



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

Estudo de características relacionadas com a carcaça e a qualidade da carne numa linha de suínos Duroc Ibérico

Gustavo dos Reis Faria

Coimbra, julho 2019



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

Estudo de características relacionadas com a carcaça e a qualidade da carne numa linha de suínos Duroc Ibérico

Coimbra, julho 2019

Gustavo dos Reis Faria

Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Constituição do Júri

Presidente do Júri:

Prof. Doutora Sofia Duarte

Arguente:

Prof. Doutor Paulo Reis Branco Pardal

Orientador:

Prof. Doutor Nuno Carolino

Orientador Interno

Prof. Doutor Nuno Carolino

Coorientadores Internos

Dra. Elisabete Martins

Orientadores Externos

Dr. João Cordeiro (Topigs Portugal)

Dissertação do Estágio Curricular do Ciclo de Estudos Conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Veterinária da EUVG

Agradecimentos

À minha família, em especial aos meus pais e avós, por toda a educação e apoio que sempre me deram e por acreditarem que o conhecimento e a competência são o caminho certo para um futuro melhor, sem eles não seria a pessoa que sou hoje e nada disto seria possível.

Ao meu orientador interno Prof. Nuno Carolino e à minha coorientadora interna Dra. Elisabete Martins por terem aceite o desafio de me tutorarem e por terem partilhando comigo os seus conhecimentos e sugestões necessárias à elaboração deste trabalho.

A todos os professores da EUVG pelos conhecimentos transmitidos ao longo do curso.

A todas as pessoas que me ajudaram e integraram no meu local de estágio, tanto em Espanha como em Portugal.

A todos os meus amigos que me apoiaram e acompanharam ao longo deste percurso académico.

Por fim, mas não por último, à minha namorada que foi a pessoa mais importante ao longo destes últimos anos, por me apoiar incondicionalmente, pela amizade e pela paciência que tem sempre para comigo.

Índice Geral

Agradecimentos	iii
Índice de Figuras	v
Índice de Gráficos	vi
Índice de Tabelas	vii
Lista de Abreviaturas	viii
Resumo	2
Abstract	3
1. Introdução	4
2. Materiais e Métodos	5
2.1 Amostra	5
2.2 Recolha de dados	5
2.3 Análise Estatística	6
3. Resultados	8
3.1 Características da carcaça e da qualidade da carne	8
3.2 Correlação das diferentes metodologias de avaliação da gordura intramuscular	9
3.3 Análise de variáveis preditoras da gordura intramuscular química	9
3.4 Análise dos parâmetros da carcaça e da qualidade da carne dos animais abatidos	10
4. Discussão e Conclusões	14
Referências Bibliográficas	18
Anexo 1	23
Anexo 2	24
Anexo 3	25

Índice de Figuras

Figura 1 - Esquema representativo da medição da profundidade do lombo e da espessura da gordura dorsal

Figura 2 - Padrões de qualidade da carne da National Pork Producers Council

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Variação do peso da carcaça por dia de idade em função da idade ao abate

Gráfico 2 - Variação da percentagem do peso das peças em função do peso da carcaça

Gráfico 3 - Variação da humidade, Minolta L*, Minolta b* e gordura intramuscular química em função do peso da carcaça

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das características da amostra e das carcaças da amostra

Tabela 2 - Estatísticas descritivas dos parâmetros da qualidade da carne da amostra

Tabela 3 - Coeficiente de correlação de *Pearson* entre os vários métodos de medição da gordura intramuscular medidos no músculo *longissimus*

Tabela 4 - Variáveis preditoras da gordura intramuscular química (coeficiente de determinação)

Tabela 5 - Estatísticas descritivas das características da carcaça e da qualidade da carne

Tabela 6 - Resultados da análise do efeito do varrasco nas características da carcaça e da qualidade da carne (teste Z)

Tabela 7 - Resultados da análise de variância do peso da carcaça por dia de idade e no peso percentual das peças (análise de variância do tipo 3)

Tabela 8 - Resultados da análise de variância dos parâmetros da qualidade da carne (análise de variância do tipo 3)

Tabela 9 - Médias dos quadrados mínimos \pm erro padrão do peso da carcaça por dia de idade e da percentagem de peso das peças por lote

Tabela 10 – Médias dos quadrados mínimos \pm erro padrão do peso da carcaça por dia de idade e da percentagem de peso das peças por lote

Lista de Abreviaturas

COR - Cor NPPC
CRA - Capacidade de retenção da água
cm - Centímetros
EGD - Espessura da gordura dorsal
EGP - Espessura da gordura do presunto
EM - Energia metabólica
GIM - Gordura intramuscular
GIMQ - Gordura intramuscular química
GIMU - Gordura intramuscular medida por ultrassonografia
HUM - Humidade
kg - Kilograma
kg/d - Kilograma por dia
km - Quilómetros
L - Lisina
MARM - Marmoreado
MinoltaA - Valor de minolta a*
MinoltaB - Valor de minolta b*
MinoltaL - Valor de minolta L*
mg - Microgramas
Mhz - Megahertz
mm - Milímetros
PB - Proteína bruta
PBa - Peso da barriga
PC - Peso da carcaça
PCD - Peso da carcaça dia
PL - Peso do lombo sem osso
PLO - Peso do lombo com osso
PO - Peso do ombro
PPa - Peso da paleta
PPL - Percentagem do peso do lombo
PPPa - Percentagem do peso da paleta
PPPr - Percentagem do peso do presunto
PPr - Peso do presunto
PROFL - Profundidade do lombo
PV - Peso vivo
QTL's - *Quantitative trait loci*
SNP's - *Single nucleotide polymorphism*
® - Marca registada
% - Percentagem

Estudo de características relacionadas com a carcaça e a qualidade da carne numa linha de suínos Duroc Ibérico

Gustavo Faria^a, João Cordeiro^b, Elisabete Martins^a, Nuno Carolino^{ac}

^a Departamento de Medicina Veterinária, Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes 197, Campus Universitário - Bloco B, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal (gustavoreisfaria@gmail.com)

^b Topigs Norsvin, Rua D^a Inês de Castro, n^o 89, 2870-414, Montijo, Portugal

^c Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. Polo de Investigação da Fonte Boa Fonte Boa, 2005-048, Vale de Santarém, Portugal

Resumo

A raça Duroc tem sido amplamente usada em Espanha e Portugal como linha finalizadora, pela sua excelente taxa de crescimento associada a carnes com boas características sensoriais e boas características para a cura de presuntos.

O presente estudo teve como objetivos caracterizar os parâmetros da carcaça e da qualidade da carne de uma linha de Duroc Ibérico; comparar diferentes metodologias de avaliação da gordura intramuscular (marmoreado, gordura intramuscular química e gordura intramuscular medida por ultrassonografia); investigar potenciais preditores da gordura intramuscular química; e estudar potenciais efeitos nos parâmetros da carcaça e da qualidade da carne.

Foram estudados 503 animais, com idades e peso finais, respetivamente, de 24 semanas e 115 kg, produzidos sob as mesmas condições de manejo e regime alimentar. A medição da profundidade do lombo, espessura da gordura dorsal e a percentagem de gordura intramuscular foi realizada por ultrassonografia. Os parâmetros subjetivos e objetivos da qualidade da carne foram analisados a partir de uma fatia do músculo *longissimus* com 3-4 cm de espessura.

O varrasco, o lote, a idade ao abate e o peso da carcaça influenciaram significativamente as características da carcaça e da qualidade da carne dos animais. Observou-se uma correlação positiva e significativa ($p < 0,0001$) entre o marmoreado e a gordura intramuscular química (+0,325), e correlações não significativas ($p > 0,05$) entre a gordura intramuscular química e a gordura intramuscular medida por ultrassonografia e entre o marmoreado e a gordura intramuscular medida por ultrassonografia. A humidade, o marmoreado, o peso da barriga e o peso do lombo explicaram 39,48% da variabilidade observada na gordura intramuscular química.

Com este trabalho é possível concluir que reprodutores altamente selecionados podem ter descendentes com alguma variabilidade nas características da carcaça e da qualidade da carne e que estas características também podem ser influenciadas pelo peso total da carcaça ou da idade ao abate do animal.

Palavras-Chave: qualidade da carne, qualidade da carcaça, suíno, Duroc, gordura intramuscular, marmoreado

Abstract

The Duroc breed has been widely used in Spain and Portugal as a terminal sire line for its excellent growth rate associated with good sensory meats characteristics and good characteristics for the cure of hams.

The aim of the present study was to characterize the carcass parameters and meat quality of an Iberian Duroc line; to compare different methodologies for evaluating intramuscular fat (marbling, chemical intramuscular fat and ultrasound intramuscular fat); to investigate potential predictors of chemical intramuscular fat; and to study potential effects on carcass parameters and meat quality.

503 animals were analyzed, with ages and final weight respectively of 24 weeks and 115kg, and produced under the same management conditions and diet regime. The measurement of loin depth, backfat thickness and percentage of intramuscular fat was performed by ultrasonography. The subjective and objective parameters of meat quality were analyzed from a slice of longissimus with 3-4 cm thickness.

The boar, batch, age at slaughter and carcass weight significantly influenced the carcass characteristics and the meat quality of the animals. Was observed a positive and significant correlation ($p < 0.0001$) between marble and chemical intramuscular fat (+0.325), and non-significant correlations ($p > 0.05$) between chemical intramuscular fat and ultrasound intramuscular fat and between marbling and ultrasound intramuscular fat. Humidity, marbling, belly weight and loin weight explained 39.48% of the variability observed in chemical intramuscular fat.

With this study, it is possible to conclude that highly selected breeders may have offspring with some variability in carcass characteristics and meat quality and that these characteristics can also be influenced by carcass weight or age at slaughter.

Key words: meat quality, carcass quality, swine, Duroc, intramuscular fat, marbling

1. Introdução

A crescente procura global de carne verificada nas últimas décadas teve um impacto direto sobre a indústria suinícola, particularmente, na área do melhoramento genético, mediante uma seleção intensa, visando melhorar a eficiência da produção, nomeadamente, a velocidade de crescimento e o rendimento da carcaça, levando a melhores índices de crescimento e conversão, aumento do teor de massa magra e redução do teor de gordura na carne. Este tipo de seleção praticada nos últimos anos, resultou em carnes magras de baixa qualidade, caracterizadas pela reduzida tenrura, suculência e sabor. Para além disso, outras características que desempenham um papel importante na aceitação da carne pelo consumidor, como a cor e a capacidade de retenção de água também foram afetados negativamente (Jung *et al.*, 2015; Latorre *et al.*, 2008; Meinert *et al.*, 2008; Purslow, 2017).

Recentemente, a qualidade da carne tornou-se economicamente mais importante, principalmente pela crescente procura de alimentos diferenciados e de qualidade, de modo que as principais empresas de genética suína passaram a integrar características associadas à qualidade da carne nos seus programas de seleção (Gil *et al.*, 2008; Newcom *et al.*, 2004; Plastow *et al.*, 2005).

A qualidade da carne pode ser definida, de uma forma clássica, pelas características nutricionais e físico-químicas da sua composição (i.e. cor, capacidade de retenção de água, teor de gordura intramuscular) e por fatores sensoriais, tais como, aparência visual, cheiro, tenrura, suculência e sabor. No entanto, todas estas características da carne são variáveis pela interação de múltiplos fatores, podendo estes ter uma origem intrínseca (i.e. raça, sexo, idade, localização anatómica do músculo) e extrínseca ao animal (i.e. manejo, alimentação, atividade física do animal). A importância das características da qualidade da carne variam de país para país de acordo com o segmento de mercado a que se destinam e com as preferências do consumidor (Goulart, 2013; Meinert *et al.*, 2008; Purslow, 2017; Wood *et al.*, 2004).

Segundo Latorre *et al.* (2008) as correlações entre índices de crescimento e características de qualidade da carne são geralmente pequenas e negativas. Desta forma, a raça Duroc surge como uma alternativa interessante devido aos adequados ganhos médios diários e ao alto teor de gordura intramuscular (GIM). Esta raça tem sido amplamente usada como linha finalizadora e foi introduzida na Europa por produzir carne de melhor qualidade em comparação com as denominadas raças brancas (i.e. Landrace, Large White). O marmoreado conseguido com o alto teor de GIM, tem sido relacionado com boas características sensoriais (tenrura) da carne e como um bom indicador de qualidade para a cura de presuntos. Esse alto teor de GIM também é conseguido nos seus cruzamentos simples ou terminais, através de animais F1, tornando igualmente interessante esta raça como linha finalizadora (Latorre *et al.*, 2003; Oliver *et al.*, 1994; Ruusunen *et al.*, 2012).

Os objetivos do estudo foram: 1) caracterizar os parâmetros da carcaça e da qualidade da carne de uma linha pura Duroc abatida aos 115 kg de peso vivo (PV); 2) comparar as diferentes metodologias de avaliação da GIM: marmoreado (MARM), GIM química (GIMQ) e medida por ultrassonografia (GIMU); 3) investigar potenciais preditores da GIMQ; 4) investigar potenciais efeitos nos parâmetros da carcaça e da qualidade da carne aos 115 kg de PV.

2. Materiais e Métodos

2.1 Amostra

O presente estudo foi realizado numa exploração de suínos em regime intensivo de ciclo fechado. Foram seguidos do desmame ao abate 503 fêmeas de raça Duroc (n=503), com idades e pesos finais, respetivamente, de 24 semanas (23 a 28 semanas) e 115 kg (92 a 172 kg), produzidos em manejo de bandas de quatro semanas sob as mesmas condições de manejo e regime alimentar idêntico, entre outubro de 2016 e junho de 2018.

Os animais foram alimentados com ração comercial *ad libitum* com 17 % de proteína bruta (PB), 1,3 % de lisina (L) e 3302 kcal/kg de energia metabólica (EM) desde as duas semanas de idade e até atingirem os 20 kg de PV; 15,5 % de PB, 1,1 % de L e 3208 kcal/kg de EM duas semanas antes de entrarem na engorda e até quatro semanas após entrarem na engorda; e 15,3 % de PB, 0,9 % de L e 3161 kcal/kg de EM até atingirem o peso de abate.

2.2 Recolha de dados

Os animais foram pesados individualmente ao nascimento, às 9-10 semanas de vida e, novamente, às 24 semanas de vida (mínimo 22 e máximo 28 semanas de vida), 4 a 19 dias antes do abate. A medição da profundidade do lombo (PROFL), espessura da gordura dorsal (EGD) e a percentagem de GIM foi realizada no momento da terceira pesagem, utilizando um ecógrafo Exago® (ECM Co., Angouleme, França) com uma sonda linear de 12,8 cm e 3.5 Mhz e o programa Biosoft Toolbox® (Biotronics Inc., Ames, Iowa, EUA) para suínos (versão 2.6.0.3).

Para medir a PROFL e a EGD foram captadas quatro imagens, a aproximadamente 5 cm da linha média dorsal e paralelamente à mesma, em dois pontos distintos (Anexo 1).

Para medir a percentagem de GIM foram captadas seis imagens paralelamente à linha média do animal, entre a 9ª e a 13ª costelas e aproximadamente a 5 cm da linha média. As imagens foram utilizadas para prever a percentagem de GIM no músculo *longissimus* com uma área de interesse de 80 x 80 *pixels*.

Durante as medições ecográficas os animais encontravam-se imobilizados e ligeiramente suspensos com a ajuda de um sistema hidráulico que elevava o animal. O lado esquerdo de cada animal foi selecionado para as diversas medições.

Em cada lote, 25 animais não selecionados para futuros reprodutores, mas aparentados (irmãs e meias-irmãs) com os animais selecionados, foram enviados para matadouro localizado a 300 km da exploração, onde se realiza o abate e a desmancha dos animais. Após a sangria e evisceração, o peso quente das carcaças (PC) foi registado. As diferentes partes nobres da carcaça (presunto, paleta e lombo) foram desmanchadas 24 horas *post-mortem* e pesadas individualmente.

A avaliação visual (subjéctiva) do marmoreado e da cor da carne foi feita após a desmancha, de acordo com uma escala standardizada de cor e marmoreado da National Pork Producers Council (NPPC, 1999) (Anexo 2). Essa avaliação foi feita a uma fatia do músculo *longissimus* com 3-4 cm de espessura, de cada animal, cortada na mesma zona onde foram realizadas as medições ecográficas.

Cada fatia foi posteriormente enviada para análise laboratorial onde se mediu: a capacidade de retenção de água (CRA) com o filtro Blauband de 45 mm de diâmetro (Schleicher & Schuell BioScience GmbH, Dassel, Alemanha); a percentagem de GIM pelo método Soxhlet; e a cor usando o colorímetro portátil modelo CR-400/410 (Minolta Limited, Milton Keynes, Reino Unido) com uma iluminação D65 e um diâmetro de abertura 8 mm, para obter os valores de L* (luminosidade), a* (cromaticidade vermelho-verde) e b* (cromaticidade amarelo-azul), através do sistema de coordenadas CIELab (Commission Internationale de l'Eclairage, 1986).

A humidade foi calculada pela diferença de PC ao abate e 24 horas depois.

2.3 Análise Estatística

Os dados foram compilados e editados em Excel® e todos os parâmetros foram submetidos a análises preliminares, através do PROC MEANS e do PROC FREQ do programa Statistical Analysis System® (SAS® 9.4; SAS Institute Inc., Cary, CN, EUA). Posteriormente, através do PROC CORR do programa SAS®, estimaram-se os coeficientes de correlação de *Pearson*, de forma a quantificar a intensidade e a direcção da relação linear entre os diversos métodos de medição da GIM.

A GIMQ foi analisada com o PROC REG do programa SAS®, com as opções *forward* e *backward* e um critério de significância $p < 0.05$, respectivamente, de inclusão e rejeição, e com um modelo que incluiu as variáveis: PC, peso da carcaça por dia de idade (PCD), peso do lombo com osso (PLO), peso do lombo sem osso (PL), percentagem do peso do lombo sem osso (PPL), peso da barriga (PBa), peso do presunto (PPr), percentagem do peso do presunto (PPPr), espessura de gordura do presunto (EGP), peso do ombro (PO), peso da paleta (PPa), percentagem do peso da paleta (PPPa), minolta L* (MinoltaL), minolta a* (MinoltaA), minolta b* (MinoltaB), cor NPPC (COR), humidade

(HUM), MARM, EGD, PROFL e CRA. O objetivo desta análise foi determinar um conjunto de variáveis preditoras da GIMQ.

O método *forward* parte da suposição de que o modelo de análise não tem qualquer variável, mas apenas a interceção. Posteriormente vai adicionar sequencialmente cada variável, desde que tenha um efeito significativo ($p < 0.05$) e iniciando com a variável com maior influência na GIMQ.

O método *backward* utiliza uma sequência inversa. Inclui inicialmente todas as variáveis e, posteriormente, por etapas, verifica individualmente se cada variável deve ou não ser retirada do modelo em função do seu nível de significância ($p < 0.05$). A decisão de rejeição de cada variável é baseada em testes F parciais, que são calculados para cada variável como se fosse a última a entrar no modelo.

As características da carcaça e da qualidade da carne, designadamente, PCD, PPL, PPPr, PPPa, CRA, HUM, COR, MinoltaL, MinoltaA, MinoltaB, MARM e GIMQ foram analisadas com um modelo misto (equação 1), através do PROC MIXED do programa SAS®, que incluiu os efeitos fixos do lote; da idade ao abate e do peso da carcaça (considerados como covariáveis); os varrascos foram considerados como efeito aleatório. O objetivo desta análise foi investigar se existia algum fator a influenciar os parâmetros da carcaça e da qualidade da carne.

Foram ainda testados outros efeitos fixos, nomeadamente, o MARM, GIMQ, EGP e a HUM, mas como estes fatores não apresentaram um efeito significativo ($p > 0.05$) foram retirados do modelo final de análise.

$$y = X\beta + Z\gamma + e \quad (\text{equação 1})$$

em que y representa os valores da variável de resposta (características da carcaça e das qualitativas da carne), β são os efeitos fixos considerados (lote, idade ao abate e o peso da carcaça), γ o efeito aleatório, designadamente, o efeito do pai (varrasco), e representa o erro residual; X e Z são as matrizes de incidência que relacionam, respetivamente, os efeitos fixos (β) e o efeito aleatório (γ) com os registos da variável de resposta (y).

3. Resultados

3.1 Características da carcaça e da qualidade da carne

Nas Tabelas 1 e 2 estão representados os valores médios, mínimos e máximos, os desvios padrão e os coeficientes de variação dos principais parâmetros da carcaça e da qualidade da carne desta linha de Duroc.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das características da amostra e das carcaças da amostra

Variável	N	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de variação (%)	Mínimo	Máximo
PV (kg)	453	115,34	8,38	7,27	92,00	172,00
PC (kg)	470	91,72	7,16	7,81	71,23	111,78
Idade (d)	453	171,89	5,29	3,08	161,00	202,00
PCD (kg/d)	420	0,51	0,04	7,64	0,39	0,62
EGD (mm)	453	14,23	2,88	20,26	7,30	23,90
EGP (mm)	477	30,87	8,26	26,76	10,00	60,00
PROFL (mm)	453	46,75	4,23	9,05	34,50	59,70
PL (kg)	476	2,93	0,30	10,27	2,05	3,80
PPL (%)	468	3,21	0,31	9,54	2,26	4,17
PPa (kg)	476	7,42	0,68	9,15	5,40	9,30
PPPa (%)	467	8,11	0,67	8,27	5,90	10,86
PPr (kg)	477	14,68	1,16	7,90	11,30	17,95
PPPr (%)	468	16,04	0,93	5,79	12,14	20,89

PV – peso vivo; PC – peso carcaça; Idade – idade ao abate; PCD – peso carcaça dia; EGD – espessura da gordura dorsal; EGP – espessura da gordura do presunto; PROFL – profundidade do lombo; PL – peso do lombo; PPL – percentagem do peso do lombo; PPa – peso da paleta; PPPa – percentagem do peso da paleta; PPr – peso do presunto; PPPr – percentagem do peso do presunto

Tabela 2 - Estatísticas descritivas dos parâmetros da qualidade da carne da amostra

Variável	N	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de variação (%)	Mínimo	Máximo
CRA (%)	328	78,86	3,81	4,84	69,36	93,06
HUM	474	70,65	2,98	4,22	57,67	80,20
MARM	475	2,83	0,85	29,82	1,00	5,00
GIMU (%)	485	3,93	1,04	26,35	1,40	8,40
GIMQ (%)	353	5,44	1,80	33,01	2,18	12,74
COR	475	2,84	0,88	31,13	1,00	6,00
MinoltaL	327	50,40	6,71	13,31	37,78	68,87
MinoltaA	328	7,89	1,87	23,73	3,63	14,94
MinoltaB	328	1,63	1,72	106,04	-2,13	18,33

CRA – capacidade de retenção da água; HUM – humidade; MARM – marmoreado; GIMU – gordura intramuscular medida por ultrassonografia; GIMQ – gordura intramuscular química; COR – cor subjetiva; MinoltaL – valor de minolta L*; MinoltaA – valor de minolta a*; MinoltaB – valor de minolta b*

3.2 Correlação das diferentes metodologias de avaliação da gordura intramuscular

A correlação entre os diversos métodos de medição da GIM (MARM, GIMQ e GIMU), encontra-se resumida na Tabela 3. Verificou-se que o MARM e a GIMQ apresentam uma correlação positiva significativa ($p < 0,0001$).

Tabela 3 - Coeficiente de correlação de *Pearson* entre os vários métodos de medição da gordura intramuscular medidos no músculo *longissimus*

Variável	GIMQ	GIMU
MARM	0,325*	0,072 ^{ns}
GIMQ		0,043 ^{ns}
GIMU		

^{ns} não significativo, $p > 0,05$; * Significativo para $p < 0,0001$
MARM – marmoreado; GIMQ – gordura intramuscular química;
GIMU – gordura intramuscular medida por ultrassonografia

3.3 Análise de variáveis preditoras da gordura intramuscular química

Os resultados do modelo de regressão da GIMQ foram idênticos para os dois métodos de análise (*forward* e *backward*, PROC REG). As variáveis de resposta que mais contribuem para a variância da GIMQ são, sequencialmente, a HUM, MARM, PBa e PL (Tabela 4). No seu conjunto, estas quatro variáveis explicam 39,48% da variabilidade observada na GIMQ.

Tabela 4 - Variáveis preditoras da gordura intramuscular química (coeficiente de determinação)

Variável	Valor de F	r ² Parcial
HUM	56,88*	0,18
MARM	29,62*	0,12
PBa	35,57*	0,06
PL	12,84**	0,03
r² Total		0,39

* Significativo para $p < 0,0001$; ** Significativo para $p = 0,0004$
HUM – humidade; MARM – marmoreado; PBa – peso da barriga; PL – peso do lombo;
r² = coeficiente de determinação

3.4 Análise dos parâmetros da carcaça e da qualidade da carne dos animais abatidos

Na Tabela 5 apresentam-se as estatísticas descritivas das características da carcaça e da qualidade da carne obtidas a partir de um número de registos mais reduzido (apenas parte da informação incluída nas Tabelas 1 e 2), uma vez que não se conhece o pai (varrasco) da totalidade dos animais controlados. Estes registos foram utilizados para investigar potenciais efeitos nos parâmetros da carcaça e da qualidade da carne.

Tabela 5 - Estatísticas descritivas das características da carcaça e da qualidade da carne

Variável	N	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de variação (%)	Mínimo	Máximo
PC (kg)	298	90,66	6,63	7,32	73,21	111,78
PCD (kg/d)	420	0,50	0,04	7,64	0,39	0,62
PPL (%)	297	3,25	0,30	9,16	2,26	4,17
PPPa (%)	297	8,06	0,75	9,36	5,90	10,86
PPPr (%)	298	16,08	0,96	5,95	12,14	20,89
CRA (%)	279	78,40	3,64	4,64	69,36	87,37
HUM	424	70,55	3,04	4,31	57,67	78,03
MARM	425	2,81	0,84	29,75	1,00	5,00
GIMQ (%)	288	5,19	1,11	27,12	2,18	8,94
COR	425	2,84	0,89	31,22	1,00	6,00
MinoltaL	279	51,22	6,68	13,04	38,25	68,87
MinoltaA	279	7,98	1,92	24,07	3,63	14,94
MinoltaB	279	1,54	1,52	98,60	-2,13	8,24

PC – peso carcaça; PCD – peso carcaça dia; PPL – percentagem do peso do lombo; PPPa – percentagem do peso da paleta; PPPr – percentagem do peso do presunto; CRA – capacidade de retenção da água; HUM – humidade; MARM – marmoreado; GIMQ – gordura intramuscular química; COR – cor subjetiva; MinoltaL – valor de minolta L*; MinoltaA – valor de minolta a*; MinoltaB – valor de minolta b*

Nesta avaliação observamos que o varrasco influenciou significativamente o PPL ($p=0,0001$), a PPPa, COR e MinoltaA ($p<0,05$) e a GIMQ ($p=0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6 - Resultados da análise do efeito do varrasco nas características da carcaça e da qualidade da carne (teste Z)

Variável	Valor de Z	p
PCD	0,39	0,35
PPL	2,21	0,01
PPPr	1,40	0,08
PPPa	2,15	0,02
CRA	0,41	0,34
HUM	0,66	0,26
MARM	1,40	0,08
GIMQ	1,68	0,05
COR	2,13	0,02
Minolta L*	0,67	0,25
Minolta a*	1,73	0,04
Minolta b*	1,16	0,12

Os resultados obtidos da análise de variância do tipo 3, efetuada com o modelo misto, para determinar quais os fatores que influenciam os parâmetros da carcaça e da qualidade da carne (Tabela 7), demonstram que o lote influenciou significativamente o PCD ($p < 0,01$) e o peso percentual das peças ($p < 0,05$ ou $p < 0,01$); a idade ao abate influenciou significativamente o PCD ($p < 0,01$); e o PC influenciou significativamente o peso percentual das peças ($p < 0,01$).

Tabela 7 - Resultados da análise de variância do peso da carcaça por dia de idade e no peso percentual das peças (análise de variância do tipo 3)

Fator	PCD		% de peso das peças			
	GL	Valores de F	GL	PPL	PPPr	PPPa
				Valores de F		
Lote	17	5,36**	12	2,75**	2,19*	23,10**
Idade	1	17,72**				
PC			1	50,71**	66,50**	59,79**

* Significativo para $p < 0,05$; ** Significativo para $p < 0,01$

GL – graus de liberdade; Idade- idade ao abate; PC – peso da carcaça; PCD – peso carcaça dia; PPL – percentagem do peso do lombo; PPPr -percentagem do peso do presunto; PPPa – percentagem do peso da paleta

Na Tabela 8 apresentam-se os resultados da análise de variância dos parâmetros da qualidade da carne, que revelaram no presente estudo que o lote de origem dos animais influenciou significativamente todas as características (CRA, HUM, COR e MinoltaL) ($p < 0,01$). O PC influenciou significativamente a HUM, MinoltaL e MinoltaB para $p < 0,01$ e a GIMQ para $p < 0,05$.

Tabela 8 - Resultados da análise de variância dos parâmetros da qualidade da carne (análise de variância do tipo 3)

Fator	GL	CRA	HUM	COR	MinoltaL
		Valores de F			
Lote	10	13,90**	20,13**	7,45**	104,60**
PC	1	0,00 ^{ns}	7,77**	0,07 ^{ns}	9,16**

^{ns} não significativo, $p > 0,05$; * Significativo para $p < 0,05$; ** Significativo para $p < 0,01$

GL – graus de liberdade; PC – peso da carcaça; HUM – humidade; COR – cor subjetiva; MinoltaL – valor de minolta L*

Tabela 8 - Resultados da análise de variância dos parâmetros da qualidade da carne (análise de variância do tipo 3) (continuação)

Fator	GL	MinoltaA	MinoltaB	MARM	GIMQ
Lote	10	12,96**	22,90**	9,36**	6,53**
PC	1	2,03 ^{ns}	9,29**	0,01 ^{ns}	3,79*

^{ns} não significativo, $p > 0,05$; * Significativo para $p < 0,05$; ** Significativo para $p < 0,01$
 GL – graus de liberdade; MinoltaA – valor de minolta a*; MinoltaB – valor de minolta b*;
 MARM – marmoreado; GIMQ – gordura intramuscular química

Posteriormente foram estimadas as médias dos quadrados mínimos, do peso percentual das peças e das características qualitativas da carne por lote, para quantificar as diferenças destes parâmetros em função do lote. As diferenças observadas entre lotes nestas características encontram-se reportadas, de forma detalhada, no Anexo 3.

Para quantificar a variação do PCD em função da idade ao abate, estimou-se o respetivo coeficiente de regressão do PCD na idade ao abate, que nos indica que, por cada dia a mais de idade ao abate, o PCD diminui 0,0017 kg/dia (Gráfico 1).

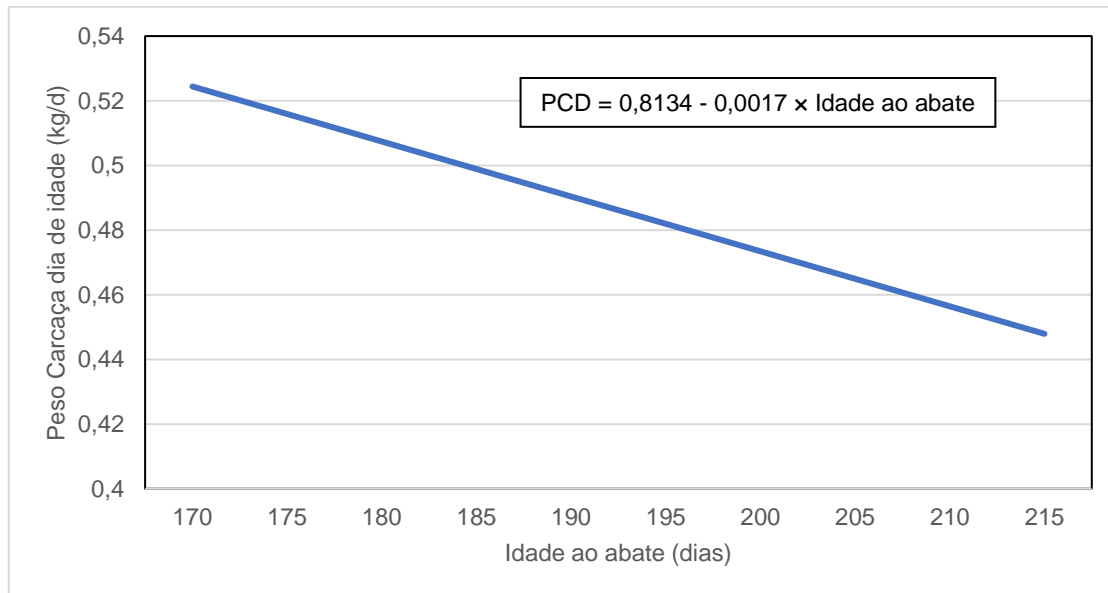


Gráfico 1 - Variação do peso da carcaça por dia de idade em função da idade ao abate

Para quantificar a variação das diferenças do peso percentual das peças em função do peso da carcaça, estimou-se individualmente os coeficientes de regressão do peso percentual das peças no peso da carcaça. As estimativas destes coeficientes de regressão indicam que, por cada kg a mais de PC, o peso percentual do lombo (PPL), PPPr e PPPa, diminuem, respetivamente, 0,02 %; 0,07 % e 0,03 % (Gráfico 2).

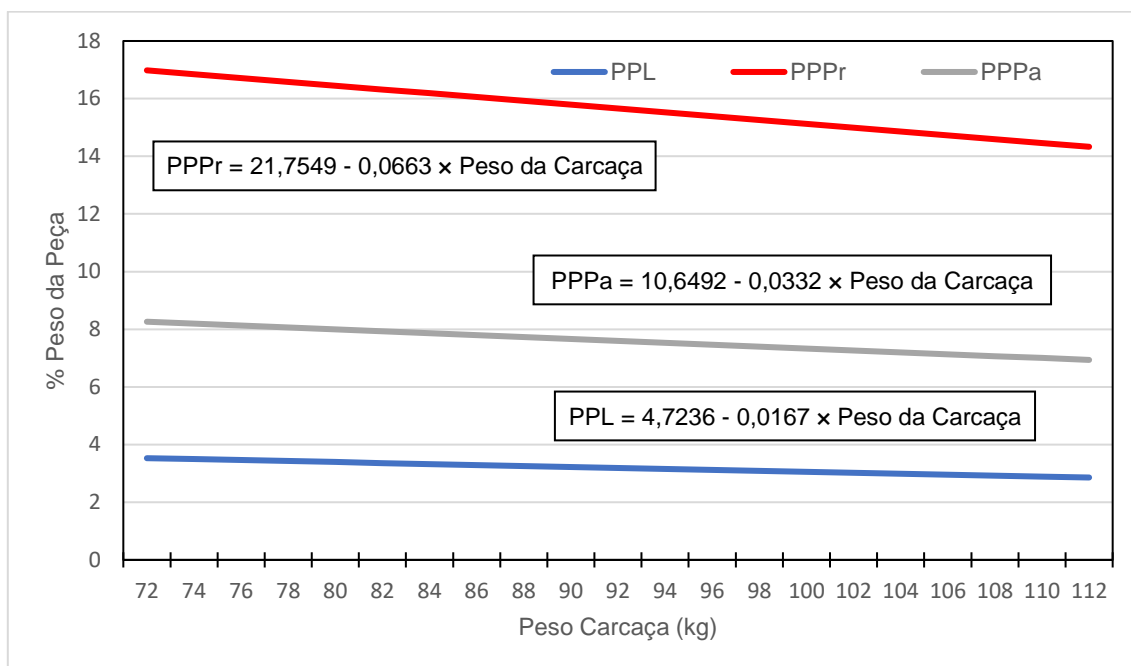


Gráfico 2 - Variação da percentagem do peso das peças em função do peso da carcaça

Para quantificar a variação de algumas características da qualidade da carne em função do peso da carcaça, estimaram-se os respetivos coeficientes de regressão das características da qualidade da carne no peso da carcaça, que nos indica quem, por cada kg a mais de PC, MinoltaL, MinoltaB e GIMQ, aumentam, respetivamente, 0,03; 0,08 e 0,02 %, enquanto que a HUM diminui 0,05 % (Gráfico 3).

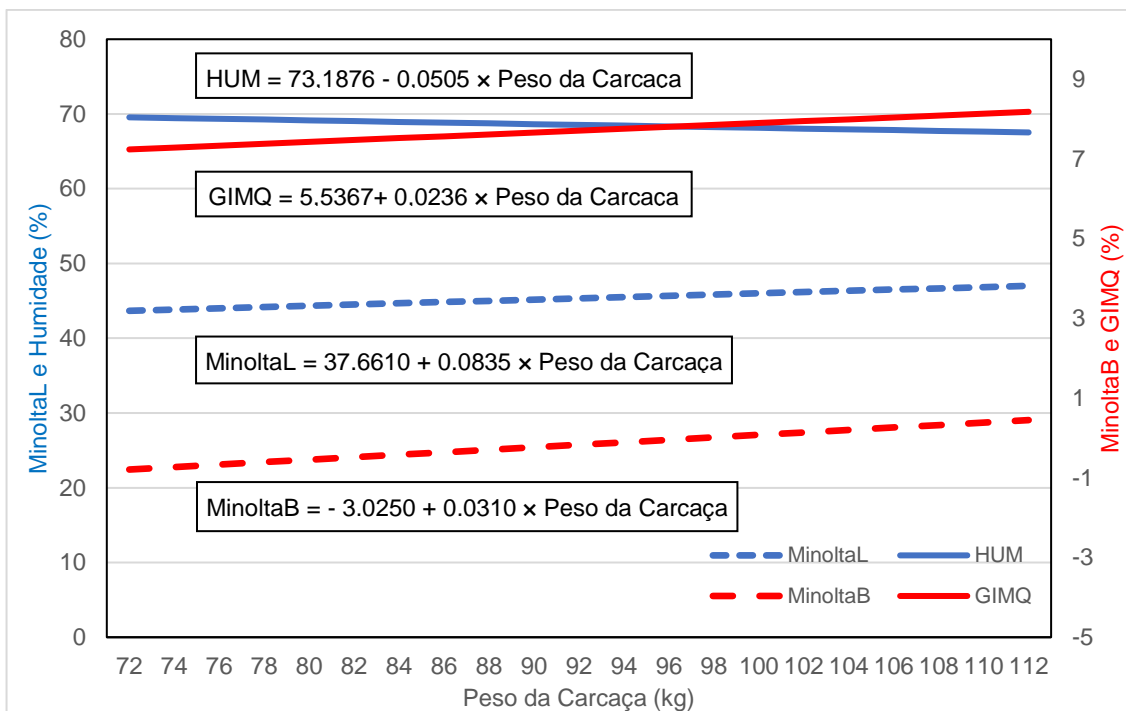


Gráfico 3 - Variação da humidade, Minolta L*, Minolta b* e gordura intramuscular química em função do peso da carcaça

4. Discussão e Conclusões

A raça Duroc tem sido usada amplamente na suinicultura como linha finalizadora, pela sua excelente taxa de crescimento associada a carne de qualidade, por sua vez relacionada com alto teor de GIM. Esta raça tornou-se famosa inicialmente nos EUA e, posteriormente, em toda a Europa, incluindo Espanha e Portugal, por apresentar características adequadas à produção de carnes premium e de produtos cárnicos curados, tanto em linha pura como em animais cruzados (Choi *et al.*, 2015; Latorre *et al.*, 2003; Ramírez & Cava, 2007; Muñoz *et al.*, 2017).

Desta forma, o Duroc, ganhou espaço em determinados nichos de mercado em detrimento de raças como o Landrace e o Large White, que apresentam teores de GIM inferiores.

Neste estudo os animais apresentaram, em média, 5,4 % de GIM, valores mais elevados do que na raça Landrace, na qual, segundo a bibliografia, a GIM varia entre 1,09 e 2,67 % (Gjerlaug-Enger *et al.*, 2010; Jung *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2013; Plastow *et al.*, 2005). Por sua vez, em Espanha uma linha de Duroc Dinamarquês apresentou valores de 3,4 % (Latorre *et al.*, 2003), valor esse igual ao encontrado no estudo de Li *et al.* (2013). Mais recentemente, na Coreia, 4 linhas de Duroc distintas (Suécia, França, França e EUA/Canada) registaram, respetivamente, um teor de GIM de 2,78 %, 2,75 %, 3,41 % e 3,06 % (Choi *et al.*, 2015).

De realçar, que os animais deste estudo, em média, apresentaram uma gordura dorsal de 14,23 mm de espessura, valor muito inferior aos encontrados noutros trabalhos. Por exemplo, Choi *et al.*, 2015 reportam uma linha de Duroc com 3,41 % de GIM e com 25,88 mm de EGD; noutro estudo referem-se valores de 3,4 % de GIM e 21,9 mm de EGD (Latorre *et al.*, 2003).

A linha de Duroc utilizada neste estudo conseguiu apresentar teores de GIM mais elevados, com uma deposição de gordura dorsal mais baixa, contrariando a bibliografia, onde tem sido reportado uma correlação positiva entre a EGD e a GIM (Jacyno *et al.*, 2015; Schwab *et al.*, 2006). Ainda que diversos trabalhos realizados com suínos indiquem que, de um modo geral, existe uma forte associação entre os valores dos vários depósitos de gordura (Bressan *et al.*, 2016; Tusell *et al.*, 2016), outros estudos têm sugerido que estes valores de gordura podem não estar associados entre si, bem como com algumas peças mais valorizadas (Fernández *et al.*, 2007; Hernández-Sánchez *et al.*, 2013; Miar *et al.*, 2014). Estes estudos sugerem que em suínos é possível selecionar objetivamente para características da carcaça.

Relativamente à cor da carne observada neste estudo, os valores obtidos na escala de cor subjetiva (2,8) e na escala de cores CIELab ($L^*=50,39$) são muito semelhantes na escala standardizada de cor da National Pork Producers Council (NPPC, 1999) (Anexo 2), estando estes resultados na tonalidade rosa avermelhado. Em comparação, no estudo de Choi *et al.*, 2015 com várias linhas Duroc, são reportados valores de MinoltaL superiores a 56,83. No entanto, nos estudos de Li *et al.* (2013) e Jung *et al.* (2015) esses valores de MinoltaL foram inferiores, respetivamente, 47, 21 e 45,75.

A ultrassonografia surgiu como uma ferramenta prática não invasiva e de baixo custo, que permite predizer de uma forma objetiva a GIM no músculo *longissimus* a partir do contraste ecogénico entre o tecido adiposo e o músculo (Kvam & Kongsro, 2017). A sua utilização em suínos vivos tem-se mostrado viável e generalizada (Jung *et al.*, 2015; Newcom *et al.*, 2002). Contudo, no presente estudo não se observou uma correlação significativa ($p>0.05$) entre a GIMU e a GIMQ.

Como alguns trabalhos (Kvam & Kongsro, 2017; Newcom *et al.*, 2002) referem que, para valores de GIM superiores a 5, a predição poderá não ser viável, foram feitas várias análises com subamostras censuradas, considerando individualmente apenas valores de GIM inferiores a 7, 6 e 5. Contudo, em qualquer das subamostras não foi igualmente observada uma correlação significativa entre a GIMU e a GIMQ.

A reduzida e não significativa correlação entre a GIMU e a GIMQ (0,043) observada neste estudo poderá ser justificada pela forma como as medições foram realizadas, pela variação nos equipamentos e sua configuração, pela experiência do técnico ou por outros fatores, como o algoritmo utilizado para a estimativa da GIMU. Estes resultados demonstram que será necessário padronizar melhor o método de avaliação da GIM para minimizar a influência de alguns fatores que possam afetar os resultados.

Não se observou, de igual modo, uma correlação significativa ($p>0.05$) entre a GIMU e o MARM. No entanto, a GIMQ apresentou uma correlação positiva com o MARM ($r=0,33$; $p<0,0001$), com valores semelhantes ao estudo de Li *et al.* (2013).

Após a análise de regressão *forward* e *backward*, os modelos finais incluíram quatro parâmetros, todos com p significativo ($p<0,0001$ ou $p=0,0004$). Mas, no conjunto, estas quatro variáveis explicam apenas 39,48% da variabilidade observada na GIMQ, pelo que não se poderão considerar preditores razoáveis. No entanto, com os avanços na área da genómica, alguns trabalhos (Won *et al.*, 2018) têm demonstrado que alguns genes ou *QTL's* (*quantitative trait loci*) poderão influenciar a GIM, sugerindo que uma parte considerável da variabilidade total da GIM pode ser explicada por *SNP's* (*single nucleotide polymorphism*).

Os animais utilizados neste estudo resultam de um programa de seleção duma empresa com grande importância no sector, cujo objetivo é vender reprodutores, pelo que será expectável que os animais, mesmo sendo da mesma raça, apresentem uma variabilidade genética elevada (Schwab *et al.*, 2010; Suzuki *et al.*, 2005). Desta forma, como os animais neste estudo são descendentes de diferentes reprodutores, é perfeitamente normal que uma proporção da variabilidade observada na PPL, PPPa, COR, MinoltaA e GIMQ seja devida ao varrasco.

De um modo geral, as características da carcaça e da qualidade da carne apresentam uma heritabilidade média a elevada (Lee *et al.*, 2015), demonstrando que uma parte das diferenças entre animais pode ter origem genética. Por exemplo, Gjerlaug-Enger *et al.* (2010) apresentou estimativas de heritabilidade de 0,43 para MinoltaA e 0,62 para a GIM, em suínos Duroc.

Relativamente à influência que o lote teve no PCD, no peso percentual das peças e em algumas características da qualidade da carne, essas variações podem ser explicadas por um conjunto enorme de fatores intrínsecos e extrínsecos aos animais, como as características genéticas dos mesmos, as interações entre os diversos animais do próprio lote, a forma como o lote foi feito (se tem mais ou menos animais da mesma ninhada ou se o tamanho entre animais é efetivamente semelhante, por exemplo), variações climáticas que possam ter ocorrido ao longo das várias estações do ano, patologias que possam ter ocorrido em determinados lotes, entre outras. De facto, em diversos trabalhos na área do melhoramento genético animal, os lotes representam “grupos contemporâneos”, uma vez que são grupos de animais nascidos na mesma exploração, na mesma época do ano e que são expostos às mesmas condições de ambiente (Choi *et al.*, 2013; Pires *et al.*, 2000; Guy *et al.*, 2017).

A idade influenciou significativamente ($p<0,01$) o PCD, observando-se que o PCD diminui com o aumento da idade ao abate. Esta variação acaba por ser expectável, uma vez que, em condições normais, a partir de determinada fase de crescimento o aumento diário de pesos vivos começa a diminuir, por isso, animais com mais idade, ainda que tenham mais peso, acabam por ter um PCD

menor. Estes resultados acabam por ser consistentes com os dados de Lammers *et al.* (2008), Latorre *et al.* (2004) e Swantek *et al.* (2013).

À medida que o PC aumenta o peso percentual das peças analisadas (PPL, PPPr e PPPa) diminui. Diversos trabalhos, que estimaram o crescimento alométrico em suínos (Kusec *et al.*, 2007; Margeta *et al.*, 2007), demonstraram que em regime intensivo é normal que o ritmo de crescimento dos músculos seja precoce, ou seja, proporcionalmente a peça (i.e. lombo ou presunto) terá um peso inferior à medida que aumenta o peso total da carcaça ou da idade.

De igual forma, as características da qualidade da carne também o foram influenciadas pelo PC. Segundo a pesquisa de Przybylski & Hopkins (2018), o efeito do peso ao abate na qualidade da carne de suínos é muito pequeno e, de facto, neste estudo, as variações de algumas características da qualidade da carne devido ao efeito do PC, ainda que estatisticamente significativas, acabaram por ser pequenas.

Animais com mais PC têm um teor de GIMQ maior. Estes resultados são semelhantes ao estudo de Stupka *et al.* (2008), onde se verificou um aumento moderado de GIM com o aumento do peso corporal. Por sua vez, os valores de MinoltaL e MinoltaA também variam significativamente em relação ao PC. No entanto, existem referências contraditórias na bibliografia, sobre a influência do PC na cor da carne. Piao *et al.* (2004) reportou que os valores de MinoltaL e MinoltaA do músculo *longissimus* foram maiores em pesos superiores, semelhante ao reportado neste estudo. Contrariamente a estes resultados, Latorre *et al.* (2004) reportou valores menores de MinoltaL em animais com mais PC.

De realçar que, os diferentes resultados disponíveis na literatura sobre a influência do PC, tanto em características quantitativas, como qualitativas de suínos, em parte, podem ser explicados por diferentes genótipos utilizados, bem como pelo manejo dos animais ou pelas diferenças nos métodos de medição utilizados.

Como conclusões de estudo, importa referir que, em suinicultura, para a produção consistente de carne de qualidade, deve haver um conhecimento e compreensão dos principais fatores que possam influenciar as características da carcaça e da qualidade da carne. Com este trabalho também se pode concluir que o varrasco, o lote, a idade e o PC tiveram influência na carcaça e na qualidade da carne dos animais abatidos com 115 kg de PV. Ou seja, mesmo em linhas altamente selecionadas, como é o caso dos animais incluídos neste estudo, é normal haver diferenças genéticas entre reprodutores com impacto nas características mais importantes. É importante efetuar mais estudos sobre características da carcaça e da qualidade da carne, em especial nesta raça, por acrescentar teores superiores de GIM e tenrura à carne em comparação com outras raças, pois o futuro da suinicultura passará pela diferenciação da qualidade da carne, principalmente em países desenvolvidos, onde existem mercados cada vez mais exigentes em relação ao bem-estar animal e à qualidade do produto final (Latorre *et al.*, 2008; Purslow, 2017).

Referências Bibliográficas

- Bressan, M. C., Almeida, J., Silva, J. S., Bettencourt, C., Francisco, A., & Gama, L. T. (2016). Carcass characteristics and fat depots in Iberian and F1 Large White × Landrace pigs intensively finished or raised outdoors in oak-tree forests¹. *Journal of Animal Science*, 94(6), 2592-2602. doi:10.2527/jas.2016-0276
- Choi, J. G., Cho, C. I., Choi, I. S., Lee, S. S., Choi, T. J., Cho, K. H., Park, B. H., & Choy, Y. H. (2013). Genetic Parameter Estimation in Seedstock Swine Population for Growth Performances. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(4), 470-475. doi:10.5713/ajas.2012.12454
- Choi, J., Jin, S., Choi, Y., & Lee, J. (2015). Effects of Duroc Breeding Lines on Carcass Composition and Meat Quality. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(1), 80-85. doi:10.5851/kosfa.2015.35.1.80
- CIE. (1986). *Colorimetry*. 2nd ed., Commission Internationale de l'Eclairage, Publication CIE No. 15.2. Vienna.
- Fernández A., García-Casco J., De Pedro E., Silió L., & Rodríguez M.C. (2007). Genetic antagonism between intramuscular fat content and primal cuts in Iberian pigs?. In Audiot A. (ed.), Casabianca F. (ed.), Monin G. (ed.). 5. International Symposium on the Mediterranean Pig. Zaragoza, CIHEAM, 2007. p. 43-46.
- Gil, M., Delday, M. I., Gispert, M., Furnols, M. F., Maltin, C. M., Plastow, G. S., Klont, R., Sosnicki, A.A., & Carrión, D. (2008). Relationships between biochemical characteristics and meat quality of Longissimus thoracis and Semimembranosus muscles in five porcine lines. *Meat Science*, 80(3), 927-933. doi:10.1016/j.meatsci.2008.04.016
- Gjerlaug-Enger, E., Aass, L., Ødegård, J., & Vangen, O. (2010). Genetic parameters of meat quality traits in two pig breeds measured by rapid methods. *Animal*, 4(11), 1832-1843. doi:10.1017/s175173111000114x
- Goulart, J. F. F. (2013). *Avaliação nutricional e organoléptica de carne proveniente de suínos sujeitos a diferentes dietas: Resultados Preliminares (Tese de mestrado)*. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Guy, S., Li, L., Thomson, P., & Hermesch, S. (2017). Contemporary group estimates adjusted for climatic effects provide a finer definition of the unknown environmental challenges experienced by growing pigs. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 134(6), 520-530. doi:10.1111/jbg.12282
- Hernández-Sánchez, J., Amills, M., Pena, R. N., Mercadé, A., Manunza, A., & Quintanilla, R. (2013). Genomic architecture of heritability and genetic correlations for intramuscular and back fat contents in Duroc pigs¹. *Journal of Animal Science*, 91(2), 623-632. doi:10.2527/jas.2012-5270

- Jacyno, E., Pietruszka, A., Kawęcka, M., Biel, W., & Kołodziej-Skalska, A. (2015). Phenotypic Correlations of Backfat Thickness with Meatiness Traits, Intramuscular Fat, Longissimus Muscle Cholesterol and Fatty Acid Composition in Pigs. *South African Journal of Animal Science*, 45(2), 122. doi:10.4314/sajas.v45i2.2
- Jung, J., Shim, K., Na, C., & Choe, H. (2015). Studies on Intramuscular Fat Percentage in Live Swine Using Real-time Ultrasound to Determine Pork Quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(3), 318-322. doi:10.5713/ajas.14.0927
- Kusec, G., Baulain, U., Kallweit, E., & Glodek, P. (2007). Influence of MHS genotype and feeding regime on allometric and temporal growth of pigs assessed by magnetic resonance imaging. *Livestock Science*, 110(1-2), 89-100. doi:10.1016/j.livsci.2006.10.007
- Kvam, J., & Kongsro, J. (2017). In vivo prediction of intramuscular fat using ultrasound and deep learning. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142, 521-523. doi:10.1016/j.compag.2017.11.020
- Lammers, P. J., Kerr, B. J., Weber, T. E., Bregendahl, K., Lonergan, S. M., Prusa, K. J., Ahn, D.U., Stoffregen, W.C., Dozier, W.A., & Honeyman, M. S. (2008). Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin-supplemented diets¹. *Journal of Animal Science*, 86(11), 2962-2970. doi:10.2527/jas.2008-0972
- Latorre, M., Lázaro, R., Gracia, M., Nieto, M., & Mateos, G. (2003). Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. *Meat Science*, 65(4), 1369-1377. doi:10.1016/s0309-1740(03)00059-7
- Latorre, M. A., Lázaro, R., Valencia, D. G., Medel, P., & Mateos, G. G. (2004). The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs¹. *Journal of Animal Science*, 82(2), 526-533. doi:10.1093/ansci/82.2.526
- Latorre, M., Pomar, C., Faucitano, L., Gariépy, C., & Méthot, S. (2008). The relationship within and between production performance and meat quality characteristics in pigs from three different genetic lines. *Livestock Science*, 115(2-3), 258-267. doi:10.1016/j.livsci.2007.08.013
- Lee, J., Song, K., Lee, H., Cho, K., Park, H., & Park, K. (2015). Genetic Parameters of Reproductive and Meat Quality Traits in Korean Berkshire Pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(10), 1388-1393. doi:10.5713/ajas.15.0097
- Li, Y. X., Cabling, M. M., Kang, H. S., Kim, T. S., Yeom, S. C., Sohn, Y. G., Kim, S. H., Nam, K. C., & Seo, K. S. (2013). Comparison and Correlation Analysis of Different Swine Breeds Meat Quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(7), 905-910. doi:10.5713/ajas.2012.12622
- Margeta, V., Kralik, G., Kušec, G., & Baulain, U. (2007). Allometric growth of tissues in pig hams.

- Meinert, L., Christiansen, S. C., Kristensen, L., Bjerregaard, C., & Aaslyng, M. D. (2008). Eating quality of pork from pure breeds and DLY studied by focus group research and meat quality analyses. *Meat Science*, 80(2), 304-314. doi:10.1016/j.meatsci.2007.12.021
- Miar, Y., Plastow, G., Bruce, H., Moore, S., Manafiazar, G., Kemp, R., Charagu, P., Huisman, A., van Haandel, B., Zhang, C., McKay, R., & Wang, Z. (2014). Genetic and Phenotypic Correlations between Performance Traits with Meat Quality and Carcass Characteristics in Commercial Crossbred Pigs. *PLoS ONE*, 9(10). doi:10.1371/journal.pone.011010
- Muñoz, M., Riccardo, B., Crovetto, A., Charneca, R., Martins, J. M., Fernández, A. I., Fontanesi, L., Guarcía-Casco, J. M., & Ovilo, C. (2017). Genetic diversity of Alentejano and Iberian breeds assessed by polymorphisms of major genes. doi:10.5281/zenodo.1029705
- Newcom, D. W., Baas, T. J., & Lampe, J. F. (2002). Prediction of intramuscular fat percentage in live swine using real-time ultrasound¹. *Journal of Animal Science*, 80(12), 3046-3052. doi:10.2527/2002.80123046x
- Newcom, D. W., Stalder, K. J., Baas, T. J., Goodwin, R. N., Parrish, F. C., & Wiegand, B. R. (2004). Breed differences and genetic parameters of myoglobin concentration in porcine longissimus muscle¹². *Journal of Animal Science*, 82(8), 2264-2268. doi:10.2527/2004.8282264x
- NPPC. (1999). Official Color and Marbling Standards. National Pork Producers Council, Des Moines, IA.
- Oliver, M., Gou, P., Gispert, M., Diestre, A., Arnau, J., Noguera, J., & Blasco, A. (1994). Comparison of five types of pig crosses. II. fresh meat quality and sensory characteristics of dry cured ham. *Livestock Production Science*, 40(2), 179-185. doi:10.1016/0301-6226(94)90047-7
- Piao, J. R., Tian, J. Z., Kim, B. G., Choi, Y. I., Kim, Y. Y., & Han, I. K. (2004). Effects of Sex and Market Weight on Performance, Carcass Characteristics and Pork Quality of Market Hogs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(10), 1452-1458. doi:10.5713/ajas.2004.1452
- Pires, A. V., Lopes, P. S., Torres, R. D., Euclides, R. F., & Costa, A. R. (2000). Estimacão de parâmetros genéticos de características reprodutivas em suínos. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 29(6), 1698-1705. doi:10.1590/S1516-35982000000600015
- Plastow, G., Carrión, D., Gil, M., García-Regueiro, J., Furnols, M. F., Gispert, M., Oliver, M.A., Velarde, A., Guàrdia, M.D., Hortós, M., Rius, M.A., Sárraga, C., Díaz, I., Valero, A., Sosnicki, A., Klont, R., Dornan, S., Wilkinson, J.M., Evans, G., Sargent, C., Davey, G., Connolly, D., Houeix, B., Maltin, C.M., Hayes, H.E., Anandavijayan V., Foury, A., Geverink, N., Cairns, M., Tilley, R.E., Mormède, P., & Blott, S. (2005). Quality pork genes and meat production. *Meat Science*, 70(3), 409-421. doi:10.1016/j.meatsci.2004.06.025

- Przybylski, W., & Hopkins, D. (2018). *Meat quality: Genetic and environmental factors*. Boca Raton: CRC Press.
- Purslow, P. P. (2017). *New aspects of meat quality: From genes to ethics*. Duxford: Woodhead Publishing, an imprint of Elsevier.
- Ramírez, R., & Cava, R. (2007). Carcass composition and meat quality of three different IberianxDuroc genotype pigs. *Meat Science*, 75(3), 388-396. doi:10.1016/j.meatsci.2006.08.003
- Ruusunen, M., Puolanne, E., Sevón-Aimonen, M., Partanen, K., Voutilainen, L., & Niemi, J. (2012). Carcass and meat quality traits of four different pig crosses. *Meat Science*, 90(3), 543-547. doi:10.1016/j.meatsci.2011.09.010
- SAS Institute Inc., (2019). Copyright© 2019 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schwab, C. R., Baas, T. J., Stalder, K. J., & Mabry, J. W. (2006). Effect of long-term selection for increased leanness on meat and eating quality traits in Duroc swine¹. *Journal of Animal Science*, 84(6), 1577-1583. doi:10.2527/2006.8461577x
- Schwab, C. R., Baas, T. J., & Stalder, K. J. (2010). Results from six generations of selection for intramuscular fat in Duroc swine using real-time ultrasound. II. Genetic parameters and trends¹. *Journal of Animal Science*, 88(1), 69-79. doi:10.2527/jas.2008-1336
- Stupka, R., Čítek, J., Šprysl, M., Okrouhlá, M., Kureš, D., & Líkař, K. (2008). Effect of weight and sex on intramuscular fat amounts in relation to the formation of selected carcass cuts in pigs. *Czech Journal of Animal Science*, 53(No. 12), 506-514. doi:10.17221/366-cjas
- Suzuki, K., Irie, M., Kadowaki, H., Shibata, T., Kumagai, M., & Nishida, A. (2005). Genetic parameter estimates of meat quality traits in Duroc pigs selected for average daily gain, longissimus muscle area, backfat thickness, and intramuscular fat content. *Journal of Animal Science*, 83(9), 2058-2065. doi:10.2527/2005.8392058x
- Swantek, P. M., Roush, W. B., Stender, D. R., Lammers, P. J., Mabry, J. W., & Honeyman, M. S. (2013). Feed Intake and Growth Rate in Purebred Berkshire Pigs Housed in Hoop Buildings in Iowa. doi:10.31274/ans_air-180814-1055
- Tusell, L., Gilbert, H., Riquet, J., Mercat, M., Legarra, A., & Larzul, C. (2016). Pedigree and genomic evaluation of pigs using a terminal-cross model. *Genetics Selection Evolution*, 48(1). doi:10.1186/s12711-016-0211-3
- Won, S., Jung, J., Park, E., & Kim, H. (2018). Identification of genes related to intramuscular fat content of pigs using genome-wide association study. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(2), 157-162. doi:10.5713/ajas.17.0218

Wood, J., Nute, G., Richardson, R., Whittington, F., Southwood, O., Plastow, G., Mansbridge, R., da Costa, N., & Chang, K. (2004). Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Science*, 67(4), 651-667. doi:10.1016/j.meatsci.2004.01.007

Anexo 1

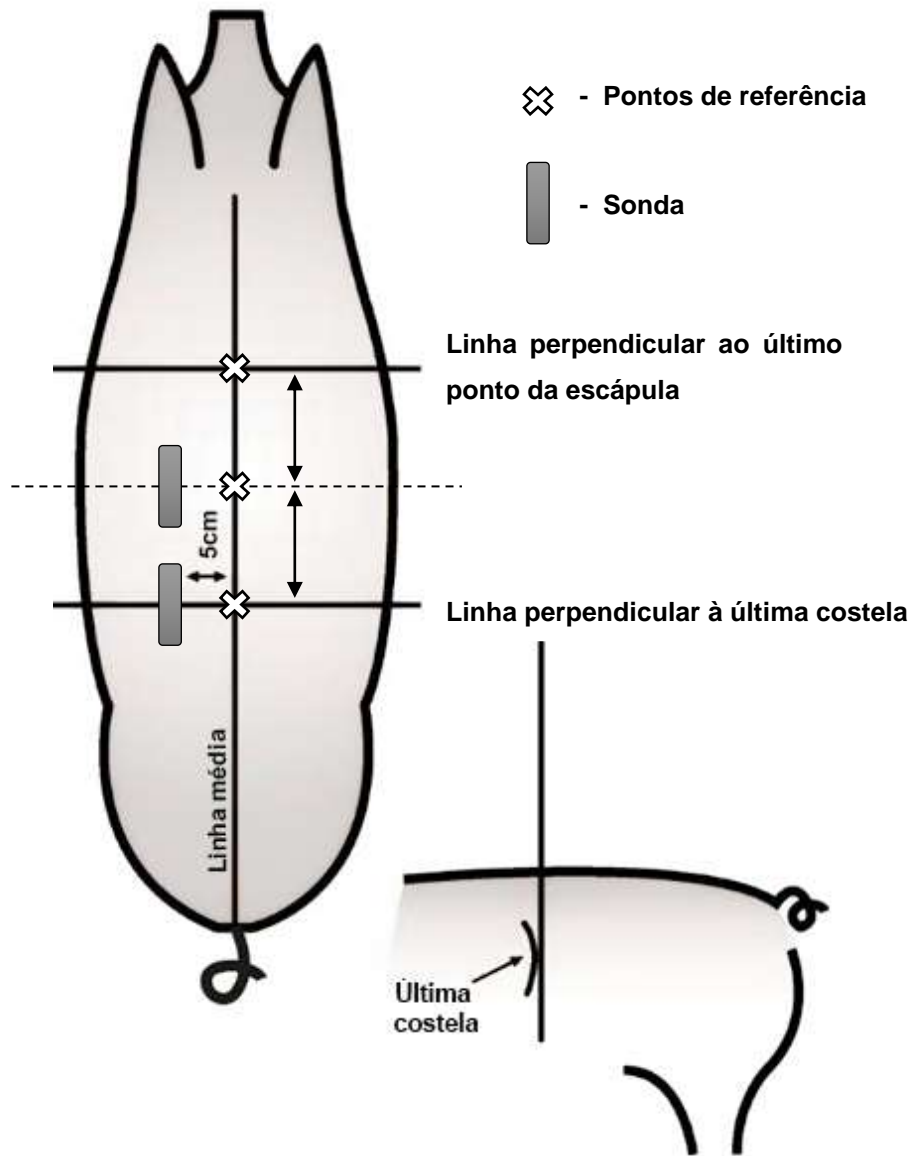


Figura 1 - Esquema representativo da medição da profundidade do lombo e da espessura da gordura dorsal

Anexo 2

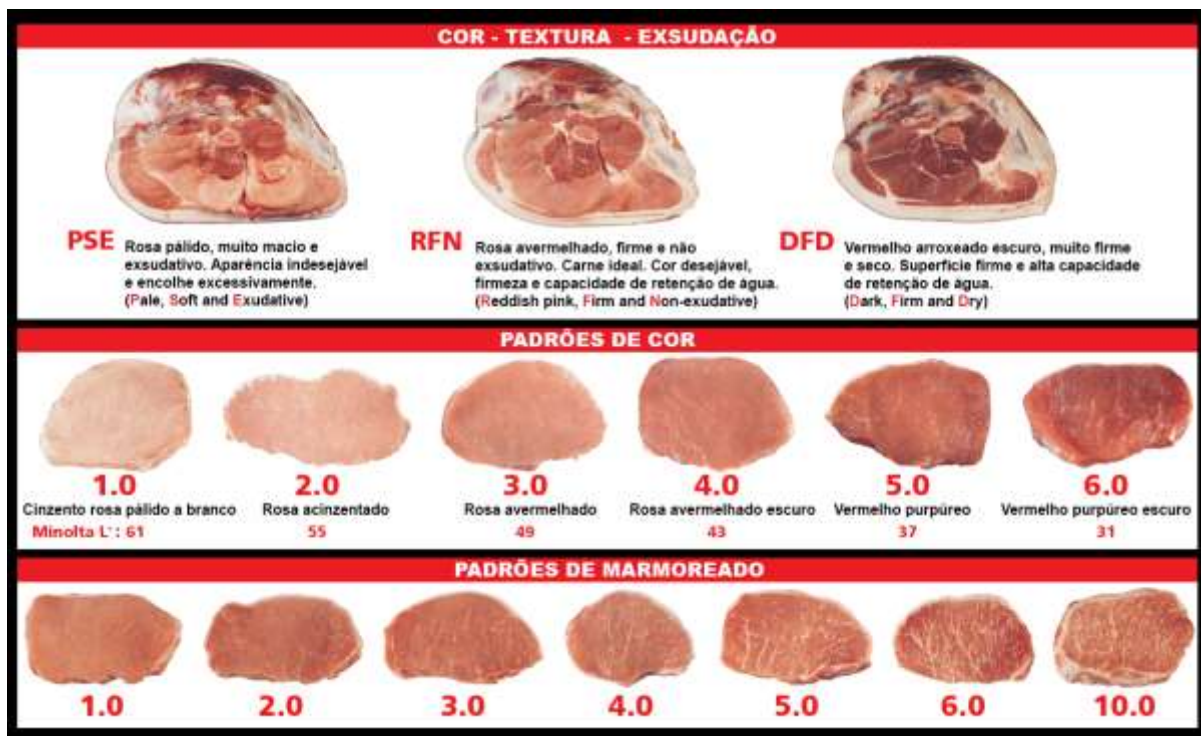


Figura 2 - Padrões de qualidade da carne da National Pork Producers Council (Adaptado de NPPC Official Color and Marbling Standards, National Pork Board, 2010)

Anexo 3

Tabela 9 - Médias dos quadrados mínimos \pm erro padrão do peso da carcaça por dia de idade e da percentagem de peso das peças por lote

Lote	PCD	PPL	PPPr	PPPa
3	0.4966 \pm 0.0073	3.3851 \pm 0.0639	15.9255 \pm 0.1927	7.7738 \pm 0.1137
4	0.4952 \pm 0.0074	3.3428 \pm 0.0636	16.2575 \pm 0.1911	7.6340 \pm 0.1131
5	0.5008 \pm 0.0072	3.3134 \pm 0.0649	16.2035 \pm 0.1936	8.5620 \pm 0.1152
6	0.4830 \pm 0.0125	3.4488 \pm 0.1068	16.2209 \pm 0.3253	8.1124 \pm 0.1904
7	0.4818 \pm 0.0073	3.2471 \pm 0.0756	15.9514 \pm 0.2101	8.7196 \pm 0.1331
9	0.5021 \pm 0.0075	3.4395 \pm 0.0678	16.3185 \pm 0.1999	7.7500 \pm 0.1202
11	0.5067 \pm 0.0088	3.2458 \pm 0.0757	16.2137 \pm 0.2327	8.1115 \pm 0.1346
12	0.4840 \pm 0.0081	3.1488 \pm 0.0692	16.0292 \pm 0.2043	8.2083 \pm 0.1229
13	0.5227 \pm 0.0073	3.0215 \pm 0.0687	16.1056 \pm 0.2045	8.2608 \pm 0.1233
14	0.4959 \pm 0.0073	3.1811 \pm 0.0674	15.7185 \pm 0.2018	8.5537 \pm 0.1201
15	0.5178 \pm 0.0083	3.2867 \pm 0.0644	16.6332 \pm 0.1984	6.9188 \pm 0.1160
16	0.4918 \pm 0.0075	3.1242 \pm 0.0641	15.9393 \pm 0.1945	8.5164 \pm 0.1144
17	0.5005 \pm 0.0073	3.2152 \pm 0.0662	15.7442 \pm 0.1973	7.6464 \pm 0.1176
18	0.5158 \pm 0.0072			
20	0.5483 \pm 0.0073			
21	0.5350 \pm 0.0072			
22	0.4916 \pm 0.0074			
23	0.5034 \pm 0.0074			

Tabela 10 - Médias dos quadrados mínimos \pm erro padrão das características qualitativas da carne segundo o lote

Lote	CRA	HUM	COR	MinoltaL
3	73.9644 \pm 0.5820	72.298 \pm 0.4723	3.5336 \pm 0.173	49.4485 \pm 0.5716
4	78.0098 \pm 0.5787	64.3288 \pm 0.4687	3.2069 \pm 0.1715	47.2414 \pm 0.5675
5	77.4579 \pm 0.5818	71.121 \pm 0.4718	3.1767 \pm 0.1743	48.8751 \pm 0.572
6	76.3695 \pm 0.9779	72.8636 \pm 0.7929	3.0074 \pm 0.2914	49.3804 \pm 0.9622
9	78.4065 \pm 0.6031	72.7823 \pm 0.4884	3.6582 \pm 0.1804	54.5921 \pm 0.5916
11	80.9884 \pm 0.6847	73.1493 \pm 0.5549	2.8690 \pm 0.2040	60.321 \pm 0.6725
12	80.4854 \pm 0.6047	71.0728 \pm 0.4907	3.0481 \pm 0.1857	57.4209 \pm 0.5978
13	77.5333 \pm 0.6123	72.3805 \pm 0.4916	1.6720 \pm 0.1845	57.3445 \pm 0.6051
14	80.3590 \pm 0.5946	71.7747 \pm 0.4844	2.5848 \pm 0.1821	41.104 \pm 0.5888
15	74.8343 \pm 0.6018	70.6945 \pm 0.4786	2.6607 \pm 0.174	45.3062 \pm 0.5911
16	79.4815 \pm 0.5846	71.1998 \pm 0.4745	2.2293 \pm 0.1746	45.257 \pm 0.5757
17		68.6761 \pm 0.4803	2.3972 \pm 0.1754	2.3972 \pm 0.1754
18		70.8821 \pm 0.4836	3.1417 \pm 0.1808	3.1417 \pm 0.1808
20		69.4954 \pm 0.4889	3.1592 \pm 0.1724	3.1592 \pm 0.1724
21		69.4621 \pm 0.4765	2.7512 \pm 0.1686	2.7512 \pm 0.1686
22		69.0022 \pm 0.4958	2.5217 \pm 0.1694	2.5217 \pm 0.1694
23		68.5350 \pm 0.4900	3.4198 \pm 0.1797	3.4198 \pm 0.1797

Tabela 10 - Médias dos quadrados mínimos \pm erro padrão das características qualitativas da carne segundo o lote (continuação)

Lote	MinoltaA	MinoltaB	MARM	GIMQ
3	9.1191 \pm 0.3457	4.1528 \pm 0.2253	2.4504 \pm 0.1587	5.0132 \pm 0.2855
4	9.6104 \pm 0.343	1.5495 \pm 0.2232	2.0995 \pm 0.1571	5.6408 \pm 0.2887
5	9.5839 \pm 0.3491	2.3953 \pm 0.2263	3.332 \pm 0.1591	4.6084 \pm 0.2830
6	8.4141 \pm 0.5819	1.8361 \pm 0.3805	1.8381 \pm 0.2675	4.3883 \pm 0.4742
9	8.4538 \pm 0.3621	0.7765 \pm 0.2335	2.3588 \pm 0.1641	4.6761 \pm 0.2923
11	8.8542 \pm 0.4084	1.0048 \pm 0.2654	3.1802 \pm 0.1866	4.6762 \pm 0.3312
12	8.4128 \pm 0.3731	1.9065 \pm 0.2399	3.0334 \pm 0.1681	5.4572 \pm 0.3035
13	7.7102 \pm 0.3752	1.4435 \pm 0.2422	3.4027 \pm 0.1679	5.1581 \pm 0.3026
14	5.6158 \pm 0.3646	0.8531 \pm 0.236	2.6541 \pm 0.1658	4.5753 \pm 0.2956
15	6.0996 \pm 0.3528	1.0266 \pm 0.2321	2.8052 \pm 0.1605	5.6839 \pm 0.2877
16	6.4778 \pm 0.3533	-0.2034 \pm 0.2287	2.8477 \pm 0.1601	5.4046 \pm 0.2846
17	2.3972 \pm 0.1754	2.3972 \pm 0.1754	2.7114 \pm 0.1611	7.6832 \pm 0.3641
18	3.1417 \pm 0.1808	3.1417 \pm 0.1808	2.4602 \pm 0.1641	
20	3.1592 \pm 0.1724	3.1592 \pm 0.1724	2.6164 \pm 0.1605	
21	2.7512 \pm 0.1686	2.7512 \pm 0.1686	2.7669 \pm 0.1571	
22	2.5217 \pm 0.1694	2.5217 \pm 0.1694	2.6341 \pm 0.1585	
23	3.4198 \pm 0.1797	3.4198 \pm 0.1797	4.0754 \pm 0.1646	