ewes with same body condition score. Options Méditerranéennes – Série Seminaires 13:25-30.

Delfa, R.; Teixeira, A.; González, C.; Blasco, I. 1992. Ultrasound estimates of the carcass composition of live Aragón lambs. Proc. 43rd Annual Meeting EAAP, p. 364.

Delfa, R.; Teixeira, A.; González, C. 1995<sup>a</sup>. Medidas realizadas con ultrasonidos en el animal vivo como predictoras de la composición de la canal y de los depósitos adiposos en el cuerpo de cabras adultas. ITEA 16:654-656.

Delfa, R.; Teixeira, A.; González, C. 1995<sup>b</sup>. Ultrasonic measurements of fat thickness and *longissimus dorsi* depth for predicting carcass composition and body fat depots of live Aragon lambs. Proc. 46<sup>th</sup> Annual Meeting of EAAP, p. 276.

Delfa, R.; Teixeira, A.; González, C.; Blasco, I. 1995<sup>c</sup>. Ultrasonic estimates of fat thickness and *longissimus dorsi* muscle depth for predicting carcass composition of live Aragon lambs. *Small Rumin. Res.* 16:159-164.

Delfa, R.; Teixeira, A.; González, C.; Vijil, E. 1996.<sup>a</sup> Ultrasonic measurements for predicting carcass quality in live goats. *Proc. 47th Annual Meeting EAAP*, p. 272.

Delfa, R.; González, C.; Vijil, E.; Teixeira, A.; TOR, M.; Gosalvez, L. 1996<sup>b</sup>. Ultrasonic measurements for predicting carcass quality and body fat depots in Ternasco of Aragon-Spain. *Proc. 47<sup>th</sup> Annual Meeting EAAP*, p. 272.

Delfa, R.; González, C.; Teixeira, A.; Valderrábano, J. 1997 Utilización de ultrasonidos en cabritos Angora como predictores de la calidad de sus canales. *ITEA* 18:733-735.

Delfa, R.; Teixeira, A.; González, C. 1998. Body weight and ultrasound as predictors of carcass quality and fat partition in adult goats. *Revista Portuguesa de Zootecnia* 2:1-16.

Delfa, R.; Teixeira, A.; González, C.; Torrano, L.; Valderrábano, J. 1999. Utilización de ultrasonidos en cabritos vivos de raza Blanca Celtibérica como predictores de la composición tisular de sus canales. *Arch. Zootec* 48:123-134.

Delfa, R.; Teixeira, A.; Cadavez, V.; Sierra-Alfranca, I. 2005. Predicción *in vivo* de la composición de la canal: técnica de los ultrasonidos y puntuación de la condición corporal. *Monografías INIA: Serie Ganadera* 3:61-87.

Fisher, A.V. 1997. A review of the technique of estimating the composition of livestock using the velocity of ultrasound. *Computers and Electronics in Agriculture* 17:217-231.

Goddard, P.J. 2000. Principios generales. In: *Ecografía Veterinaria*. Ed. Acribia, S.A., pp.1-24.

Gresham, J.D.; McPeake, S.R.; Bernard, J.K.; Henderson, H.H. 1992. Commercial adaptation of ultrasonography to predict pork carcass composition from live animal and carcass measurements. *J. Anim. Sci.* 70:631-639.

Hopkins, D.L.; Stanley, D.F.; Ponnampalan, N.E. 2007. Relationship between real-time ultrasound and carcass measures and composition in heavy sheep. *Aust. J. Exp. Agric.* 47:1304–1308.

Houghton, P.L.; Turlington, L.M. 1992. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: a review. *J. Anim. Sci.* 70:930-941.

Leeds, T.D.; Mousel, M.R.; Notter, D.R.; Zerby, H.N.; Moffet, C.A.; Lewis, G.S. 2008. B-mode, real-time ultrasound for estimating carcass measures in live sheep: Accuracy of ultrasound measures and their relationships with carcass yield and value. *J. Anim. Sci.* 86:3203–3214.

Koch, T.; Lakshmanan, S.; Brand, S.; Wicke, M.; Ram, K.; Mölein, D. 2011. Ultrasound velocity and attenuation of porcine soft tissues with respect to structure and composition: I. Muscle. *Meat Sci.* 88:51-58.

Kuhn, M.; Johnson, K. 2013. *Applied Predictive Modeling*. Springer Science + Business Media. New York, USA.

Maroco, J. 2007. *Análise Estatística - Com Utilização do SPSS*, Ed. Sílabo, Lda. 3ª edição, Lisboa.

Matos, S.; Teixeira A.; Cadavez, V.; Delfa, R.; Pereira, E. 1999. Utilização de ultrassons na estimativa da composição da carcaça de borregos da raça Churra Galega Bragançana. IX Congresso de Zootecnia 57 (Resumo).

Matos, S.A.S.V. 2002. Estimativa da composição das carcaças de Borrego de raça Churra Galega Bragançana por ultrasonografia. Tese de mestrado em produção animal. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

Peres, A.M.; Dias, L.G.; Joy, M.; Teixeira, A. 2010. Assessment of goat fat depots using ultrasound technology and multiple multivariate prediction models. *J. Anim. Sci.* 88:572-580.

Ripoll, G.; Joy, M.; Rodriguez, J.A.; Sanz, A.; Teixeira, A. 2009. Estimation of light lamb carcass composition by in vivo real-time ultrasonography at four anatomical locations. *J. Anim. Sci.* 87:1455–1463.

Ripoll, G.; Joy, M.; Sanz, A. 2010. Estimation of carcass composition by ultrasound measurements in 4 anatomical locations of 3 commercial categories of lamb. *J. Anim. Sci.* 88:3409-3418.

Simm, G. 1983. The use of ultrasound to predict the carcass composition of live cattle- a review. *Animal Breeding Abstracts* 51(12):853-875.

Simm, G. 1987. Carcass evaluation in sheep breeding programmes. In *New techniques in Sheep Production*. Ed. Maral, I.F.M., Owen, J.F., Butterworths, London, pp. 125-144.

Stanford, K.; McAllister, T.A.; MacDougall, M.; Bailey, D.R.C. 1995. Use of ultrasound for the prediction of carcass characteristics in Alpine goats. *Small Rumin. Res.* 15:195-201.

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

Silva, S.R.; Gomes, M.J.; Dias-da-Silva, A.; Gil, L.F.; Azevedo, M.T. 2005. Estimation in vivo of the body and carcass chemical composition of growing lambs by real-time ultrasonography. *J. Anim. Sci.* 83:350-357.

Silva, S.R., Afonso J.J.; Santos V.A., Monteiro A.; Guedes C.M.; Azevedo, J.M.T.; Dias-da-Silva, A. 2006. In vivo estimation of sheep carcass composition using real-

time ultrasound with two probes of 5 and 7.5 MHz and image analysis. *J. Anim. Sci.* 84:3433–3439.

Szabo, Cs.; Babinszky, L.; Verstegen, M.W.A.; Vangen, O.; Jansman, A.J.M.; Kanis, E. 1999. The application of digital imaging techniques in the vivo estimation of the body composition of pigs: a review. *Livestock Production Science* 60:1-11.

Teixeira, A.; Delfa, R.; Colomer-Rocher, F. 1989. Relationships between fat depots and body condition score or tail fatness in the Rasa Aragonesa breed. *Anim. Prod.* 49:275–280.

Teixeira, A.; Delfa, R.; Gonzalez, C.; Gosalvez, L.; Tor., M. 1995. Use of three joints as predictors of carcass and body fat depots in Blanca Celtibérica goats. *Options Méditerranéennes – Série Séminaires A* 27:121–131.

Teixeira, A.; Delfa, R. 1997. The use of ultrasonic measurements assessed with two probes in live lambs for prediction the carcass composition. 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production 3:295.

Teixeira, A.; Delfa, R. 2006. Utilização de ultrassons na predição da composição de carcaças de caprinos e ovinos. 43<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais dos Simpósios. Suplemento da Revista Brasileira de Zootecnia 35:691-702.

Teixeira, A.; Matos, S.; Rodrigues, S.; Delfa, R.; Cadavez, V. 2006. In vivo estimation of lamb carcass composition by real-time ultrasonography. *Meat Sci.* 74:289-295.

Teixeira, A. 2008. Avaliação “in vivo” da composição corporal e da carcaça de caprinos – uso de ultrasonografia. *Revista Brasileira de Zootecnia. Suplemento especial.* 37:191-196.

Teixeira, A; Joy, M.; Delfa, R. 2008. In vivo estimation of goat carcass composition and body fat partition by real-time ultrasonography. *J. Anim. Sci.* 86:2369-2376.

Twaites, C.J. 1984. Ultrasonic estimation of carcass composition. Australian Meat Research Committee 47:1-31.

Topel, D.G.; Kauffman, R. 1988. Live animal and carcass composition measurement. In Designing Foods. Animal Product Options in the Marketplace. National Research Council, pp. 258-272.

Turlington, L.M. 1989. Live animal evaluation of carcass traits for swine and sheep using real-time ultrasound. Msc. Thesis. Kansas State University, pp. 1-76.

Wells, P.N.T. 1991. The description of animal form and function. Livestock Production Science 27:19-33.

Whittaker, A.D.; Park, B.; Thane, B.R.; Miller, R.K.; Savell, J.W. 1992. Principles of ultrasound and measurements of intramuscular fat. J. Anim. Sci. 70:942-952.