

# **Estudo comparativo das características físico-químicas e sensoriais de carne de capão, galo, "frango comercial" e "frango do campo".**

**André Filipe da Silva Amorim**

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança  
para obtenção do Grau de Mestre em Qualidade e Segurança  
Alimentar*

**Orientado por**

**Professor Doutor Alfredo Jorge Costa Teixeira**

**Professor Doutor Ramiro Corujeira Valentim**

**Bragança  
2013**

***“O saber não ocupa espaço, e sim o vazio de nada saber.”***

Eça de Queirós

***“Aprender é, de longe, a maior recompensa.”***

William Hazlitt

**Nome:** André Filipe da Silva Amorim

**Orientador:**

Professor Doutor Alfredo Jorge Costa Teixeira, Escola Superior Agrária –  
Instituto Politécnico de Bragança.

**Co-Orientador:**

Professor Doutor Ramiro Corujeira Valentim, Escola Superior Agrária –  
Instituto Politécnico de Bragança.

# **Dedicatória**

*Aos Meus Pais*

*Aos Meus Irmãos*

*À Cátia*

*Dedico*

## **Agradecimentos**

Ao finalizar esta etapa da minha vida, não posso deixar de expressar os meus sinceros agradecimentos às pessoas que me apoiaram e colaboraram de diversas formas e assim tornaram possível a realização da mesma. Por todo o apoio particularmente relevante, resta-me um agradecimento especial:

Ao meu orientador científico, Professor Doutor **Alfredo Jorge Costa Teixeira**, pela possibilidade que me concedeu de realizar este trabalho, assim como por todo o apoio, por todos os conselhos, compreensão, bem como pelos conhecimentos que me transmitiu, inteira disponibilidade e orientação prestada. Além da confiança depositada no decorrente trabalho e amizade demonstrada.

Ao Professor Doutor **Ramiro Corujeira Valentim** co-orientador científico, pela dedicação e apoio profissional durante a realização deste trabalho.

À Professora Doutora **Sandra Sofia do Quinteiro Rodrigues**, pela ajuda prestada pela ajuda sempre que necessário, especialmente na organização das provas de análise sensorial e elaboração do tratamento estatístico dos dados experimentais.

À Mestre **Etelvina Pereira**, por toda o apoio e empenho científico prestado na realização do trabalho, pela simpatia e por toda a amizade.

A todos que trabalharam no laboratório, aos Mestres **António Oliveira, Ana Leite e Kátia Paulos**, pelo companheirismo, pelo apoio e auxílio ao longo da realização do presente trabalho.

Ao painel de provadores, pela disponibilidade em participar neste estudo, pois sem eles não seria possível a realização da análise sensorial.

Um especial agradecimento a todos os meus amigos, pela amizade e apoio prestado, em particular **Leandro Camarneiro**.

À **Cátia Rio** por todo o amor, paciência, dedicação e apoio sempre demonstrado. O meu mais sincero agradecimento.

Aos meus irmãos **Raquel** e **Tiago** agradeço todo o carinho e compreensão. Por último, aos meus **Pais**, agradeço todo o apoio, dedicação, e esforço que fizeram ao longo de toda a minha formação académica, na tentativa de me proporcionar um futuro melhor.

A todos os que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e não são aqui referidos. O meu muito obrigado.

# Índice Geral

<b>Dedicatória</b> .....	I
<b>Agradecimentos</b> .....	II
<b>Índice de Figuras</b> .....	VII
<b>Índice de Tabelas</b> .....	IX
<b>Índice de Gráficos</b> .....	XII
<b>Lista de Abreviaturas</b> .....	XIII
<b>Resumo</b> .....	XIV
<b>Abstract</b> .....	XVI
<b>1. Introdução</b> .....	1
<b>2. Revisão Bibliográfica</b> .....	4
2.1. História da castração .....	4
2.2. Produção de capões – castração tradicional .....	4
2.2.1. Quando se deve castrar .....	5
2.2.2. Operação de castração .....	5
2.2.3. Método da castração .....	5
2.3. Caracterização da linhagem .....	6
2.4. Qualidade da carne .....	7
2.5. Fatores que afetam a qualidade da carne .....	8
2.5.1. pH .....	8
2.5.2. Capacidade de retenção de água (CRA) .....	10
2.5.3. Textura .....	12
2.5.4. Cor .....	14
2.5.5. Ácidos gordos .....	17
2.5.6. Índice de oxidação .....	19
2.5.7. Composição química da carne .....	21
2.6. Análise Sensorial .....	23

2.6.1.	Instalações .....	25
2.6.2.	Análise descritiva quantitativa (ADQ) .....	25
2.6.3.	Propriedades dos descritores .....	27
2.6.4.	Cor .....	28
2.6.5.	O aroma .....	29
2.6.6.	O sabor / <i>flavour</i> .....	30
2.6.7.	Tenrura .....	30
2.6.8.	A suculência .....	31
<b>3.</b>	<b>Material e Métodos</b> .....	<b>32</b>
3.1.	Criação dos animais e alimentação .....	33
3.2.	Receção e preparação das amostras .....	33
3.3.	Análises Físicas e Químicas .....	34
3.3.1.	Determinação do pH .....	35
3.3.2.	Determinação da cor .....	35
3.3.3.	Determinação da atividade da água ( $a_w$ ) .....	36
3.3.4.	Medição da capacidade de retenção de água (CRA) .....	36
3.3.5.	Medição da textura .....	37
3.3.6.	Determinação dos pigmentos hemínicos .....	37
3.3.7.	Determinação do índice de oxidação .....	38
3.3.8.	Determinação da humidade .....	38
3.3.9.	Determinação das cinzas .....	38
3.3.10.	Determinação dos ácidos gordos .....	38
3.3.11.	Determinação da proteína .....	39
3.3.12.	Determinação da hidroxiprolina .....	40
3.4.	Análise Sensorial .....	40
3.4.1.	Constituição do painel .....	41
3.4.2.	Treino .....	41
3.4.3.	Condições da sala de provas .....	42

3.4.4.	Preparação e apresentação da amostra.....	42
3.5.	Análise Estatística .....	43
<b>4.</b>	<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>44</b>
4.1.	Composição Física .....	44
4.2.	Composição Química .....	53
4.3.	Painel de Provadores – Análise Procusteana Generalizada .....	73
4.3.1.	Análise Procusteana Generalizada – Parte I.....	73
4.3.2.	Análise Procustena Generalizada – Parte II .....	79
4.3.3.	Análise Procusteana Generalizada – Parte III .....	86
<b>5.</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>92</b>
<b>6.</b>	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>94</b>
<b>Anexos.....</b>		<b>104</b>
	Anexo I - Alimentação das aves durante as três primeiras semanas após a compra. ....	104
	Anexo II - Alimentação das aves após as três semanas.....	105
	Anexo III – Constituição muscular da asa do presente estudo. ....	106
	Anexo IV – Constituição muscular do peito no presente estudo.....	107
	Anexo V – Constituição muscular da perna (sobrecoxa e coxa) no presente estudo. ....	108
	Anexo VI - Ficha utilizada para o treino do painel de provadores.....	109
	Anexo VII - Ficha usada no treino com escala.....	110
	Anexo VIII - Ficha usada na avaliação das amostras de frango pelos provadores.....	111
	Anexo IX - Na tabela 30, apresentam-se os valores de todos os ácidos gordos saturados identificados no presente estudo, para ambos os sexos, linhagens e peças da carcaça. ..	112
	Anexo X - Na tabela 31, são apresentados os valores de todos os ácidos gordos insaturados encontrados no presente estudo, para ambos os sexos, linhagens e peças da carcaça. ....	113
	Anexo XI - Na tabela 32, estão apresentados os valores de todos os ácidos gordos polinsaturados identificados no presente estudo, para ambos os sexos, linhagens e peças da carcaça. ....	114

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> – Fórceps, faca, afastador de costelas e gancho afiado .....	5
<b>Figura 2</b> – Corte entre as duas últimas costelas.....	5
<b>Figura 3</b> – Testículos exposto.....	6
<b>Figura 4</b> – Galo da linhagem castanha .....	6
<b>Figura 5</b> – Galo da linhagem pedrês.....	6
<b>Figura 6</b> – Inter-conversões da cor na superfície da carne; 1- oxigenação; 2a e 2b - oxidação, 3 - redução; 4 - carboxilação .....	15
<b>Figura 7</b> – Vista do LTQCC .....	32
<b>Figura 8</b> – Vista lateral da sala de provas sensoriais .....	32
<b>Figura 9</b> – Carcaça cortada em duas metades por corte sagital da coluna vertebral .....	34
<b>Figura 10</b> – Peito antes e após dissecação .....	34
<b>Figura 11</b> – Asa antes e após dissecação .....	34
<b>Figura 12</b> – Perna antes e após dissecação .....	34
<b>Figura 13</b> – Higrómetro – HygroPalm rotronic 8303.....	36
<b>Figura 14</b> – Célula de corte Warner-Bratzler – Instron 5543.....	37
<b>Figura 15</b> – Espectrofotómetro 20 GENESYS.....	37
<b>Figura 16</b> – Unidade de extração B-815.....	39
<b>Figura 17</b> – Unidade de determinação B-820.....	39
<b>Figura 18</b> – Unidade de digestão K-437.....	40
<b>Figura 19</b> – Unidade de determinação K-370.....	40
<b>Figura 20</b> – Coloração do teor de hidroxiprolina .....	40
<b>Figura 21</b> – Resíduos por objeto (sexo/linhagem/parte anatómica).....	74
<b>Figura 22</b> – Autovalores e variabilidade acumulada por fator .....	74
<b>Figura 23</b> – Representação gráfica das correlações entre as dimensões (parâmetros sensoriais) e os fatores .....	77
<b>Figura 24</b> – Representação conjunta (biplot): coordenadas dos objetos e das dimensões .....	78
<b>Figura 25</b> – Resíduos por objeto (sexo/linhagem).....	80
<b>Figura 26</b> – Autovalores e variabilidade acumulada por fator. ....	82
<b>Figura 27</b> – Representação gráfica das correlações entre as dimensões (parâmetros sensoriais) e os fatores.....	83

<b>Figura 28</b> – Representação conjunta (biplot): coordenadas dos objetos e das dimensões .....	84
<b>Figura 29</b> – Mapa dos objetos por objeto .....	85
<b>Figura 30</b> – Resíduos por objeto (parte anatômica).....	87
<b>Figura 31</b> – Autovalores e variabilidade acumulada por fator .....	88
<b>Figura 32</b> – Representação gráfica das correlações entre as dimensões (parâmetros sensoriais) e os fatores.....	89
<b>Figura 33</b> – Representação conjunta (biplot): coordenadas dos objetos e das dimensões .....	90
<b>Figura 34</b> – Mapa dos objetos por objeto .....	91
<b>Figura 35</b> – Músculos superficiais da asa <sup>10</sup> .....	106
<b>Figura 36</b> – Músculos mais profundos da asa <sup>10</sup> .....	106
<b>Figura 37</b> – Músculos que representam o peito <sup>10</sup> .....	107
<b>Figura 38</b> – Músculos que caracterizam o peito <sup>10</sup> .....	107
<b>Figura 39</b> – Músculos superficiais da perna <sup>10</sup> .....	108
<b>Figura 40</b> – Músculos mais profundo da perna <sup>10</sup> .....	108

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) dos valores obtidos para o rendimento da carcaça, para os diferentes sexos e linhagens. ....	44
<b>Tabela 2</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) dos valores do pH <sub>24</sub> , CRA e da textura sobre o músculo <i>Pectoralis major</i> , para ambos os sexos, linhagens e peça da carcaça.....	45
<b>Tabela 3</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da interação entre sexo e linhagem para a textura... 46	
<b>Tabela 4</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da avaliação da a <sub>w</sub> em amostra de carne intacta e triturada, relativamente ao efeito sexo, linhagem e peça da carcaça. ....	47
<b>Tabela 5</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da interação entre sexo e linhagem para a <sub>w</sub> .....	48
<b>Tabela 6</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da avaliação da cor física em relação ao sexo, linhagem e peça da carcaça. ....	49
<b>Tabela 7</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da interação entre sexo e linhagem para análise da cor. ....	51
<b>Tabela 8</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da interação entre linhagem e peça da carcaça para o valor de H*. ....	52
<b>Tabela 9</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da avaliação do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça nas características químicas da carne. ....	53
<b>Tabela 10</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da interação entre sexo e linhagem para a percentagem em humidade, matéria seca e cinzas. ....	55
<b>Tabela 11</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da interação entre linhagem e peça da carcaça para a percentagem em proteína.....	56
<b>Tabela 12</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) do teor de pigmentos (mioglobina), índice de oxidação, percentagem em hidroxiprolina e de colagénio. ....	56
<b>Tabela 13</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da interação entre linhagem e peça da carcaça para o teor de pigmentos. ....	59
<b>Tabela 14</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) do efeito sexo, linhagem e peça da carcaça na gordura intramuscular. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.....	60
<b>Tabela 15</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça no perfil em ácidos gordos saturados. Resultados expressos em percentagem de matéria seca. ....	63

<b>Tabela 16</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça no perfil em ácidos gordos mono e polinsaturados. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.....	65
<b>Tabela 17</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da interação entre sexo e linhagem para o teor de GT, C12:0, C18:0 e C20:4. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.....	68
<b>Tabela 18</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da interação entre linhagem e peça da carcaça para C4:0, C14:0, C16:0, C16:1, C18:0 e C18:1. Resultados expressos em percentagem de matéria seca. ....	69
<b>Tabela 19</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) da interação entre sexo e peça da carcaça para C8. Resultados expressos em percentagem de matéria seca. ....	70
<b>Tabela 20</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça, na relação MUFA/SFA, PUFA/SFA e MUFA+PUFA/SFA. Resultados expressos em percentagem de matéria seca. ....	71
<b>Tabela 21</b> – Resultados da Análise Procrustes Generalizada. ....	74
<b>Tabela 22</b> – Variância residual, factores de transformação de escala e variação da percentagem explicada pelos dois primeiros componentes principais para cada provador. ....	75
<b>Tabela 23</b> – Autovalores, variabilidade (%) explicada por cada factor e percentagem acumulada.....	76
<b>Tabela 24</b> – Resultados da Análise Procrustea Generalizada. ....	80
<b>Tabela 25</b> – Variância residual, factores de transformação de escala e variação da percentagem explicada pelos dois primeiros componentes principais para cada provador. ....	81
<b>Tabela 26</b> – Autovalores, variabilidade (%) explicada por cada factor e percentagem acumulada.....	81
<b>Tabela 27</b> – Resultados da Análise Procrustea Generalizada. ....	86
<b>Tabela 28</b> – Variância residual, factores de transformação de escala e variação da percentagem explicada pelos dois primeiros componentes principais para cada provador. ....	87
<b>Tabela 29</b> – Autovalores, variabilidade (%) explicada por cada factor e percentagem acumulada.....	88

<b>Tabela 30</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça no perfil total em ácidos gordos saturados. Resultados expressos em percentagem de matéria seca. ....	112
<b>Tabela 31</b> - Média ( $\pm$ erro padrão) do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça no perfil total em ácidos gordos insaturados. Resultados expressos em percentagem de matéria seca. ....	113
<b>Tabela 32</b> – Média ( $\pm$ erro padrão) do efeito do sexo, linhagens e peça da carcaça no perfil total em ácidos gordos saturados. Resultados expressos em percentagem de matéria seca. ....	114

## Índice de Gráficos

**Gráfico 1** - Produção de carne de animais de capoeira Fonte: INE 2012..... 1

## Lista de Abreviaturas

% - Percentagem

µg – Microgramas

°C – graus Celsius

ACP – Analise de Componentes Principais

APG – Analise Procrustea Generalizada

bar – Unidade de pressão

C13- Ácido tridecanoico

CIE - *Commission International de L'Eclairage*

CRA – Capacidade de retenção de água

DFD – Dry, firm, dark.

ESA – Escola Superior Agrária

FID – Detetor de ionização de chama

g - Gramas

h – Hora

ISO - International Standard Obligations

Kg – Kilograma

Kgf – Quilogramas força

LDL - Lipoproteína de baixa densidade

LTQCC - Laboratório de Tecnologia e Qualidade da Carcaça e da Carne

mg - miligramas

MUFA - Ácidos gordos monoinsaturados

Nm – Nanómetros

NP – Norma Portuguesa

IPB – Instituto Politécnico de Bragança

PUFA - Ácidos gordos polinsaturados

PSE – Pale, soft, exudative

psi – Unidade de pressão

SFA- Ácidos gordos saturados

## Resumo

O presente estudo teve como objetivo a avaliação das qualidades físico-química e sensorial da carne de galo e capão (de duas linhagens comerciais, pedrês e castanha, criadas juntas sob as mesmas condições até ao dia de abate), “frango do campo” e “frango comercial”.

A castração é uma técnica cirúrgica adotada para alterar a maturação sexual dos galos machos com o objetivo de melhorar as características de qualidade da carcaça e da carne. As aves foram castradas com nove semanas de idade e criadas até às quinze semanas de idade. Na realização do estudo usaram-se vinte e cinco animais, treze da linhagem pedrês (sete galos e seis capões) e doze da linhagem castanha (cinco galos e sete capões).

A partir dos músculos das partes anatómicas da asa, peito e perna foram analisados parâmetros físico-químicos como pH, atividade da água ( $a_w$ ), cor física, índice de oxidação, pigmentos hemínicos, proteína, cinzas, humidade, colagénio, composição lipídica, capacidade de retenção de água (CRA) e textura.

A castração não resultou em melhorias de peso em comparação com aves não castradas. Também não houve diferenças nas medidas de pH, CRA, valor de luminosidade ( $L^*$ ), teor de amarelo ( $b^*$ ), textura, proteína, cinzas, índice de oxidação, colagénio e PUFA.

Os resultados obtidos mostram diferenças pouco significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre sexos, para o teor de humidade, pigmentos e gordura. Os capões apresentaram maior ( $p \leq 0,001$ ) valor de vermelho ( $a^*$ ) e croma ( $C^*$ ), bem como os valores mais baixos de tom ( $H^*$ ) ( $p \leq 0,001$ ) em comparação com galos. Estas variações na cor da carne foram relacionadas a uma maior concentração de pigmentos em capões.

A castração aumentou ( $p \leq 0,001$ ) o teor de monoinsaturados, diminuindo ( $p \leq 0,001$ ) o conteúdo de saturados. Relativamente aos ácidos gordos, verificou-se que os ácidos gordos maioritários foram o ácido oleico (C18:1), o ácido palmítico (C16:0) e

o ácido linoleico (C18:2). Foi observado um maior ( $p \leq 0,001$ ) valor de ácido oleico no capão, sendo que os valores de ácido palmítico e linoleico não diferiram entre sexos.

Os capões da linhagem castanha apresentaram menor valor de força de corte em comparação com os galos da mesma linhagem. Assim como maior teor de vermelho, apresentando menor teor de amarelo e tom. Quanto à composição química, verificou-se que castração na linhagem castanha aumentou o conteúdo em cinzas.

Os capões da linhagem pedrês apresentaram um teor de gordura mais elevado comparativamente aos galos, o que proporcionou menor teor de humidade ( $p \leq 0,05$ ).

No painel de provadores, a carne dos capões (castanho e pedrês), foi classificada como sendo mais suculenta, mais tenra e menos fibrosa, do que a carne dos galos. O “frango comercial” foi caracterizado no geral por apresentar a maior suculência, menor dureza e fibrosidade comparativamente aos restantes grupos de animais.

**Palavras-chave:** capão, galo, castração, qualidade da carcaça, qualidade da carne, qualidade sensorial

## Abstract

The aim of the present study was to evaluate the physical, chemical and sensory characteristics of cocks and capon's meat (two commercial lines: *pedrês* and *castanha*, raised together under the same conditions until the day of slaughter), a pasture-raised chicken and a broiler as "commercial chicken".

Castration is a surgical technique, adopted to change the sexual maturation of the cocks to improve the meat and carcass quality. The birds were castrated at nine weeks of age and bred until the fifteen weeks of age. During the work performed, were used twenty five animals, thirteen of *pedrês* lineage (seven cocks and six capons) and twelve of *castanha* lineage (five cocks and seven capons)

From the muscles of the anatomical parts of the wing, breast and leg were analyzed physico-chemical parameters such as pH, water activity ( $a_w$ ), physical color, oxidation index, pigments, protein, ash, moisture, collagen, lipid composition, capacity water retention (CRA) and texture.

Castration didn't result in improvements in weight compared with uncastrated birds. There were also no significant ( $p > 0,05$ ) differences in pH measurements, CRA, lightness value ( $L^*$ ), content yellowness ( $b^*$ ), texture, protein, ash, oxidation index, collagen and PUFA.

The results show some small differences ( $p \leq 0,05$ ) between sexes, for moisture content, pigments and fat. The capons showed higher ( $p \leq 0,001$ ) red value ( $a^*$ ) and Chroma ( $C^*$ ), and lower values of Hue ( $H^*$ ) ( $p \leq 0,001$ ) compared with roosters. These variations in flesh color were related to a higher pigment concentration in capons.

The castration increased ( $p \leq 0,001$ ) the monounsaturated and decreased ( $p \leq 0,001$ ) the saturated contents. The main fatty acids found were the oleic acid (C18:1), the palmitic acid (C16:0), and the linoleic acid (C18:2). A higher value of C18:1 in the capon was observed and the values of C16:0 and C18:2 weren't different between sexes.

The *castanha* capon lineage showed lower cutting force than the roosters of the same lineage. As well as higher red content, presenting lower content of yellow and Hue. The chemical composition of the *castanha* lineage showed that the content in ashes increased.

The *pedrês* capon lineage, showed a higher fat content than the cocks, which provided lower moisture content.

The panel of tasters, classified the capon's meat (*castanho* and *pedrês*) as juicier, more tender and less fibrous than cocks's meat, raised under the same conditions. The broiler was in general characterized as higher juiciness, lower hardness and fibrousness than the other birds.

**Keywords:** capon, cock, caponization, carcass quality, meat quality, sensorial quality.

## 1. Introdução

Desde os primórdios da humanidade, a procura de carne tem-se demonstrado como uma das principais preocupações alimentares do ser humano. A produção da carne de aves é uma atividade muito importante para a economia portuguesa, assumindo papel de notoriedade na alimentação humana.

Apesar das crises alimentares, que habitualmente assolam o setor avícola (caso dos nitrofuranos e gripe das aves), a importância da aquisição e consumo da carne de aves domésticas, como o frango e o peru, tem vindo a crescer em virtude de fatores de natureza económica, mas também devido ao seu valor nutricional (Veiga *et al.*, 2009).

O frango é considerado como um alimento bastante importante na alimentação do ser humano, uma vez que é bastante nutritivo, sendo uma fonte rica em proteínas (de alta qualidade biológica), vitaminas do complexo B, minerais e micronutrientes, essenciais para o crescimento e desenvolvimento saudável. A carne de frango apresenta na sua constituição baixo teor de gordura, sendo uma fonte rica em ácidos gordos mono e polinsaturados, substâncias com efeitos benéficos no organismo.

A produção de galináceos diminuiu ligeiramente, tendo os frangos (que correspondem a 81% do total de animais de capoeira) apresentado um volume de produção de 270 mil toneladas, o que representa uma variação negativa de apenas 0,8%, em relação a 2010, consequência do abate de aves com peso médio inferior. (INE, 2012)

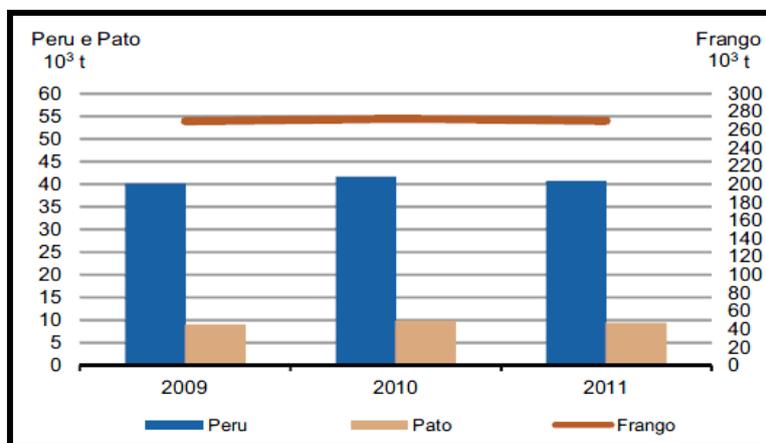


Gráfico 1 - Produção de carne de animais de capoeira Fonte: INE 2012

Portugal está entre os países europeus que mais consome carne de frango, com um consumo *per capita* de 24 kg/habitante/ano, quando a média europeia ronda os 22 kg/habitante/ano (Veiga *et al.*, 2009). A carne de frango surge como a segunda mais consumida pelos portugueses a seguir à carne de porco (cerca de 41kg/habitante/ano).

Atualmente, os consumidores exigem mais variedade de cortes finos e de qualidades de carne de frango. Um desses produtos é o capão (galo macho castrado). A remoção dos testículos produz uma mudança no metabolismo do animal, que afeta o crescimento, o comportamento do tecido, a composição química, e a qualidade organolética da carne.

A castração influencia o aumento da gordura intramuscular, e por isso melhora o sabor, textura e suculência da carne (Chen *et al.*, 2005; Tor *et al.*, 2005). Tal efeito, tem melhorado sensorialmente a qualidade da carne (Miguel *et al.*, 2008; Webb e O'Neill, 2008) e faz com que esta seja mais apreciada pelos consumidores do que a de galos da mesma idade (Chen *et al.*, 2005; Tor *et al.*, 2005). O aumento total da gordura, bem como o conteúdo em ácidos gordos insaturados em capões (Tor *et al.*, 2005), modifica as características da qualidade da carne (Symeon *et al.*, 2010).

Atender a todas as especificações de qualidade é, sem dúvida, atualmente o principal desafio da indústria da carne. Sendo importante o conhecimento sobre as propriedades físico-químicas, e sensoriais, tendo estas um fator determinante na decisão de compra dos consumidores, apresentando-se a tenrura como uma característica muito importante.

Portanto, tendo em vista que a procura de carne de galos castrados tem crescido nos últimos anos, considerando o limitado número de estudos científicos que evidenciem as características comparativas da carne de galos castrados e não castrados, torna-se relevante e oportuna a realização do presente estudo para a determinação das características físico-químicas e sensoriais. Uma vez que essas propriedades determinam a qualidade do produto final, sendo essenciais para a obtenção de produtos de qualidade.

A elaboração deste perfil, considera-se de extrema importância dado que o objetivo foi verificar as diferenças entre os diferentes tipos de carne de frango comparando com o capão, pois este trata-se de um produto que em Portugal ao longo dos últimos anos tem vindo a obter mais procura.

O presente trabalho teve como objetivo o estudo comparativo da carne de capões em relação aos galos, criados no mesmo ambiente e com o mesmo maneio. Foram estudadas as seguintes características físico-químicas:

- análises físicas: determinação de pH, cor, atividade da água, capacidade de retenção de água e textura.

- análises químicas: determinação dos pigmentos hemínicos, índice de oxidação, humidade, cinzas, ácidos gordos, proteína e hidroxiprolina.

Para completar o estudo foram adquiridas amostras de carne comercial, correspondentes a “frango comercial” e “frango do campo”. Tendo sido efetuada a análise sensorial dos diferentes tipos de carne (galos e capões da linhagem castanha e pedrês, “frango comercial” e “frango do campo”), onde a avaliação das características sensoriais foram realizadas com recurso a um painel de provadores treinados.

No final, pretendeu-se ter uma visão global e comparativa de diversas carnes de frango, com particular interesse em relação à carne de capão e de galo, sobre as quais são praticamente desconhecidas as suas características físicas, químicas e sensoriais.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1. História da castração**

A castração teve origem no tempo dos Romanos. Uma das razões da origem deste ato remonta ao ano 162 a.C., em que surgiu uma lei que proibia o consumo de carne de frango de forma a economizar cereais em grão. No entanto, os criadores de aves, descobriram que castrando os frangos, eles rapidamente duplicavam de peso, diminuindo, assim, o consumo de cereais no mesmo período de tempo (Caderno de Especificações, Capão de Freamunde – IGP, 2011).

Outra das razões, num misto de lenda e história, deve-se ao Cônsul Romano Caio Cânio. Este tinha insónias devido ao cantar madrugador dos galos, conseguindo aprovar no Senado romano uma lei que proibia a existência de aves na urbe romana. Para poderem continuar a sua atividade, os criadores descobriram uma forma de contornar a lei, castrando os galos – desta forma, eles paravam de cantar e de se interessar pelas fêmeas. Ao serem abatidos para consumo, rapidamente se constatou que o sabor e textura da carne eram diferentes e muito melhores (Caderno de Especificações, Capão de Freamunde – IGP, 2011).

O consumo do galo castrado (capão) foi-se, então, propagando, ficando o consumo desta carne associado a ocasiões festivas – tradição que ainda hoje se mantém em algumas regiões de Portugal, Itália e em quase toda a Espanha.

### **2.2. Produção de capões – castração tradicional**

Até cerca de vinte semanas de idade, o capão e o galo jovem pesam mais ou menos o mesmo. Depois, o capão ganha peso mais rapidamente que os galos. Quando estes apresentam desenvolvimento da barbela e da crista, a carne endurece, não se verificando nos capões. Quando os galos atingem um ano de idade, são classificados

como galos velhos, sendo caracterizados por uma carne mais dura. Por outro lado, os capões têm uma carne muito tenra e, quando conservam para além da idade em que são normalmente vendidos ou abatidos, a carne continua a ser tenra.

Os subcapítulos seguintes foram escritos tomando como referência a consulta do livro *Raising Poultry. The Modern Way* de Leonard S. Mercia, de 1990, traduzido ao português com o título “Criação de Aves de Capoeira” em 1993 e editado por Publicações Europa-América.

### 2.2.1. Quando se deve castrar

Os galos machos podem ser castrados em diferentes idades, às 4 semanas (castração precoce), e entre 8 e 10 semanas (castração tradicional), mas sempre antes da maturidade sexual.

### 2.2.2. Operação de castração

As aves devem estar em jejum 24 horas antes da operação. Os intestinos da ave devem estar praticamente vazios, para impedir obstruções durante a operação.

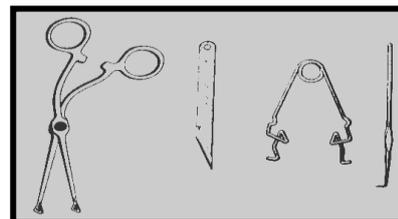
As pernas da ave são devidamente atadas e as duas asas são unidas, ficando a ave esticada.

### 2.2.3. Método da castração

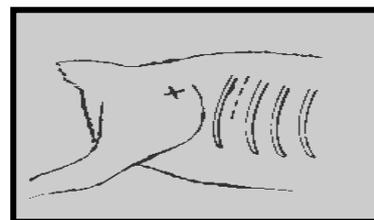
A castração pode ser realizada fazendo uma ou duas incisões.

Os instrumentos necessários para a operação encontram-se visualizados na figura 1. A operação deve ser feita o mais rapidamente possível, para reduzir a tensão da ave.

Numa pequena área por cima das duas últimas costelas, mesmo em frente da coxa, as penas são retiradas. Afasta-se a pele para baixo, em direção à coxa, e mantém-se nessa posição. Este procedimento impede



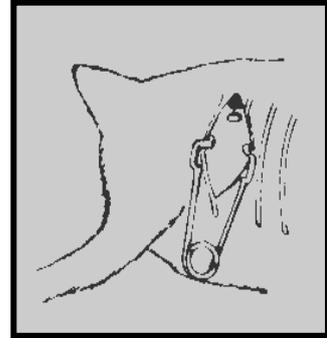
**Figura 1** – Fórceps, faca, afastador de costelas e gancho afiado (Mercia, 1993)



**Figura 2** – Corte entre as duas últimas costelas (Mercia, 1993)

que se corte o músculo, provocando uma hemorragia. O corte é feito entre as duas últimas costelas (figura 2). A incisão deve ser prolongada até ter um comprimento entre 2 e 2,5 cm.

Posteriormente, insere-se o afastador, para afastar as costelas (figura 3). Ficando, os intestinos visíveis, sob uma fina membrana a qual se abre com o gancho de modo a expor o testículo superior. O testículo, tem mais ou menos o tamanho e o formato de um feijão, ficando situado perto da espinha dorsal, mesmo por baixo da extremidade anterior do rim. Se os intestinos estiverem vazios, é fácil ver o testículo.



**Figura 3** – Testículos expostos (Mercia, 1993)

O *fôrceps* é utilizado para prender o testículo, sendo importante, não tocar na artéria. O testículo é removido com um movimento lento de torção, arrancando-o do cordão seminal a que está ligado. Se os dois testículos não forem extraídos com a mesma incisão, vira-se a ave e faz-se a mesma operação no outro lado. Não é necessário coser a incisão, uma vez que, quando se solta a pele e a carne, estas voltam ao lugar por cima da incisão, tapando-a. Os instrumentos da castração devem ser lavados no final de cada operação.

### 2.3. Caracterização da linhagem

No presente estudo, utilizaram-se linhagens provenientes de linhas comerciais, como a linhagem castanha e a linhagem pedrês.



**Figura 4** – Galo da linhagem castanha



**Figura 5** – Galo da linhagem pedrês

## 2.4. Qualidade da carne

O conceito de qualidade da carne não apresenta uma definição única, devido à heterogeneidade intrínseca deste produto e ao grau de subjetividade dos atributos que se consideram comercialmente importantes (Fung *et al.*, 2001; Grandin, 2001). É visto com complexidade no sentido em que varia conforme a região geográfica, classe socioeconómica, cultura do consumidor e com o estágio de desenvolvimento tecnológico do setor.

A qualidade da carne pode ser avaliada sob diferentes parâmetros (higiénico, tecnológico, nutritivo e sensorial). Contudo, para o consumidor a qualidade sensorial tem uma importância especial, uma vez que esta proporcionará ou não a satisfação no momento do consumo, e por isso influenciará, juntamente com o preço, futuras decisões de compra (Rodrigues, 2007).

Os principais fatores que influenciam a qualidade de carne podem ser controlados nas diversas etapas de sua produção. Os fatores podem ser intrínsecos (a idade, o sexo, a genética, o estado fisiológico e a alimentação) ou extrínsecos ao animal (as condições sanitárias e ambientais, as técnicas de alimentação, o manejo, o transporte, as práticas de pré-abate, abate, *post-mortem* e por fim o processamento da carne) (Sañudo *et al.*, 1998; Qiao *et al.*, 2002; Heyer, 2004; Salinas, 2004).

Para a obtenção de uma carne de qualidade deve-se ter em conta aspetos como a linhagem do animal, género e estado reprodutivo, sua nutrição e o peso aquando o abate. A qualidade não depende somente do peso do animal, mas da quantidade de músculo, grau de gordura, conformação e principalmente idade, indicando que critérios de classificação baseados somente no peso são incoerentes (Teixeira *et al.*, (2005).

Como refere Rodrigues (2007), os fatores que determinam a qualidade estão relacionados com os atributos organoléticos (cor, sabor, odor, dureza, marmoreio e conteúdo em gordura intramuscular), nutricionais (ácidos gordos, aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais) e higiénicos (tipo e concentração de microrganismos patogénicos). Ainda de salientar os parâmetros físico-químicos como valor de pH,

capacidade de retenção de água, potencial de oxi-redução, quantidade de gordura aceitável, entre outros. Deste modo, não se pretende tanto uma maior produção de carne, mas antes uma maior qualidade.

Segundo Fletcher (2002), os principais atributos de qualidade da carne são aparência, textura, suculência, sabor e propriedades funcionais. No caso da suculência, a quantidade de gordura intramuscular é um fator significativo na medida em que ambas variáveis se associam positivamente (Huffman *et al.*, 1996).

O pH, a cor, a resistência ao corte (RC) e a capacidade de retenção de água (CRA) da carne são parâmetros objetivos determinados por instrumentação e que afetam as características sensoriais da carne (tenrura, suculência, aroma e sabor). A cor da carne é um parâmetro importante do ponto de vista comercial pois é utilizado pelo consumidor como critério de qualidade no momento da compra (Silva *et al.*, 2007).

Para a avaliação das características organolépticas são realizados testes subjetivos, como a utilização de painel de provadores (Huallanco, 2004). A qualidade sensorial, é uma combinação entre o sabor, suculência, textura, maciez e cor, elementos que estão diretamente relacionados com a aceitação pelo consumidor.

De um modo geral, a aceitação da carne pelo consumidor é motivada pela sua resposta ao sabor, à suculência e à tenrura do produto, cujo grau de satisfação depende de respostas psicológicas e sensoriais inerentes a cada indivíduo.

## **2.5. Fatores que afetam a qualidade da carne**

### **2.5.1. pH**

O pH constitui um dos principais fatores que mais influência a qualidade da carne e está relacionado com os processos bioquímicos de transformação do músculo em carne (Pearson, 1994, citado por Rodrigues, 2007), uma vez que a sua evolução

durante o período *post-mortem* e o valor final do mesmo vão influenciar as características organolépticas da carne.

O tecido muscular *in vivo* apresenta um pH próximo da neutralidade (cerca de 7,2). Quando o animal é abatido, cessa o transporte sanguíneo de oxigênio e nutrientes ao músculo, o que leva à utilização das reservas de energia para sintetizar ATP, com o fim de manter a temperatura e a integridade estrutural. À medida que os níveis de ATP diminuem forma-se fosfato inorgânico, que por sua vez estimula a degradação de glicogênio em ácido láctico mediante a glicólise anaeróbia. A formação de ácido láctico e de outros ácidos orgânicos vão provocar um decréscimo do pH muscular que continua a decrescer até que terminem as reservas de glicogênio ou até que ocorra a inativação das enzimas que controlam o metabolismo celular (Lawrie, 1998).

Como refere Rodrigues (2007), a existência de valores de pH elevados ou a diminuição rápida do mesmo são condições que modificam em grande medida a cor da carne. Quando se verifica uma diminuição muito rápida do valor de pH, nos primeiros momentos após o abate, provoca uma grande desnaturação proteica que produzirá um tipo de carne com grande exsudação de água, uma coloração muito clara e uma textura muito branda.

O valor final do pH (determinado 24 horas após abate), bem como a velocidade de descida do pH durante a transformação do músculo em carne, modificam quer as características sensoriais quer as características tecnológicas da carne (Huff-Lonergan e Lonergan, 2005). O pH muscular pode ser afetado por fatores intrínsecos ao animal (tipo de músculo, espécie, linhagem, idade e sexo) e extrínsecos (condições climáticas, alimentação, tempo de jejum, stress, estimulação elétrica e refrigeração) (Brossi, 2007).

No período *post-mortem* a velocidade de descida do pH tem influência sobre a cor, CRA, tenrura, sabor, aroma, conservação da carne, entre outros. O pH tem também consequência no aroma e sabor da carne, quando é elevado provoca um aumento da produção de compostos provenientes da oxidação dos lípidos, que promovem um aroma e sabor desagradáveis na carne cozinhada (Young e Braggins, 1993; Priolo *et al.*, 2001) e de compostos sulfurados aromáticos durante a cocção da carne (Madruga e Mottram, 1995, citado por Silva *et al.*, 2007).

A medida de pH é indispensável visto ter impacto sobre as propriedades tecnológicas, a glicólise muscular intensa antes ou após o abate dos animais dará origem a carne com qualidade deficiente, podendo originar carnes com pH elevado (permanecendo acima dos 6,0) denominadas DFD (dark firm and dry), escuras, duras e secas, difíceis de conservar e processar tecnologicamente (Lourenço, 2009).

Quando existe uma diminuição brusca de pH a temperaturas altas (antes que a carcaça possa ser refrigerada), quando se obtém valores iguais ou inferiores a 5,8 aos 45 minutos após o abate do animal, com oscilações entre 5,3 e 5,4 origina carnes PSE (pale, soft, exudative), pálidas, moles e exsudativas, de menor capacidade de retenção de água e de baixo rendimento tecnológico (Lara *et al.*, 2003, citado por Lourenço, 2009).

Nas situações em que se respeitam as condições do bem-estar animal (*ante-mortem*), o pH após o abate do animal, diminui de aproximadamente 7 fixando-se em 5,5 a 5,8 no final (Bonagurio *et al.*, 2003; Sobrinho *et al.*, 2005).

Geralmente, o valor de pH final da carne de peito de frango encontra-se entre 5,75 a 5,96 em carne normal (Castellini *et al.*, 2002; Qiao *et al.*, 2002).

De acordo com Teixeira *et al.*, (2009) a determinação do valor de pH é um dado importante e decisivo, que deve andar a par da caracterização física e química de um produto alimentar, para obtenção de um produto de qualidade que vá de encontro às exigências cada vez maiores do mercado consumidor.

### **2.5.2. Capacidade de retenção de água (CRA)**

A capacidade de retenção de água (CRA) é uma propriedade importante na qualidade da carne. A CRA pode ser compreendida como sendo a capacidade que a carne tem em reter total ou parcialmente a sua própria água ou, ocasionalmente, a água adicionada durante o seu processamento tecnológico (Ordóñez *et al.*, 2005). Desta forma trata-se da capacidade em reter o conteúdo aquoso, mesmo durante a utilização de forças externas, tais como cortes, trituração, prensagem, cozimento, entre outros, tendo relevante importância, uma vez que interfere na sua transformação e conservação.

A capacidade de retenção de água (CRA) é um parâmetro importante pois pode afetar a aceitação da carne, já que pode influenciar o seu valor nutritivo, pois no exsudado libertado estão presentes proteínas solúveis, vitaminas e minerais. A quantidade exsudada irá influenciar a cor, textura e firmeza da carne crua e sabor, odor e suculência da carne cozida, sendo proporcionalmente menor, quanto maior for a CRA.

Segundo Brossi (2007), esta pode ser determinada por metodologias que utilizam a força de gravidade (perda por gotejamento, PPG - Drip Loss), por aplicação de força (pressão em papel filtro ou centrifugação - CRAc) e por tratamento térmico (perda de peso por cozimento, PPC - Cook Loss). A diminuição da CRA da carne durante o cozimento (até uma temperatura de cerca de 75°C) deve-se à desnaturação proteica, resultando em alterações estruturais como a destruição de membranas celulares (Torres, 2005, citado por Silva *et al.*, 2007).

A estrutura muscular é composta por inúmeros compartimentos que mantêm a água retida, como os espaços intermiofibrilar, extramiofibrilar, extracelular e entre os feixes musculares (Huff-Lonergan e Lonergan, 2005). A água fortemente ligada encontra-se em pequena quantidade no músculo, correspondendo a menos de 10% da água total, sendo muito resistente às forças físicas extremas, sendo esta fração aquosa de difícil remoção e influencia a temperatura de congelamento ou aquecimento.

Para Zeola *et al.*, (2002), parâmetros indicadores da qualidade da carne, como a CRA, traduzem sensação de suculência pelo consumidor no momento da mastigação, sendo que a menor CRA da carne implica perdas no valor nutritivo através do exsudado libertado, resultando assim em carne mais seca e com menor maciez.

Os fatores que podem afetar a capacidade de retenção de água são: a espécie animal, idade e função do músculo, além do pH.

O pH é um fator primordial que afeta a capacidade de retenção da água, tendo capacidade de retenção mínima no ponto isoelétrico das proteínas da carne (pH 5,0-5,5). Lawrie (2005), define como ponto crítico o pH 5,5, que seria o ponto isoelétrico das principais proteínas do músculo, significando assim, que a perda da capacidade de retenção de água é consequência inevitável da morte do animal e a magnitude da queda

do pH *post-mortem* irá, portanto, afetar a capacidade de retenção de água, sendo que quanto mais alto for o pH final, menor será a diminuição da capacidade de retenção de água.

A CRA é considerada um fator determinante na qualidade da carne, uma vez que a quantidade de água existente na mesma pode afetar o seu valor comercial, além de estar diretamente relacionada com as propriedades sensoriais de suculência, textura e sabor.

A suculência e a tenrura estão intimamente relacionadas, quanto mais tenra a carne, mais rapidamente se libertam os sucos ao mastigar e a quantidade dos mesmos é maior para carnes tenras.

A nível industrial o manuseamento de carnes com baixa CRA, geralmente causa grandes perdas quantitativas e qualitativas da carne, tornando-as indesejáveis para a comercialização. A exsudação de fluídos proveniente da carne gera uma preocupação comercial, pois está relacionada com perdas económicas.

As carnes que desfrutam extrema CRA, propriedades como DFD e carnes conhecidas como PSE representam perdas de propriedades organoléticas e são indesejáveis para o consumidor.

### **2.5.3. Textura**

A textura é um dos critérios de qualidade mais importantes em qualquer tipo de carne, pois está associada à satisfação final do consumidor. A textura, percebe-se como um conjunto de sensações tácteis, resultado da interação dos sentidos com as propriedades físicas e químicas da carne (dureza, humidade, elasticidade, suculência, mastigabilidade, entre outras).

A gordura intramuscular, a estrutura do tecido conjuntivo, o tamanho dos feixes musculares, o estado de rigidez e a capacidade de retenção de água, também influenciam a dureza da carne.

A textura da carne depende do tamanho dos feixes de fibras nos quais os músculos se encontram longitudinalmente divididos pelos septos de tecido conjuntivo que constituem o perimísio. O tamanho dos feixes depende tanto do número de fibras que contém, como também do diâmetro destas, de modo geral, a textura tende a aumentar com o avanço da idade do animal (Ordóñez *et al.*, 2005).

A textura da carne pode ser influenciada pelo fator, *ante-mortem* (idade, sexo, nutrição, exercício, stress antes do abate, tecido conjuntivo, espessura e comprimento do sarcómero) e o *post-mortem* (estimulação elétrica, *rigor mortis*, pH final, velocidade de arrefecimento da carcaça, maturação, métodos e temperatura de cozimento).

O processo de desenvolvimento do *rigor mortis* é o fator que mais influencia na transformação do músculo em carne e na sua qualidade. Uma alta capacidade de retenção de água corresponde a uma maior suculência, maior palatabilidade e percepção sensorial melhorando assim a textura da carne (Huallanco, 2004).

Para Fletcher (2002), uma carne mais dura pode passar ao consumidor a sensação de uma carne de animal mais velho, quando, no entanto, além dessa possibilidade, a textura pode estar associada a fatores de stress.

Uma alimentação rica em concentrados, resulta numa carne com maior teor de gordura, aumentando a sua suculência e maciez. As carcaças com mais gordura, normalmente são mais macias, devido à proteção contra os efeitos negativos da temperatura de arrefecimento (Bonagurio *et al.*, 2003).

De entre os métodos objetivos conhecidos para avaliar a maciez da carne, a força de corte é o mais utilizado. Essa metodologia utiliza um texturómetro acoplado a uma lâmina Warner-Blatzler, o qual mensura a pressão necessária para que a lâmina corte a porção do músculo, que mede a força necessária para cortar um cubo de carne de um centímetro de aresta, quanto maior é a força aplicada mais dura é a carne.

Existem vários fatores que influenciam na determinação da textura, sendo os mais importantes: uniformidade da amostra a analisar, sentido das fibras musculares, quantidade e distribuição do tecido conjuntivo, quantidade de gordura, temperatura da amostra no momento da análise e velocidade da célula Warner-Bratzler.

#### **2.5.4. Cor**

A análise da aparência, realiza-se com o primeiro contacto que o consumidor tem com um produto, sendo a primeira característica sensorial a ser avaliada. A aparência avalia-se principalmente em relação à cor e ao marmoreado.

A cor da carne é um dos fatores mais relevantes que determinarão o valor do produto no momento da sua comercialização e depende da concentração de pigmentos da carne (fundamentalmente mioglobina), do estado químico da mioglobina na superfície, da estrutura e estado físico das proteínas musculares e da proporção de gordura de infiltração (Alberti, 2000).

A cor da carne pode ser influenciada por muitos fatores, como as enzimas, a dieta, a idade do animal e também eventos que antecedem o abate do animal (Mancini e Hunt, 2005; Muchenje *et al.*, 2009).

Para além destes, existem mais fatores que podem influenciar a cor da carne, tais como: o conteúdo em mioglobina (este é intrínseco ao músculo, sendo dependente do tipo de músculo, raça, sexo, idade e o estado nutritivo do animal), o período de pré-abate (as operações que antecipam o abate, o abate e as operações subsequentes alteram a cor do músculo, influenciando assim o valor do pH e o declínio da temperatura) (Honikel, 1998).

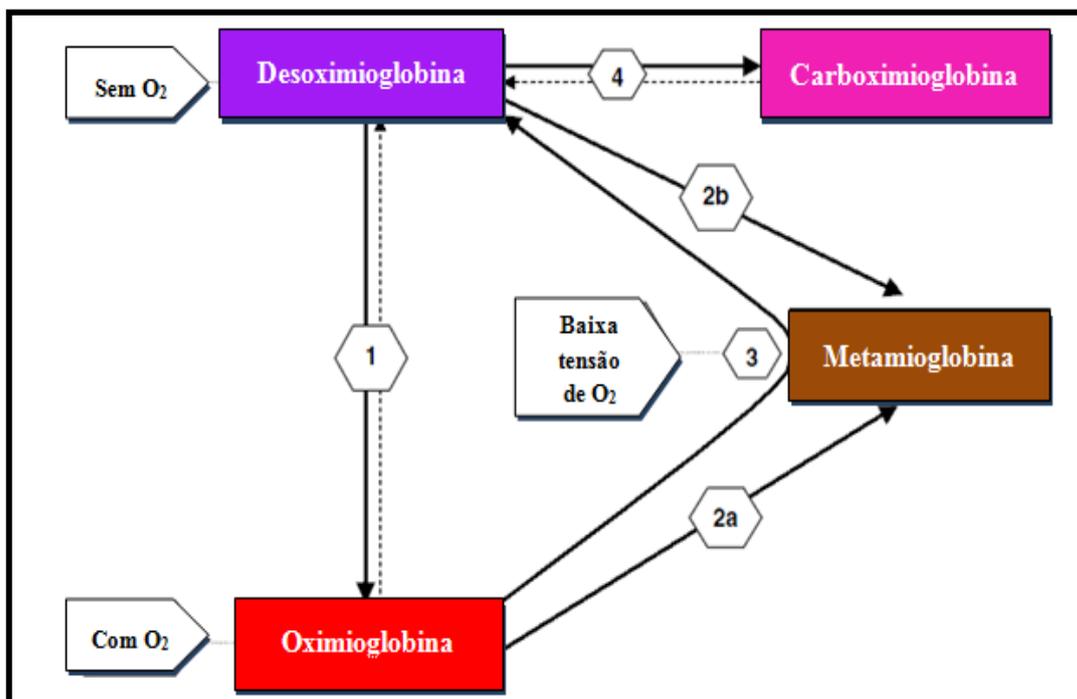
A estrutura do músculo interfere nas propriedades de absorção e dispersão da luz incidente. As carnes com pH final elevado (carnes DFD) apresentam pouca exsudação, originando uma coloração escura, levando à rejeição por parte do consumidor ao

associá-la com carne de animais velhos e com maior dureza (Sainz, 1996, citado por Wiegand, 2007).

Pelo contrário, a palidez está associada com a desnaturação proteica causada pela descida do pH e pela elevada temperatura da carcaça (carnes PSE). Com a diminuição do pH, a desnaturação proteica e a expulsão da água, aumenta a interação proteína-proteína e conseqüentemente aumenta o grau de exsudação, com menos luz sendo transmitida através das fibras e mais luz sendo dispersa (Muchenje *et al.*, 2009).

A duração do armazenamento, a distribuição e exposição, o processo de oxigenação e oxidação influenciam a cor da carne.

Na figura 6 está representado a inter-conversão dos diferentes estados da mioglobina na superfície da carne. A mioglobina é o principal pigmento da carne sendo esta uma proteína constituída por 153 aminoácidos, que contém no centro um grupo prostético heme. O estado químico da mioglobina depende da valência do ião ferro localizado no grupo heme. O grupo heme contém um ião ferroso ( $Fe^{2+}$ ) que tem capacidade de ligação reversível com o  $O_2$ , o  $CO_2$  e o NO (Ostermann *et al.*, 2000).



**Figura 6** – Inter-conversões da cor na superfície da carne; 1- oxigenação; 2a e 2b - oxidação, 3 - redução; 4 - carboxilação (Mancine e Hunt, 2005)

No músculo, o ferro na mioglobina encontra-se na forma de ião ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ), sendo nesta forma que se encontra na carne fresca.

Na presença de oxigénio o ião ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) do grupo heme, liga-se ao oxigénio atmosférico (oxigenação), formando a oximioglobina, que possui coloração vermelho-brilhante, desejável e atraente do ponto de vista do consumidor, que se observa na parte exterior da carne. Quando privado de oxigénio, a mioglobina passa a desoximioglobina, que possui cor roxo púrpuro mais intensa e escura que a oximioglobina. Estas duas reações são interconvertíveis, dependendo da tensão de oxigénio e, na prática, da superfície de contacto da carne com o ar.

A oxidação do ião ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) à forma férrica ( $\text{Fe}^{3+}$ ) e a sua ligação com uma molécula de água, que ocorre naturalmente durante o armazenamento da carne fresca na presença de oxigénio, resulta na formação da metamioglobina, que possui coloração acastanhada, indesejável do ponto de vista do consumidor (Mancini e Hunt, 2005). No caso da exposição prolongada à luz e ao oxigénio, a redução da forma férrica ( $\text{Fe}^{3+}$ ) ao ião ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) não será possível.

A cor da carne pode ser avaliada de diferentes formas: por métodos laboratoriais que avaliam a cor por meio da determinação da concentração de mioglobina por técnicas de espectrofotometria, sabendo que a uma maior concentração de pigmento corresponde um vermelho mais intenso na carne; pelo método mais utilizado para avaliação da cor que recorre a colorímetros, permitindo caracterizar a cor com base em parâmetros objetivos que podem ser determinados em vários sistemas, sendo o sistema proposto pela *Commission International de L'Eclairage* (CIE). A CIE, define a cor percebida, como o atributo visual que se compõe de uma combinação de conteúdos cromáticos e acromáticos (Alberti *et al.*, 2005). A cor de um produto resulta da capacidade de reflexão pela matéria das diferentes radiações do espectro visível.

Os atributos são:

- Luminosidade (lightness –  $L^*$ ): a luminosidade do estímulo julgado em relação à luminosidade de outro estímulo que aparece como branco ou transparente. As variações de  $L^*$  vão do 0 (preto) ao 100 (branco). Este atributo está relacionado com avaliação visual do consumidor.

- Tom ( $H^*$ ): representa o atributo da sensação visual segundo o qual o estímulo aparece similar a uma das cores percebidas, vermelho, amarelo, verde ou azul ou a certas proporções de duas delas. No caso da carne, o estado químico da mioglobina determinará o tom. O tom fica definido pela relação entre o índice de amarelo-azul ( $b^* > 0$  para o amarelo e  $b^* < 0$  para o azul) e o vermelho-verde ( $a^* > 0$  para o vermelho e  $a^* < 0$  para verde). O tom relaciona-se com fatores *post-mortem* e varia de 0 a 360 graus.

- Cromo ( $C^*$ ): compreende a coloração do estímulo julgado em proporção à luminosidade de outro estímulo que aparece como branco ou transparente, dando sensações de cores vivas ou apagadas. Relaciona-se com fatores *ante-mortem* (como a linhagem, raça, sexo, quantidade de mioglobina, entre outros) a qual determina a saturação da cor. O valor de croma varia de 0 a 200.

A medida da cor pode efetuar-se de diversas maneiras. Uma das mais utilizadas é o uso de um colorímetro para determinar a medida dos parâmetros da escala de referência CIELAB -  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , os quais definem a cor numa escala tridimensional mediante três parâmetros: luminosidade ( $L^*$ ), índice de vermelho ( $a^*$ ) e índice de amarelo ( $b^*$ ).

### 2.5.5. Ácidos gordos

Os lípidos são constituintes importantes da dieta, pois além dos seus elevados valores energéticos, fornecem vitaminas lipossolúveis e ácidos gordos essenciais (Serrano, 2002).

O conteúdo de lípidos no músculo é mais variável, pois é influenciado pela idade e linhagem do animal, pela composição da dieta e pelo ambiente (Cobos *et al.*, 1994; Valsta *et al.*, 2005).

Os ácidos gordos encontrados na natureza, são geralmente constituídos por cadeias lineares com número par de átomos de carbono, podendo a cadeia ser saturada ou insaturada (Cobos *et al.*, 1994). Os ácidos gordos são caracterizados pelo número de

ligações duplas e ainda a posição exata destas ligações, o que vai influenciar a reatividade biológica dos ácidos gordos da molécula. Estes são classificados em saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) e polinsaturados (PUFA).

Os ácidos gordos saturados, com exceção do esteárico (C18:0), incrementam o aumento dos níveis plasmáticos de colesterol LDL, abrandando a atividade do recetor LDL. O ácido esteárico (C18:0) tem função neutra, uma vez que no organismo se transforma imediatamente em ácido oleico (C18:1).

Segundo Cobos *et al.*, (1994), o ácido oleico (C18:1) é o monoinsaturado mais abundante em carnes, seguido pelo palmitoleico (C16:1). Os ácidos, linoleico (C18:2), linolénico (C18:3) e araquidónico (C20:4) são os principais polinsaturados. Os ácidos saturados e monoinsaturados predominam na composição dos triglicerídeos da carne (Cobos *et al.*, 1994).

Os PUFA são de importância relevante para o crescimento e desenvolvimento do organismo, no metabolismo energético, na reprodução do sistema imunológico, bem como no desenvolvimento do cérebro e tecido nervoso.

Em termos de armazenamento, a gordura apresenta-se disposta no músculo em extramuscular, intermuscular e intramuscular. A extramuscular entende-se por gordura externa, a intermuscular entre os músculos e a intramuscular está contida no interior do músculo (Da Paz, 2009). Este tipo de gordura (intramuscular) é a última a depositar-se, sendo necessário um nível elevado de concentração energética no alimento.

Os animais castrados, têm maior aptidão para apresentar carnes com maior quantidade de gordura intramuscular que as fêmeas e os machos inteiros. Estas desigualdades encontradas entre sexos variam em função da raça, linhagem, idade ao abate e forma de alimentação.

A análise da percentagem de gordura na carne é realizada por meio da análise da gordura intramuscular, também chamado de “marmoreio”. A gordura intramuscular pode influenciar a textura da carne, a sua dureza, bem como a suculência. Contribui igualmente para a formação do aroma, dá maciez e suavidade à carne (aumenta com o

aumento de gordura) e influencia a taxa de secagem da carne, a qual decresce com o aumento da proporção de gordura. As principais fontes de suculência da carne são a humidade e a gordura intramuscular.

A oxidação dos ácidos gordos insaturados, é superior nos PUFA, representando um papel importante na regulação da “vida de prateleira” da carne. A reação com o oxigénio (autooxidação) é a principal responsável na deterioração causada pela oxidação lipídica. No entanto, este aspeto é importante no sabor desenvolvido durante o cozinhado.

A carne do peito das aves, possui um baixo teor de gordura devido à sua reduzida necessidade de armazenar energia. Já os depósitos de gordura subcutânea, na cavidade abdominal e nas sobrecoxas são bastante acentuados, caracterizando regiões onde a reserva de energia é importante para o isolamento térmico e também para permitir a atividade física de longa duração. Contudo, a carne de frango, em comparação com a de outros animais, é relativamente abundante em ácidos gordos polinsaturados (Jahan *et al.*, 2004; Valsta *et al.*, 2005).

### **2.5.6. Índice de oxidação**

Os lípidos são macronutrientes, existentes nos alimentos, constituídos por diferentes compostos (carbono, oxigénio e hidrogénio, alguns possuem fósforo e azoto), que apresentam várias funções orgânicas. Como por exemplo, a de reserva energética em situações de jejum (cada grama fornece 9 kcal quando oxidada no organismo), função hormonal, função estrutural (fazendo parte das membranas celulares), absorção de vitaminas lipossolúveis, aumento do tempo de digestão em seres humanos, entre outras (Novelo, 2005). Os lípidos representam um papel importante na qualidade de alguns produtos alimentares, especialmente em relação às propriedades sensoriais que os tornam desejáveis (sabor, odor, cor, textura).

A rancificação, conhecida por oxidação lipídica é o principal processo pelo qual ocorre a perda da qualidade da carne e seus produtos, depois da deterioração microbiana (Gray *et al.*, 1996). É um fator determinante na vida útil do produto, na medida em que gera produtos indesejáveis do ponto de vista sensorial e destrói vitaminas lipossolúveis e ácidos gordos essenciais (Osawa *et al.*, 2005, citado por Aguiar 2006), como também promove a formação de compostos potencialmente tóxicos que comprometem a qualidade da carne, sendo estes prejudiciais para o consumidor.

A oxidação lipídica (além da alteração de odor, aroma e sabor) também está relacionada com a oxidação dos pigmentos da carne, provocando alteração na cor. A oxidação lipídica promove a modificação da cor de carnes, pela transformação do pigmento oximioglobina, de coloração vermelho brilhante, em metamioglobina, tornando a carne castanha-acinzentada (Kraner, 1994).

Os principais fatores que afetam a oxidação lipídica compreendem a composição dos fosfolípidos, o teor de ácidos gordos polinsaturados (PUFA) na carne, e a presença de íons de metais livres.

A composição de ácidos gordos da carne dos animais monogástricos, é refletida pela composição da dieta, uma vez que eles são ingeridos e passam pelo trato gastrointestinal sem sofrer alterações (Rule *et al.*, 2002).

Quanto maior o grau de insaturação dos ácidos gordos, os PUFA, maior a suscetibilidade à oxidação lipídica, conduzindo esta à formação primária de hidroperóxidos. Os quais são muito instáveis, porque são decompostos em aldeídos, hidrocarbonetos, álcoois, cetonas, ácidos, ésteres entre outros, afetando a cor, sabor, textura e valor nutricional, conseqüentemente a qualidade total durante o armazenamento (Jahan *et al.*, 2004).

Para retardar o processo de oxidação, podemos recorrer à adição de antioxidantes, ou proceder ao embalamento dos produtos em condições de vácuo ou atmosfera modificada.

Os produtos primários de oxidação lipídica são constituídos principalmente por hidroperóxidos, os quais são rapidamente decompostos em várias substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBA). Particularmente carbonilos, sendo o malonaldeído (MDA) o elemento mais importante. O MDA é o maior produto secundário da oxidação lipídica, sendo um aldeído bifuncional, é muito reativo, podendo interagir através de ligações cruzadas com o DNA e proteínas, provocando alterações cromossômicas e redução da capacidade de síntese proteica. Desta forma a quantidade de MDA é usada como índice de oxidação nos músculos da carne.

O teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) quantifica o malonaldeído (MDA). Este teste designa-se TBARS, uma vez que MDA é a maior substância reativa embora outros produtos de oxidação podem reagir com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA).

O método permite quantificar o estado de oxidação lipídica do alimento, baseando-se na reação colorimétrica entre malonaldeído (MDA) e o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), produzindo um composto de cor vermelha, medido espectrofotometricamente a 532 nm. A quantificação do MDA é feita a partir de curvas de calibração construídas com concentrações conhecidas.

### **2.5.7. Composição química da carne**

A composição química da carne tem característica importante na sua qualidade, pois é um componente importante na dieta humana, devido à composição de nutrientes que oferece, bem como pode afetar a qualidade tecnológica, higiênica, sanitária e sensorial. A carne é a principal fonte proteica na alimentação humana.

A análise química da carne, é determinada pelos seus elementos maioritários: água, proteína, gordura e minerais. A espécie, a raça, o sexo, a idade e a nutrição são fatores que mais influenciam nesta composição, bem como das condições ambientais (Sañudo *et al.*, 2000; Baracho *et al.*, 2006).

A água é um constituinte importante da carne, encontrando-se acima de 70%, influenciando assim a suculência, cor e sabor. A água possui em cada alimento um conteúdo característico, dependendo da quantidade, localização e orientação, a água é crucial nos processos vitais e influencia intimamente a estrutura, aspeto e sabor dos alimentos.

As proteínas, são as principais responsáveis pela retenção de humidade na carne, pois contribuem de forma directa no rendimento, na estrutura, na qualidade e nos aspetos sensoriais e nutricionais. Aproximadamente 45% da humidade da carne encontra-se fortemente ligada pelas proteínas. Quando se verifica perda da humidade, esta compromete a qualidade da carne, conferindo textura dura, seca e fibrosa, bem como predispõe a rancificação e outras alterações físico-químicas indesejáveis.

As proteínas de origem animal são consideradas de alto valor biológico, uma vez que contêm todos os aminoácidos essenciais e quantidades equivalentes à necessidade do corpo humano. As proteínas podem ser classificadas, segundo a sua solubilidade: as proteínas solúveis em água ou em soluções salinas diluídas; as proteínas solúveis em soluções salinas concentradas ou proteínas miofibrilares (actina, miosina, tropomiosina, troponina, entre outras); as proteínas insolúveis em soluções salinas concentradas (colagénio, elastina e reticulina). As proteínas são nutrientes orgânicos nitrogenados, sendo indispensáveis para o crescimento, reprodução e produção.

O colagénio é a principal proteína estrutural do tecido conjuntivo, seguindo-se a elastina. Sendo estas proteínas insolúveis em solução salina concentrada e estão presentes na carne entre 2 a 3 % da sua constituição total. O conteúdo em colagénio da carne é aferido através da quantidade detetada de hidroxiprolina, aminoácido que se depara presente quase exclusivamente no colagénio.

A cinza (resíduo inorgânico), resulta da queima da matéria orgânica, apresentando como constituintes principais: potássio, sódio, cálcio e magnésio, podendo ainda encontrar pequenas quantidades de alumínio, ferro, cobre e zinco. Durante a queima da matéria orgânica, devido à volatilização ou interação entre os constituintes do alimento durante a incineração, alguns minerais que se encontravam originalmente no alimento não vão ser encontrados na cinza do próprio.

A carne magra em termos gerais contém 75% de água, 21-22% de proteína, 1-2% de gordura, 1% de substâncias minerais. Estes valores podem oscilar com o estado de engorda do animal, resultando numa diminuição das percentagens de proteína e água e elevação do teor de gordura na carne, pois a quantidade de gordura é inversamente proporcional à de água. Quando se obtém maiores pesos de animais para abate, há uma tendência para aumento do teor de gordura e diminuição do conteúdo de água na carne.

À medida que a dimensão do peso corporal aumenta, todos os elementos químicos do corpo aumentam em valores absolutos, porém, em valores relativos não acontece o mesmo, porque a percentagem de proteína e cinzas permanece relativamente constante, verificando-se um aumento da gordura, enquanto que a de água diminui.

## **2.6. Análise Sensorial**

Segundo o projeto da Norma Portuguesa 4263 (1994), pode-se definir análise sensorial ou exame organolético como o “*exame das características organolépticas de um produto pelos órgãos dos sentidos*”, sendo, aí, organolética definida como “*qualifica uma propriedade de um produto perceptível pelos órgãos dos sentidos*” (Noronha, 2003).

Stone (1999), refere-se à análise sensorial como uma ciência que mede, analisa e interpreta as reações dos sentidos (visão, olfato, audição, gosto e textura) aos alimentos.

Ainda segundo Noronha (2003), que complementa a análise sensorial, ainda como, “*uma técnica cujo objectivo é a determinação das propriedades sensoriais ou organolépticas dos alimentos, isto é, a sua influência sobre os receptores sensoriais cefálicos antes e após a sua ingestão e a investigação das preferências e aversões pelos alimentos determinadas pelas suas propriedades sensoriais*”.

Para se fazer uma análise sensorial de um produto, existem três tipos principais de análise sensorial: análises descritivas (para descreverem e quantificarem as informações que se pretendem avaliar), análise discriminativa (para determinar diferenças entre amostras, sendo esta análise objetiva e pode ser empregue em controle de qualidade, desenvolvimento de novos produtos e para testar a precisão e a confiabilidade dos provadores), análises hedónicas ou afetivas (determinam se o consumidor gosta ou não do produto, através da descrição das apreciações (que depois são convertidas em pontos).

Para a realização das análises do tipo discriminante e descritiva, estas necessitam de um bom controlo e obtêm maior precisão. Em contrapartida, as do tipo afetivo exigem a disposição de consumidores representativos e condições de análise que possibilitem extrapolar os resultados à vida quotidiana.

A avaliação das características sensoriais é de elevada importância na medida em que ao se desenvolver novos produtos ou no controlo de qualidade dos mesmos é utilizada para estudos de tempo de vida do produto; comparar um produto com o target e modificá-lo de forma a ficar próximo do target; identificar a posição de um produto em relação aos seus concorrentes; especificações e controlo da qualidade do produto; reformulação do produto; deteção de cheiros e sabores estranhos ao produto e sua aceitabilidade pelo consumidor.

A perceção das variáveis sensoriais e interpretações dos sentidos, não dependem apenas do estímulo, mas também das condições fisiológicas, psicológicas (fadiga, adaptação ao estímulo, idade, sexo) e sociológicas do painel de provadores.

Desta forma, em análise sensorial, a equipa de provadores é o instrumento de medida e, conseqüentemente, os resultados da análise dependem dos seus membros, por isso o painel é uma parte necessária do processo produtivo (ISO-8586-1, 2001).

Segundo Rodrigues (2007), a análise sensorial inclui uma série de métodos com técnicas estabelecidas para a apresentação dos produtos, formatos de questionários bem definidos e métodos estatísticos para a interpretação dos resultados. De modo geral, a

obtenção de uma medida sensorial de “qualidade” depende de dois aspetos fundamentais: os indivíduos e as características de execução da prova.

Antes de se realizar qualquer análise sensorial, é imprescindível que as instalações sejam apropriadas, bem como o painel de provadores/consumidores que vão efetuar as provas sensoriais.

### **2.6.1. Instalações**

Para a realização da análise sensorial, requer a utilização da ISO 8589: 2007, em que refere a normalização das características individuais dos provadores e das condições ambientais dos locais destinados à análise sensorial de produtos alimentares.

A sala de provas deve ser de acesso fácil e contígua à sala de preparação de amostras. Deve apresentar cor neutra, e iluminação adequada, com disponibilidade de material e do equipamento necessário, e, embora de dimensão e distribuição variável, as cabines dos provadores devem ser individualizadas, uniformes e com espaço suficiente (para amostras, folha de registo, entre outros). A temperatura deve ser cerca de 20 – 22°C, com uma humidade relativa de 60% a 70%. Esta deve ainda ser, insonorizada e inodora, com gabinetes de prova isolados com acesso a água e luzes de cor.

### **2.6.2. Análise descritiva quantitativa (ADQ)**

A Análise Descritiva Quantitativa do nome “quantitative descriptive analysis” (ADQ), foi desenvolvida por Stone e Sidel em 1985.

Através desta metodologia, recorrendo a membros do painel de provadores podemos caracterizar o perfil sensorial de um produto, descrevendo os seus atributos sensoriais e quantificando-os. Os atributos são expressos em linguagem comum e quantificados em escalas apropriadas (Murray *et al.*, 2001).

Após tratamento estatístico apropriado, os resultados, podem ser traduzidos em linguagem industrial, com implicações nos processos de fabrico e/ou nas estratégias de marketing, se conjugados a informações provenientes dos consumidores. A análise sensorial discriminativa é a forma de análise sensorial mais antiga, embora até ao ano de 1994 tenha sido a mais utilizada no controlo de qualidade dos alimentos (Alves, 1994).

Análise descritiva quantitativa (ADQ), também conhecida por perfil convencional – Método ISO 11035:1994, utiliza-se quando se está interessado em qualidades sensoriais complexas, e multidimensionais de um produto/amostra, como o aroma, o sabor, a suculência ou a textura. Deve-se utilizar métodos que permitam “o uso de termos descritivos para a avaliação dos atributos sensoriais da amostra e a intensidade de cada atributo”. Estes métodos são comumente designados por Perfil Sensorial (Murray *et al.*, 2001; Noronha, 2003).

Segundo este autor a análise descritiva quantitativa pode ser dividida em três fases distintas:

- 1.<sup>a</sup> - A procura do número mínimo de descritores que permitam o fornecimento do máximo de informação sobre um dado produto;
- 2.<sup>a</sup> - A medida da intensidade da sensação apercebida para cada um dos descritores escolhidos;
- 3.<sup>a</sup> - A construção, a partir do conjunto dos descritores quantificados, do perfil sensorial do produto.

Sempre que estejamos interessados, em caracterizar um produto numa grandeza sensorial complexa e que não seja possível determinar por métodos instrumentais, como o aroma, sabor ou textura de um dado produto alimentar utilizamos as técnicas de Perfil Sensorial. Estas descrevem componentes ou parâmetros sensoriais do produto a avaliar e medem a intensidade e ordem em que são percebidos, recorrendo a painéis de provadores, capazes de fornecer informações sobre a grandeza dos atributos sensoriais da carne.

A informação obtida nas provas descritivas pode ser utilizada para diversas finalidades (Murray *et al.*, 2001; Noronha, 2003):

- Serve para tirar a “impressão digital” ou “bilhete de identidade” a um dado produto para posterior comparação com outros lotes do produto ou com outros produtos semelhantes;
- Utilizada para a construção de Cartas de Controlo (método gráfico utilizado no Controlo da Qualidade para verificar se um dado processo está sob controlo ao longo do tempo);
- Estabelecer diferenças entre famílias de produtos existentes no mercado;
- Comparar os atributos do produto em estudo, com informação relativa à aceitação/preferência do produto pelo consumidor ou com dados físicos e químicos;
- Utilizada em campanhas de marketing em que sejam realçadas as características sensoriais particulares do produto, ou aquelas que lhe concedam uma vantagem competitiva.

Desta forma a análise descritiva, deve ser feita quando pretendemos fornecer uma completa descrição sensorial dos produtos, determinar como os ingredientes ou mudanças de processos afetam as características do produto e identificar atributos sensoriais chave que levam à aceitação pelo consumidor.

### **2.6.3. Propriedades dos descritores**

Os descritores usados para a determinação do perfil sensorial de um produto devem obedecer às seguintes características: pertinência, precisão, poder discriminativo, exaustivo e independentes (Norma ISO 11035:1994). Conforme a norma referida, deve-se tentar que os descritores sejam precisos, isto é, desprovidos de qualquer

ambiguidade. É fundamental ter cuidado em não utilizar termos como azedo, que para umas pessoas tem o significado de ácido ao mesmo tempo que para outras tem o significado de amargo.

Os descritores devem ser independentes, de modo a alcançar o máximo de informação com a utilização do número mínimo de palavras. A redundância poderia à primeira vista ser útil para precisar o sentido dos termos utilizados. No entanto, por um lado iria ser fonte de ruído no tratamento estatístico a que os dados são submetidos, dificultando a interpretação dos resultados estatísticos, por outro lado iria aumentar o trabalho necessário à sua obtenção (cansaço dos provadores, maior tempo de prova, maior trabalho no processamento dos dados). Uma outra propriedade importante dos descritores é que seja quantificável (Noronha, 2003).

A carne é um produto bastante complexo, caracterizado por um conjunto de parâmetros multidimensionais, sendo necessária a utilização de um conjunto de descritores para tentar descrever cada um deles (Alves, 1994).

De acordo com Smulders *et al.*, (1991) os principais descritores da qualidade sensorial da carne são: o *flavour*, a tenrura, a suculência, a existência de tecido conjuntivo, a estabilidade da cor, o odor, a gordura e a consistência.

Neste trabalho, apenas se vão referir os descritores mais referenciados, respeitantes à caracterização sensorial da carne, tais como: a cor, o aroma, o sabor /*flavour*, a tenrura e a suculência.

#### **2.6.4. Cor**

A cor da carne é um dos fatores mais relevantes que determinarão o valor do produto no momento da sua comercialização (Rodrigues, 2007). A cor é o primeiro atributo a ser percebido pelo consumidor, influenciando a decisão de compra.

A cor está essencialmente relacionada com a concentração de mioglobina. A sua concentração é influenciada por diversos fatores: a espécie animal, a idade, o estado nutricional, o nível de exercício e metabolismo energético muscular dominante. Este atributo, depende da concentração de pigmentos da carne, do estado químico da mioglobina na superfície, da estrutura e estado físico das proteínas musculares e da proporção de gordura de infiltração (Alberti, 2000).

A cor vermelha viva é normalmente interpretada como um indicador de frescura e salubridade (Mancini e Hunt, 2005), enquanto que uma cor escura (vermelha escura ou castanha), pode ser associada a um produto retardado, com deficiente qualidade higiénica ou proveniente de animais idosos (Ouali *et al.*, 2006).

### **2.6.5. O aroma**

O aroma é definido como a perceção que ocorre nas fossas nasais, onde um elevado número de sensores são capazes de reagir com as moléculas voláteis libertadas pela carne (Silva *et al.*, 2007). Quando aquecidos, os constituintes da carne reagem para produzir uma mistura de compostos voláteis que são responsáveis pelo aroma, sendo assim necessário que as substâncias sólidas ou líquidas se reduzam ao estado gasoso e desta forma, se espalhem pelo ar e entrem em contacto com os recetores olfativos. A sua natureza e quantidade dependem do tempo e da temperatura de preparação (Horstein e Wasserman, 1994).

As várias sensações odoríferas são desencadeadas pelas moléculas voláteis que alcançam os recetores olfativos, tanto por via nasal como retronasal (Sañudo, 1997). Mediante as frações lipídicas de espécies diferentes, estas diferem, qualitativa e quantitativamente, na composição dos seus ácidos gordos, podendo contribuir para os odores característicos de cada espécie. A intensidade do odor da carne de animais velhos, é maior do que a de animais jovens da mesma espécie.

### **2.6.6. O sabor / *flavour***

O sabor pode ser definido através dos quatro sabores básicos: o doce, o amargo, o salgado e o ácido. Contudo, o sabor metálico, adstringente, quente ou frio têm vindo a ser ponderados e estão ligados aos alimentos picantes (malagueta) e refrescantes (menta) que, independentemente da temperatura a que se consomem, originam essas sensações térmicas (Sañudo, 1997).

De acordo com Fisher e Scott (2000), as diferenças no sabor derivam em grande parte, da variação na composição em ácidos gordos que, por sua vez, dependem da espécie e da alimentação. O gosto, é o sentido que permite identificar o sabor dos diferentes alimentos, atuando por contacto das substâncias solúveis dos alimentos com a língua e saliva, dependendo dos recetores que são estimulados pelas substâncias químicas, sendo o ser humano capaz de perceber uma gama ampla de sabores como resposta à combinação dos vários estímulos (Landívar, 2001).

As diferenças que se encontram no sabor da carne, resultam da variação na composição de ácidos gordos, estando estes relacionados com o “*flavour*”. O *flavour* é o resultado do conjunto das sensações captadas pelos recetores olfativos e gustativos do consumidor aos compostos voláteis e de sabor libertados da carne durante a mastigação (Xiong *et al.*, 1999).

O *flavour* trata-se de um atributo complexo da carne, e é afetado pela espécie, idade, estado de engorda, tipo de tecido, localização, género, dieta e método de confeção. Este atributo é o mais facilmente detetável pelos consumidores como sendo aceitável ou não (Webb *et al.*, 2005).

### **2.6.7. Tenrura**

A tenrura/dureza é um dos primeiros critérios fundamentais da qualidade da carne para o consumidor, que se pode definir como a capacidade da carne para deixar-se cortar ou mastigar (Rodrigues, 2007).

Esta característica é a par com a cor, a característica sensorial que mais influência tem na decisão de compra por parte do consumidor (Morgan *et al.*, 1991; Brooks *et al.*, 2000), sendo a “carne dura” encarada como um fator de rejeição, estando os consumidores dispostos a pagar mais por uma carne mais tenra.

A estrutura do tecido conjuntivo, tamanho dos feixes musculares, o seu estado de rigidez, capacidade de retenção de água, bem com a gordura de infiltração afeta a dureza/tenrura da carne.

Existem ainda fatores extrínsecos que podem influenciar a tenrura da carne, designadamente, o nível de exercício, a nutrição, a estimulação elétrica no momento do abate, o encurtamento pelo frio, a glicólise *post-mortem*, entre outros (Cornforth, 1999; Xiong *et al.*, 1999). A carne de animais castrados possui carcaças com melhores qualidades organoléticas, provavelmente devido a uma maior quantidade de gordura total e de gordura intramuscular.

#### **2.6.8. A suculência**

A suculência da carne resulta de duas perceções: a primeira, pela sensação de humidade durante a mastigação devido à libertação de sucos da carne; a segunda, resulta da libertação lenta de soro e do efeito estimulador da gordura – ácidos gordos volatéis – sobre a produção de saliva (Sañudo, 1997). Esta última é a mais duradoura, pelo que se conclui que a suculência está mais relacionada com o conteúdo em gordura, diretamente relacionada com a gordura intramuscular, do que com a capacidade de retenção de água (Cross, 1994). A suculência da carne está diretamente associada com a gordura intramuscular. A carne de animais castrados, possuiu maior gordura intramuscular, obtendo-se assim carcaças com melhores qualidades organoléticas.

### 3. Material e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido na sua totalidade na Escola Superior Agrária (ESA) do Instituto Politécnico de Bragança (IPB). As determinações das análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de Tecnologia e Qualidade da Carcaça e da Carne (LTQCC, figura 7), sendo que a análise sensorial efetuou-se na sala de provas sensoriais (figura 8).



**Figura 7** – Vista do LTQCC



**Figura 8** – Vista lateral da sala de provas sensoriais

O estudo envolveu 25 animais, 13 da linhagem<sup>1</sup> pedrês (7 galos não castrados e 6 galos castrados (capões)) e 12 da linhagem castanha (5 galos não castrados e 7 capões). As aves das linhagens pedrês e castanha foram adquiridas a um produtor comercial, entendendo-se por linhagem grupos de aves que foram reproduzidas comercialmente, com as designações de pedrês e castanha de acordo com a plumagem, para serem criadas como aves de capoeira. A criação ocorreu na Quinta do Poulão, pertencente a ESA-IPB. Assim a sua designação neste trabalho será de aves: linhagem pedrês e linhagem castanha.

As aves correspondentes a “frango do campo” e “frango comercial” foram adquiridas numa superfície comercial em que são vendidas com essas designações.

---

<sup>1</sup> **Linhagem** – aves de capoeira de qualquer raça, em geral com um determinado nome do criador, que foi reproduzida pelo crescimento do bando em clausura durante cinco ou mais gerações (Merci, 1993).

### 3.1. Criação dos animais e alimentação

As aves (pintos) da linhagem pedrês e castanha foram compradas com três semanas de idade, no dia 02/04/12 e foram criadas na Quinta do Poulão até ao dia que antecedeu o respetivo abate, 26/06/12. Todos os animais foram devidamente identificados com um número no momento de compra. A alimentação durante as três primeiras semanas depois da compra das aves correspondeu à ração<sup>2</sup>, após este período de tempo, os animais foram alimentados com uma ração<sup>3</sup> de diferente composição.

Passadas seis semanas após a compra das aves (total de nove semanas), foram escolhidos aleatoriamente frangos da linhagem castanha e pedrês para serem castrados. No dia em que antecedeu o abate, as aves foram pesadas, para posteriormente se obter o rendimento da carcaça.

Entende por carcaça – o corpo da ave depois de sangrado, depenado e eviscerado, sendo facultativa a ablação do coração, fígado, pulmões, moelas, esófago e rins, assim como da secção das patas ao nível da articulação tibiometatársica e da cabeça (Portaria n.º 743/92 de 24 de julho).

### 3.2. Receção e preparação das amostras

As carcaças foram recebidas no Laboratório de Tecnologia e Qualidade da Carcaça e da Carne da ESA-IPB, passado as 24 horas após o abate.

Depois da receção das amostras, foram retirados o coração, fígado, pulmões, moelas, esófago, rins, patas, cabeça, pescoço e gordura abdominal, obtendo assim a carcaça. No final deste procedimento, efetuou-se a pesagem da carcaça.

As carcaças foram cortadas em duas metades por corte sagital da coluna vertebral (figura 9), a metade direita da carcaça reservou-se para a realização das análises físico-químicas, enquanto que a parte esquerda destinou-se para a análise

---

<sup>2</sup> Anexo I

<sup>3</sup> Anexo II

sensorial. Posteriormente as amostras foram embaladas a vácuo e congeladas a  $-25^{\circ}\text{C}$ , para conservação até à realização das análises físico-químicas e sensoriais.

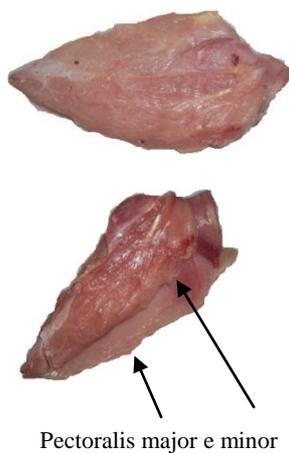


**Figura 9** – Carcaça cortada em duas metades por corte sagital da coluna vertebral

### 3.3. Análises Físicas e Químicas

Para a determinação das análises físicas e químicas, as amostras foram retiradas da câmara de congelação e mantidas na câmara de refrigeração a  $4^{\circ}\text{C}$  até à sua descongelação.

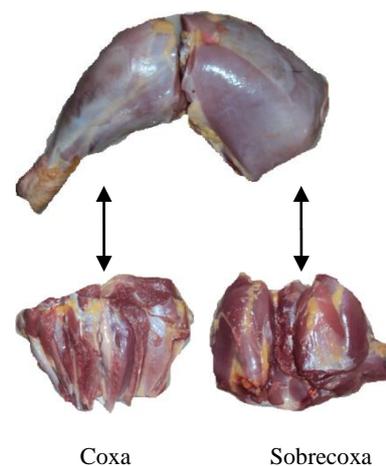
As amostras usadas para as determinações físico-químicas foram: as partes anatómicas do peito, asa e perna. Procedeu-se à dissecação da pele e a desossa das amostras. Todas as amostras foram realizadas em duplicado.



**Figura 10** – Peito antes e após dissecação



**Figura 11** – Asa antes e após dissecação



**Figura 12** – Perna antes e após dissecação

A descrição dos músculos que constituem cada parte anatómica encontra-se em Anexo (III, IV e V).

### 3.3.1. Determinação do pH

Os valores de pH, foram determinados recorrendo-se a um potenciómetro de penetração portátil “pH meter” para carnes, com o modelo HI 99163. Este modelo possui eléctrodo de pH FC 232D, pré-amplificado, sensor de temperatura e lâmina de aço inoxidável removível permitindo realizar medições em produtos de carne interna e externamente. Contendo também calibração automática de um ou dois pontos de calibração com dois conjuntos de padrões memorizados (Standard 4.01, 7.01, 10.01 ou NIST 4.01, 6.86, 9.18).

O pH foi determinado 24 horas após o abate. A leitura do pH efetuou-se através de uma incisão no músculo, introduzindo o eléctrodo de forma perpendicular ao músculo, com o fim de conseguir o contacto do eléctrodo com o tecido muscular. O pH foi sempre medido sobre o músculo *Pectoralis major* do lado direito, sendo realizadas leituras até o medidor de pH estabilizar.

### 3.3.2. Determinação da cor

Para a determinação da cor, foi utilizado um colorímetro de contacto Minolta CR-10, devidamente calibrado com o branco, que determina a cor da carne através das coordenadas L\*, a\* e b\*, relacionadas com a luminosidade, teor de vermelho e teor de amarelo.

As leituras de cor efetuaram-se sobre a parte interna da carne do peito, asa e perna, em três pontos diferentes numa área aproximada de 3,5 cm<sup>2</sup>, para evitar problemas relacionados com heterogeneidade das fibras musculares na superfície e sua direção, gordura de infiltração, variações da cor, manchas de sangue, ou outras alterações pontuais da cor.

Através dos valores de a\* e b\* obtidos nas leituras acima referidas, fez-se a determinação dos atributos Tom e Croma.

O valor de Tom ( $H^*$ ) foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$1.^a \quad H^* = \arctan (b^*/a^*)$$

O valor de Cromo ( $C^*$ ) foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$2.^a \quad C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

### 3.3.3. Determinação da atividade da água ( $a_w$ )

A determinação da atividade da água ( $a_w$ ) foi realizada utilizando um aparelho previamente calibrado, o HygroPalm, em que os valores da atividade obtidos são calculados com base na temperatura e na humidade relativa. A determinação foi realizada no peito, asa e perna antes e depois de triturar. Para proceder a esta determinação foi introduzido uma pequena porção de cada amostra a analisar no higrómetro, sendo realizada uma medição para cada porção.



**Figura 13** – Higrómetro – HygroPalm rotronic 8303

### 3.3.4. Medição da capacidade de retenção de água (CRA)

Para a determinação da capacidade de retenção de água, foi utilizado o músculo *Pectoralis major*. Após a dissecação do músculo, este foi cortado de forma a obter uma amostra de 10 a 15 cm de comprimento, sendo depois pesado e registado o seu peso.

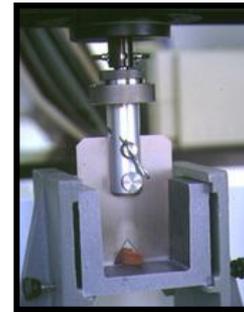
Para se proceder à determinação da CRA foi utilizada uma balança de precisão, banho termostático a 75°C, termómetro com sonda e saco plástico. Depois de se obter a amostra, esta foi pesada e registado o seu peso. A amostra foi colocada dentro do saco plástico e no seu interior inserido o termómetro com sonda, de forma a conseguir-se a medição exata da temperatura no centro da peça. Introduziu-se a amostra no banho-maria, de forma que a água não penetre no seu interior. Depois de atingir os 70°C, as amostras foram retiradas do banho-maria e arrefecidas durante 30 minutos em água corrente à temperatura ambiente.

As perdas são expressas em percentagem que supõe o peso perdido em relação ao peso inicial. O valor da CRA foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$3.^a \text{ CRA} = ((\text{peso cru} - \text{peso cozido}/\text{peso cru}) * 100).$$

### 3.3.5. Medição da textura

Para a determinação da textura utilizou-se um método de corte “Warner-Bratzler Shear Test” recorrendo ao aparelho Instron, equipado com a célula Warner-Bratzler, tendo sido realizadas 4 repetições para cada amostra.



**Figura 14** – Célula de corte Warner-Bratzler – Instron 5543

A dureza instrumental foi avaliada no seguimento da determinação da capacidade de retenção de água, aproveitando o músculo utilizado na CRA e parte do protocolo utilizado, nomeadamente o cozimento para a realização desta determinação. Depois da utilização do músculo na CRA, a amostra foi mantida a 4°C até à realização do ensaio. Por cada amostra, foram realizados 4 sub-amostras com o intuito de uniformizar os resultados.

As 4 amostras foram obtidas com as seguintes dimensões: 2 cm de comprimento x 1 cm de largura x 1 de altura, tendo em conta que o corte com a célula é realizado perpendicularmente ao sentido das fibras. O parâmetro é a força máxima (Kgf) exercida para corte da amostra.

### 3.3.6. Determinação dos pigmentos hemínicos

A determinação dos pigmentos foi realizada segundo o método de Hornsey, (1956). A medição da absorvância foi feita em espectrofotómetro, no comprimento de onda de 512 nm, contra ensaio em branco.



**Figura 15** – Espectrofotómetro 20 GENESYS

### **3.3.7. Determinação do índice de oxidação**

A determinação do índice de oxidação foi realizada segundo a NP 3356 (2009).

Medição da absorvância utilizando um espectrofotómetro, no comprimento de onda de 532 nm, contra ensaio em branco. A quantidade de aldeído malónico, é expressa em miligrama por 1000g de amostra.

### **3.3.8. Determinação da humidade**

A determinação do teor de humidade efetuou-se segundo a NP 1614 (2002). O teor de humidade é obtido através da perda de massa, quando submetidos a secagem, em estufa (Raypa) regulada a  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  até obtenção de peso constante. O resultado é expresso em percentagem em massa.

### **3.3.9. Determinação das cinzas**

A determinação das cinzas foi realizada segundo a NP 1615 (2002). O processo consistiu numa secagem, carbonização e incineração a uma temperatura de  $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$  de uma toma para análise, na mufla Ney VULCAN™ 3-550 e posterior arrefecimento e determinação da massa do resíduo. Entende-se por cinza o resíduo obtido depois da incineração  $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ , o resultado é expresso em percentagem em massa.

### **3.3.10. Determinação dos ácidos gordos**

A determinação dos ácidos gordos, aglomera duas fases. Na primeira fase recorreu-se a uma unidade de extração (Büchi Extraction Unit B-815), sendo a segunda fase numa unidade de análise e determinação (Büchi Fat Determination B-820).



**Figura 16** – Unidade de extração B-815



**Figura 17** – Unidade de determinação B-820

Para se realizar a extração dos ácidos gordos, procedeu-se segundo o método otimizado pela Büchi de acordo com a AOAC Internacional. Na primeira fase, a amostra sofre uma saponificação, pela atuação de uma base forte (hidróxido de potássio), seguindo-se a adição de um álcool (N- butanol), que provoca a esterificação dos ácidos gordos. Depois de 30 minutos de extração, efetua-se uma injeção de solução acídica, que vai impulsionar a separação das duas fases por polaridade (fase polar e fase apolar), possibilitando fazer a separação dos ácidos gordos e a subsequente recolha da amostra para injetar no cromatógrafo gasoso (GC), para obtenção do perfil de ácidos gordos.

Na segunda fase, a cromatografia é realizada num cromatógrafo gasoso (Büchi Fat Determination B-820), em que são usados os gases: Ar reconstituído e Hidrogénio, com pressões otimizadas para uma determinação eficaz dos ácidos gordos, ambos com uma pressão de entrada na unidade de 5 bar (72.5psi). A calibração é executada com um padrão interno (250 mg de C13 (IS), 70 mg de C16 e C17, 25mg de C20, C22 e C24), usando uma coluna específica para determinação de ácidos gordos, sendo injetado 2  $\mu$ l da amostra recolhida, onde a deteção é feita através de um detetor de ionização de chama (FID), realizando-se em duplicado cada amostra.

### **3.3.11. Determinação da proteína**

Para a determinação da proteína, efetuou-se conforme descrito na NP 1612 (2006). O processo para a determinação da proteína, envolve duas fases. Na primeira fase recorreu-se a uma unidade de digestão (Büchi Digest System K-437), sendo a

destilação, titulação e tratamento de dados realizada na unidade (Büchi AutoKjeldahl Unit K-370).



**Figura 18** – Unidade de digestão K-437



**Figura 19** – Unidade de determinação K-370

O resultado da proteína bruta, é o resultado obtido da % Azoto total determinado pelo método de Kjeldhal, multiplicando este valor pelo fator 6,25 para o caso das proteínas da carne.

### 3.3.12. Determinação da hidroxiprolina

A determinação do teor em hidroxiprolina, realizou-se segundo a NP 1987 (2002). A determinação é realizada pela medida espectrofotométrica, no comprimento de onda de 558 nm, contra ensaio em branco. Para obter o valor de colagénio, é necessário multiplicar o valor de hidroxiprolina por oito.



**Figura 20** – Coloração do teor de hidroxiprolina

## 3.4. Análise Sensorial

Para a realização da análise sensorial, da carne do peito, coxa e sobrecoxa de galo e capão da linhagem pedrês e castanha, “frango do campo” e “frango comercial”, foi constituído um painel de provadores treinados.

### 3.4.1. Constituição do painel

Para a avaliação sensorial da carne das distintas partes anatómicas dos diferentes grupos de animais, foi constituído um painel de provadores treinados. A análise sensorial foi realizada por um painel de provadores devidamente treinados, tendo estes já participado em anteriores trabalhos de investigação (carne caprina e ovina). O painel foi constituído por nove elementos (funcionários e docentes pertencentes ao Instituto Politécnico de Bragança).

### 3.4.2. Treino

A sessão de treino foi realizada em duas fases. Na primeira fase foram realizadas duas sessões de treino, em que a primeira se baseou numa avaliação individual de duas amostras do músculo do peito distintas (“frango do campo” e peru), e outra contendo três amostras (peito, sobrecoxa e coxa). Nesta fase de treino foi fornecido uma ficha<sup>4</sup> para os provadores descreverem as sensações obtidas.

Seguidamente a estas duas sessões, criticaram-se os vários adjetivos que o painel no seu conjunto utilizou. Depois, eliminaram-se os sinónimos e estabeleceram-se os vários descritores a utilizar: 1) intensidade de odor; 2) intensidade de odor estranho; 3) cor; 4) dureza; 5) suculência; 6) fibrosidade; 7) intensidade de sabor; 8) intensidade de sabor estranho; 9) intensidade de *flavour*; e 10) intensidade de *flavour estranho*.

A segunda fase de treino, consistiu na realização de uma sessão de treino, contendo uma amostra de peito, sobrecoxa e coxa de frango e capão, na qual foi fornecida uma ficha<sup>5</sup> para a adaptação dos provadores ao uso da escala estabelecida para cada um dos descritores selecionados.

Os provadores avaliaram as amostras, distribuindo-as ao longo de uma escala não estruturada de 10 cm, com intervalos, e ancorada nos extremos (por exemplo no que se refere à suculência, 0 cm corresponderá a “seca” e 10 cm a “suculenta”).

---

<sup>4</sup> Anexo VI

<sup>5</sup> Anexo VII

Antes do início da prova, foram esclarecidos todos os provadores sobre o que se pretendia com cada um dos testes, explicando-lhes, qual a forma de realizar a prova; o tempo disponível para a análise de cada amostra; a possibilidade de provar ou não a amostra várias vezes; o intervalo de tempo mínimo entre a prova de cada uma das amostras; o sistema a utilizar para a eliminação do sabor residual. O processo de treino do painel obedeceu ao estabelecido pela NP-ISO 8586-1 (2001).

### **3.4.3. Condições da sala de provas**

As provas sensoriais foram realizadas, na sala de provas da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança. Durante a realização das sessões, a temperatura da sala foi controlada de forma a ser compreendida entre  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  e a humidade relativa da sala entre os 60 e os 70%. A iluminação da sala foi feita com luz branca (estando, cada cabine equipada com luz vermelha, azul e branca).

### **3.4.4. Preparação e apresentação da amostra**

No dia anterior à realização da prova, colocaram-se as amostras a descongelar na câmara de refrigeração a  $4^{\circ}\text{C}$ . Aproximadamente uma hora antes da realização das provas, as amostras foram separadas nas diferentes partes (peito, sobrecoxa e coxa), desossadas, dissecada a pele e gordura em excesso. As amostras foram envolvidas em folha de alumínio e codificadas de forma aleatória com números de três dígitos.

No fim da preparação e identificação das amostras, cerca de quinze minutos antes do início da prova, as amostras foram colocadas no forno até atingir uma temperatura interna aproximadamente de  $75^{\circ}\text{C}$ , medida por um termómetro de penetração inserido no centro de uma amostra.

Após a amostra atingir a temperatura desejada, as diferentes partes foram cortadas em pequenos pedaços com 1 cm de espessura, envolvidas em folha de alumínio

e identificadas com o respetivo código de identificação. Todas as amostras foram apresentadas sempre nas mesmas condições para todos os provadores, numa ordem de disposição aleatória e equilibrada.

Os provadores antes de iniciarem a prova e entre as várias amostras, efetuaram a limpeza da boca com água mineral à temperatura ambiente e tostas e/ou maçã Golden. As condições ambientais e o tempo entre a prova de cada conjunto de amostras, foram constantes, respeitando no entanto, o tempo de cada um dos candidatos, durante todas as sessões realizadas. A metodologia usada foi a descrita pela NP ISO-8586-1, (2001).

Os provadores avaliaram<sup>6</sup> as amostras de acordo com a ordem estabelecida pelo coordenador das provas, avaliando nove amostras por sessão, sendo estas, apresentadas sempre nas mesmas condições a todos os provadores.

### **3.5. Análise Estatística**

Depois da execução de todas as análises físicas e químicas, procedeu-se à organização dos dados para se submeterem à análise estatística.

Foi estudado o efeito sexo, linhagem e diferenças entre partes anatómicas. Para tal, recorreu-se à análise univariável recorrendo ao teste Tukey - ANOVA do programa SPSS, software para o sistema operativo Windows, usou-se a versão 21. Os resultados são apresentados como valores médios e erro padrão, sendo que os valores de  $p$  menor ou igual a 0,05 foram considerados como estatisticamente significativos.

O tratamento de dados da análise sensorial pelo painel de provadores, foi avaliado por Análise Procrustea Generalizada (APG), segundo o tutorial indicado na página da internet do XLSTAT (GPA) – Addinsoft. Também foi efetuada uma caracterização do produto, utilizando o programa XLSTAT, um *addin* do programa EXCEL da Microsoft Office (versão 2011).

---

<sup>6</sup> Anexo VIII

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Composição Física

Na tabela 1 são apresentados os valores entre sexos e linhagens, para o rendimento da carcaça.

**Tabela 1** – Média ( $\pm$  erro padrão) dos valores obtidos para o rendimento da carcaça, para os diferentes sexos e linhagens.

		N	Rendimento (%)
Sexo	Capão	13	75,20 $\pm$ 31,20
	Galo	12	74,67 $\pm$ 32,84
Linhagem	Castanha	12	73,19 $\pm$ 32,84
	Pedrês	13	76,35 $\pm$ 31,20
Sig. (P)	Sexo		NS
	Linhagem		NS
	Sexo * Linhagem		NS

NS – não significativo

Os resultados estão expressos em percentagem (%)

Analisando o rendimento da carcaça, verifica-se que não existem diferenças entre sexos e linhagens. Obtendo o capão 75,2% e o galo 74,67%, enquanto se obteve valores de 73,19% e 76,35%, para a linhagem castanha e pedrês, respetivamente.

Na tabela 2, encontram-se os valores do pH em carne fresca, 24 horas após o abate (pH<sub>24</sub>), capacidade de retenção de água (CRA) e dureza instrumental da carne.

**Tabela 2** – Média ( $\pm$  erro padrão) dos valores do pH<sub>24</sub>, CRA e da textura sobre o músculo *Pectoralis major*, para ambos os sexos, linhagens e peça da carcaça.

		N	pH <sub>24</sub>	CRA	Textura Kgf
Sexo	Capão	13	5,83 $\pm$ 0,03	15,94 $\pm$ 0,71	2,35 $\pm$ 0,24
	Galo	12	5,82 $\pm$ 0,03	15,16 $\pm$ 0,75	2,84 $\pm$ 0,25
Linhagem	Castanha	12	5,84 $\pm$ 0,03	15,68 $\pm$ 0,75	3,24 $\pm$ 0,25
	Pedrês	13	5,81 $\pm$ 0,03	15,42 $\pm$ 0,71	1,95 $\pm$ 0,24
Peça da carcaça	Peito	25	5,82 $\pm$ 0,02	15,55 $\pm$ 0,51	2,59 $\pm$ 0,17
Sig. (p)	Sexo		NS	NS	NS
	Linhagem		NS	NS	***
	Sexo * Linhagem		NS	NS	*

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; NS – não significativo

No que diz respeito à análise da tabela 2, observa-se que o valor de pH e CRA não foi afetado ( $p > 0,05$ ) pelo sexo ou linhagem. Os resultados comprovam a pesquisa de Souza *et al.*, (2011) e Franco *et al.*, (2012a), que não encontraram diferenças entre raças (Mos e Sasso T-44; Super Pesadão, Paraíso Pedrês, respetivamente). Encontra-se bem documentado que a castração não apresenta efeitos significativos sobre o pH<sub>24</sub> e CRA (Lin e Hsu, 2002; Miguel *et al.*, 2008; Symeon *et al.*, 2010; Volk *et al.*, 2011; Symeon *et al.*, 2012).

De acordo com Castellini *et al.*, (2002), os valores normais de pH no final do processo de *post-mortem* estão entre 5,75 a 5,96 constatando que os valores obtidos no presente estudo (tabela 2) encontram-se dentro da normalidade.

Relativamente ao valor de CRA (perdas por cozinhado), foi possível observar que nenhum fator estudado foi significativo, verificando que este foi muito reduzido (entre 15% e 16% aproximadamente). Symeon *et al.*, (2010), também encontraram baixos valores de CRA entre galo e capão, 14,35% e 14,11%, respetivamente.

Analisando a textura através da força de corte pela célula Warner-Bratzler, não se evidenciaram diferenças ( $p > 0,05$ ) entre sexos, confirmando os resultados descritos na literatura (Chen *et al.*, 2007; Díaz *et al.*, 2010; Symeon *et al.*, 2012).

Fazendo analogia ao fator linhagem, verificou-se que a linhagem castanha (3,24 Kgf) diferiu ( $p \leq 0,001$ ) da linhagem pedrês (1,95 Kgf) apresentando uma carne com maior dureza. Podendo estar associada à linhagem castanha, maior quantidade e distribuição do tecido conjuntivo bem como menor gordura intramuscular.

Chen *et al.*, (2007), encontraram valores de 1,57 Kgf para o galo e 1,48 Kgf para o capão. No entanto, Castellini *et al.*, (2006), obteve valores de 1,99 Kgf para a raça Ross e 2,41 Kgf para a raça Kabir, verificando que o valor obtido para a raça Ross, é muito próximo ao encontrado no presente trabalho para a linhagem pedrês.

De acordo com Lyon e Lyon (1991), citado por Northcutt *et al.*, (2001) uma carne que apresente valores de força de corte inferiores a 3,62 Kgf é uma carne muito tenra. Atendendo a esta classificação, pode-se considerar que as amostras do presente estudo são muito tenras, destacando-se a linhagem pedrês.

Na tabela 3, apresentam-se os valores referentes à interação entre sexo e linhagem para a dureza instrumental medida no músculo *Pectoralis major*.

**Tabela 3** – Média ( $\pm$  erro padrão) da interação entre sexo e linhagem para a textura.

Sexo	Linhagem	N	Textura (Kgf)
Capão	Castanha	7	2,58 $\pm$ 0,32 <sup>ab</sup>
	Pedrês	6	2,11 $\pm$ 0,35 <sup>b</sup>
Galo	Castanha	5	3,89 $\pm$ 0,38 <sup>a</sup>
	Pedrês	7	1,78 $\pm$ 0,32 <sup>b</sup>

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

A análise da interação apresenta diferenças pouco significativas ( $p \leq 0,05$ ). O valor médio de força de corte para a linhagem castanha (2,58 Kgf para capão e 3,89 Kgf para galo), foi superior ao encontrado para a linhagem pedrês (2,11 e 1,78 Kgf, para capão e galo, respetivamente). Observando a linhagem castanha, constata-se que a castração contribui para uma diminuição da dureza da carne, podendo a diferença verificada estar associada ao aumento da percentagem de gordura intramuscular.

Symeon *et al.*, (2010), verificaram em animais com vinte e quatro semanas de idade, que o teor de gordura intramuscular foi maior em animais castrados, diminuindo o valor de força de corte comparativamente aos machos não castrados.

Na tabela 4 encontram-se os dados referentes à atividade da água ( $a_w$ ), em amostra de carne intacta e após trituração (trit).

**Tabela 4** – Média ( $\pm$  erro padrão) da avaliação da  $a_w$  em amostra de carne intacta e triturada, relativamente ao efeito sexo, linhagem e peça da carcaça.

		N	$a_w$	$a_w$ trit
Sexo	Capão	39	0,93 $\pm$ 0,00	0,95 $\pm$ 0,00
	Galo	36	0,93 $\pm$ 0,00	0,94 $\pm$ 0,00
Linhagem	Castanha	36	0,94 $\pm$ 0,00	0,95 $\pm$ 0,00
	Pedrês	39	0,92 $\pm$ 0,00	0,94 $\pm$ 0,00
Peça da carcaça	Asa	25	0,93 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,94 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
	Peito	25	0,94 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,94 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
	Perna	25	0,93 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,95 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
Sig. (P)	Sexo		NS	**
	Linhagem		***	NS
	Peça da carcaça		NS	NS
	Sexo * Linhagem		**	NS
	Sexo * Peça da carcaça		NS	NS
	Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS
	Sexo * Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

\*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; NS – não significativo

Relativamente aos valores encontrados para a atividade de água (tabela 4), verifica-se que estes fazem parte do grupo classificado como produto fresco de elevada atividade da água ( $a_w > 0,90$ ), cuja conservação requer a utilização de uma tecnologia de barreiras.

Os valores de  $a_w$  observados entre linhagens apresentaram diferenças muito significativas ( $p \leq 0,001$ ), revelando-se a linhagem castanha (0,94) mais propícia ao desenvolvimento microbiano em relação à linhagem pedrês (0,92). Não existiram diferenças ( $p > 0,05$ ) entre sexos e peça da carcaça.

Em relação aos valores de  $a_w$  na carne após a trituração, verifica-se que o capão diferiu estatisticamente ( $p \leq 0,01$ ) manifestando maior  $a_w$  (0,95) em relação ao galo (0,94). De um modo geral todos os valores de  $a_w$  aumentaram após a trituração, pois durante a trituração da carne existe rotura das células, aumentando o valor de água disponível no meio.

Na tabela 5, apresentam-se os valores referentes à atividade da água ( $a_w$ ), para a interação entre sexo e linhagem.

**Tabela 5** – Média ( $\pm$  erro padrão) da interação entre sexo e linhagem para  $a_w$ .

Sexo	Linhagem	N	$a_w$
Capão	Castanha	21	0,95 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
	Pedrês	18	0,92 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>
Galo	Castanha	15	0,93 $\pm$ 0,00 <sup>ab</sup>
	Pedrês	21	0,93 $\pm$ 0,00 <sup>ab</sup>

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

Analisando a tabela 5, pode-se observar que o capão da linhagem castanha apresenta ( $p \leq 0,01$ ), maior valor de  $a_w$  relativamente ao capão pedrês (0,95 e 0,92, respetivamente). No que diz respeito ao galo o valor de  $a_w$  entre linhagens não diferiu.

Na tabela 6, apresentam-se as coordenadas da cor física em carne fresca: Luminosidade ( $L^*$ ), índice de vermelho ( $a^*$ ), índice de amarelo ( $b^*$ ), tom ( $H^*$ ) e croma ( $C^*$ ), referentes ao sexo, linhagem e peça da carcaça.

Observando a tabela 6, foi possível verificar que a linhagem afetou de forma muito significativa ( $p \leq 0,001$ ) todos os parâmetros relacionados com a cor da carne (Fletcher, 2002), bem como a parte anatómica da carcaça. Enquanto o fator sexo apenas afetou os valores de vermelho ( $a^*$ ), tom ( $H^*$ ) e croma ( $C^*$ ).

De acordo com Qiao *et al.*, (2001), o valor da Luminosidade ( $L^*$ ) para carne normal encontra-se entre 48-53 pelo que os valores obtidos enquadram-se neste grupo.

**Tabela 6** – Média ( $\pm$  erro padrão) da avaliação da cor física em relação ao sexo, linhagem e peça da carcaça.

		N	L*	a*	b*	H*	C*
Sexo	Capão	117	50,07 $\pm$ 0,38	12,55 $\pm$ 0,42	11,25 $\pm$ 0,24	47,11 $\pm$ 1,11	18,13 $\pm$ 0,35
	Galo	108	50,09 $\pm$ 0,40	9,67 $\pm$ 0,44	11,76 $\pm$ 0,25	54,37 $\pm$ 1,17	15,96 $\pm$ 0,37
Linhagem	Castanha	108	49,06 $\pm$ 0,40	14,96 $\pm$ 0,44	10,54 $\pm$ 0,25	38,65 $\pm$ 1,17	19,08 $\pm$ 0,37
	Pedrês	117	51,11 $\pm$ 0,38	7,26 $\pm$ 0,42	12,48 $\pm$ 0,24	62,82 $\pm$ 1,11	15,01 $\pm$ 0,35
Peça da carcaça	Asa	75	51,95 $\pm$ 0,48 <sup>a</sup>	10,78 $\pm$ 0,52 <sup>b</sup>	11,87 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>	51,07 $\pm$ 1,40 <sup>b</sup>	16,99 $\pm$ 0,44 <sup>b</sup>
	Peito	75	50,94 $\pm$ 0,48 <sup>a</sup>	6,44 $\pm$ 0,52 <sup>c</sup>	10,52 $\pm$ 0,30 <sup>b</sup>	61,46 $\pm$ 1,40 <sup>a</sup>	13,34 $\pm$ 0,44 <sup>c</sup>
	Perna	75	47,36 $\pm$ 0,48 <sup>b</sup>	16,11 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>	12,13 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>	39,68 $\pm$ 1,40 <sup>c</sup>	20,76 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>
Sig. (P)	Sexo		NS	***	NS	***	***
	Linhagem		***	***	***	***	***
	Peça da carcaça		***	***	***	***	***
	Sexo * Linhagem		NS	***	***	***	*
	Sexo * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS	NS
	Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS	**	NS
	Sexo * Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS	NS

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; NS – não significativo

Analisando o fator linhagem, podemos observar que a pedrês é caracterizada por uma maior luminosidade que a castanha ( $L^*$  51,11 vs 49,06), uma carne menos vermelha ( $a^*$  7,26 vs 14,96) e maior índice de amarelo ( $b^*$  12,48 vs 10,54). Podendo a linhagem pedrês possuir uma maior percentagem de gordura intramuscular que proporciona uma carne menos escura e vermelha (Lin e Hsu, 2003; Miguel *et al.*, 2008).

Em relação à linhagem castanha, o valor de  $a^*$  (teor de vermelho) é o dobro do encontrado para a linhagem pedrês, o que proporcionada uma carne mais escura e vermelha (geralmente se o valor de  $a^*$  aumenta o valor de  $L^*$  diminui). Podendo estar associado a esta linhagem uma maior composição em fibras vermelhas, maior concentração de mioglobina nos músculos, logo uma maior concentração de pigmentos hemínicos, responsável pelo valor de  $a^*$  causando uma coloração mais escura na carne.

Relativamente ao fator sexo, o valor de  $a^*$  (teor de vermelho) foi o responsável pelas diferenças visualizadas entre o capão (12,55) e galo (9,67). Os resultados estão de acordo com Volk *et al.*, (2011), que ao analisar a divergência entre capões e galos sobre os parâmetros da cor no músculo *Pectoralis major*, apenas encontrou diferenças em relação ao valor de  $a^*$ , encontrando valores superiores no capão. Desta análise verifica-se que a castração pode afetar as características dos músculos, podendo estes ser constituídos por uma maior fração de fibras vermelhas, bem como o aumento de pigmentos hemínicos no sangue o que confere uma cor mais vermelha e escura.

No entanto Miguel *et al.*, (2008); Sirri *et al.*, (2009); Symeon *et al.*, (2010) e Symeon *et al.*, (2012), verificaram que a castração diminui os valores de vermelho, aumentando a luminosidade e cor amarela, resultados contraditórios aos observados no presente estudo. Os resultados relatados pelos autores, correspondem ao aumento do conteúdo de gordura intramuscular originada pela castração, que origina maior valor de  $L^*$  e  $b^*$  relativamente aos animais não castrados que apresentam menor teor em gordura intramuscular.

Em relação às partes anatómicas da carcaça, verifica-se que o valor de  $L^*$  varia entre 47,36 para perna e 51,95 para asa, o valor de  $a^*$  entre 6,44 para o peito e 16,11 para a perna e o valor de  $b^*$  entre 10,52 e 12,13 para peito e perna, respetivamente. Através da análise dos resultados pode-se observar que o peito apresenta uma cor pálida e mais luminosa comparativamente à perna que apresenta uma cor mais escura e vermelha (Miguel *et al.*, 2008; Volk *et al.*, 2011), a asa apresenta uma cor menos intensa que a perna.

As diferenças encontradas entre as partes anatómicas devem-se essencialmente ao tipo de fibra muscular, que afetam o valor de  $a^*$  (Lonergan *et al.*, 2003). O músculo do peito não exerce atividade motora, sendo este constituído por fibras brancas, por sua vez, a perna é constituída por fibras vermelhas responsáveis pelo movimento, existindo assim transporte de sangue para as células conduzindo ao aumento de pigmentos hemínicos responsáveis pela obtenção de valores de  $a^*$  superiores.

No que respeita aos valores de tom ( $H^*$ ) e croma ( $C^*$ ) e analisando estes dois parâmetros (tabela 6), verifica-se que os capões apresentam uma carne com menor valor

de tom e maior de croma (47,11 e 18,13), ostentando por isso uma cor mais viva em relação à carne do galo (54,37 e 15,96), o mesmo se verifica para a linhagem castanha em relação à pedrês (38,65 e 62,82; 19,08 e 15,01, para H\* e C\*, respetivamente).

Observando estes resultados, pode-se verificar que a carne do galo, apresenta uma maior oxidação da mioglobina (maior H\*) e menor quantidade de pigmentos (menor C\*), comparativamente ao capão. O mesmo é observado para a linhagem pedrês face à linhagem castanha.

Analisando as partes anatómicas observa-se, que a carne da perna é a que apresenta uma cor mais viva seguindo-se a asa (39,68 e 51,07; 20,76 e 16,99 para H\* e C\*, respetivamente), o peito manifesta uma cor menos viva e mais ténue, apresentando maior valor de H\* 61,46 e menor de C\* 13,34. Pode-se averiguar que quando aumenta o valor de a\* o valor de H\* diminuiu e C\* aumenta.

Na tabela 7, encontram-se os valores das coordenadas da cor física em carne fresca: índice de vermelho (a\*), índice de amarelo (b\*), tom (H\*) e croma (C\*), referentes à interação entre sexo e linhagem.

**Tabela 7** – Média ( $\pm$  erro padrão) da interação entre sexo e linhagem para análise da cor.

Sexo	Linhagem	N	a*	b*	H*	C*
Capão	Castanha	63	17,66 $\pm$ 0,57 <sup>a</sup>	9,62 $\pm$ 0,33 <sup>b</sup>	31,46 $\pm$ 1,51 <sup>c</sup>	20,78 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>
	Pedrês	54	7,45 $\pm$ 0,61 <sup>c</sup>	12,88 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>	62,75 $\pm$ 1,63 <sup>a</sup>	15,47 $\pm$ 0,51 <sup>c</sup>
Galo	Castanha	45	12,27 $\pm$ 0,67 <sup>b</sup>	11,45 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup>	45,84 $\pm$ 1,79 <sup>b</sup>	17,37 $\pm$ 0,56 <sup>b</sup>
	Pedrês	63	7,08 $\pm$ 0,57 <sup>c</sup>	12,07 $\pm$ 0,33 <sup>a</sup>	62,89 $\pm$ 1,51 <sup>a</sup>	14,54 $\pm$ 0,47 <sup>c</sup>

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

Podemos constatar que a castração não afetou os parâmetros da cor para a linhagem pedrês, no entanto, para a linhagem castanha, aumentou os valores de a\* e diminuiu os valores de b\* (tabela 7). Evidenciando que a castração pode modificar as

características musculares, que por sua vez, se reflete nos valores de tom (diminuiu) e croma (aumentou). Observa-se que a carne do capão castanho apresenta uma cor mais vermelha e mais viva em relação à carne de galo, o mesmo se verifica para a carne dos animais (capão e galo) da linhagem castanha comparativamente aos da linhagem pedrês.

Analisando os resultados anteriores, pode-se verificar que a castração na linhagem castanha, contribuiu para a diminuição da oxidação da mioglobina e um aumento da quantidade de pigmentos.

Na tabela 8, encontram-se os valores das coordenadas da cor física em carne fresca: tom ( $H^*$ ) referente à interação entre linhagem e peça da carcaça.

**Tabela 8** – Média ( $\pm$  erro padrão) da interação entre linhagem e peça da carcaça para o valor de  $H^*$ .

Linhagem	Peça da carcaça	N	$H^*$
Castanha	Asa	36	$38,02 \pm 2,03^d$
	Peito	36	$46,35 \pm 2,03^c$
	Perna	36	$31,57 \pm 2,03^d$
Pedrês	Asa	39	$64,12 \pm 1,93^b$
	Peito	39	$76,57 \pm 1,93^a$
	Perna	39	$47,79 \pm 1,93^c$

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

Observando a tabela 8, verifica-se que as partes anatómicas da linhagem castanha possuem menor valor de tom ( $H^*$ ) relativamente às da linhagem pedrês. Como foi possível verificar anteriormente, a cor vermelha está associada à linhagem castanha, tendo influência o valor de  $a^*$  no valor de  $H^*$  (aumentando o valor de  $a^*$ , diminui  $H^*$ ), explicando assim as diferenças encontradas entre linhagens e peças da carcaça.

## 4.2. Composição Química

Na tabela 9, apresentam-se os dados das variáveis das análises químicas para cada sexo, linhagem e peça da carcaça, relativamente ao teor de humidade, matéria seca (MS), cinzas e proteína.

**Tabela 9** – Média ( $\pm$  erro padrão) da avaliação do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça nas características químicas da carne.

		N	% Humidade	% MS	% Cinzas	% Proteína
Sexo	Capão	78	73,44 $\pm$ 0,12	26,56 $\pm$ 0,12	1,84 $\pm$ 0,04	22,23 $\pm$ 0,07
	Galo	72	73,91 $\pm$ 0,13	26,09 $\pm$ 0,13	1,78 $\pm$ 0,04	22,05 $\pm$ 0,07
Linhagem	Castanha	72	74,29 $\pm$ 0,13	25,71 $\pm$ 0,13	2,24 $\pm$ 0,04	22,08 $\pm$ 0,07
	Pedrês	78	73,05 $\pm$ 0,12	26,95 $\pm$ 0,12	1,38 $\pm$ 0,04	22,20 $\pm$ 0,07
Peça da carcaça	Asa	50	73,67 $\pm$ 0,16 <sup>ab</sup>	26,33 $\pm$ 0,16 <sup>ab</sup>	1,80 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	22,19 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>
	Peito	50	73,26 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	26,74 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	1,82 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	24,19 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>
	Perna	50	74,09 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	25,91 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	1,80 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	20,10 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>
Sig. (P)	Sexo		*	*	NS	NS
	Linhagem		***	***	***	NS
	Peça da carcaça		***	***	NS	***
	Sexo * Linhagem		*	*	***	NS
	Sexo * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS
	Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS	***
	Sexo * Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; NS – não significativo

Analisando a percentagem de humidade e matéria seca, verificaram-se diferenças muito significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre linhagens e peças da carcaça, encontrando-se os resultados obtidos em concordância com o trabalho realizado por Castellini *et al.*, (2002). Pode-se observar que a linhagem pedrês (73,05%), possui menor teor de humidade em relação à linhagem castanha (74,29%), podendo esta disparidade estar associada ao maior teor de gordura intramuscular por parte da linhagem pedrês.

Relativamente aos valores obtidos por peça de carcaça estes variam entre 73,26% para o peito e 74,09% para a perna. Sendo estes valores inferiores com os descritos no trabalho de Castellini *et al.*, (2002) e Wattanachant *et al.*, (2004), no entanto Souza *et al.*, (2011), não encontrou diferença entre raças.

Contudo, o efeito sexo apresenta diferenças pouco significativas ( $p \leq 0,05$ ). Podendo observar, que os capões com 26,56% possuem uma ligeira diferença de teor de matéria seca em relação aos galos 26,09%, como descrito no trabalho realizado por Sirri *et al.*, (2009) e Lin *et al.*, (2011). Entretanto, Miguel *et al.*, (2008), relatam que a castração não afeta os valores de matéria seca.

O conteúdo em cinzas, foi expressivamente maior ( $p \leq 0,001$ ) na carne da linhagem castanha (2,24%) em relação à pedrês (1,38%). Analisando o valor médio obtido para as diferentes peças da carcaça (1,8%) e sexo (1,84% para o capão e 1,78% para o galo), verifica-se que não houve diferenças ( $p > 0,05$ ) o mesmo é descrito por Miguel *et al.*, (2008).

Na análise do teor em proteína, foi possível verificar que não existem diferenças ( $p > 0,05$ ) entre linhagens e sexos, com valores médios de 22%, existindo por isso homogeneidade de variâncias.

Pode-se observar um efeito altamente significativo ( $p \leq 0,001$ ), para os valores obtidos nas diferentes peças da carcaça, auferindo de valores distintos entre as três partes anatómicas. O peito ostenta maior valor de proteína e a perna o menor (24,15% e 20,10%, respetivamente), estando os resultados encontrados em concordância com o trabalho de Lin *et al.*, (2011) e Volk *et al.*, (2011). Contudo, Miguel *et al.*, (2008), verificaram valores superiores para o peito (25,25%) e para a perna (22,22%), na raça Castellana Negra. A parte anatómica asa, obteve um valor de 22,21%.

Na tabela 10, encontram-se os valores em relação às análises químicas estudadas para a interação entre sexo e linhagem, quanto ao teor de humidade, matéria seca e cinzas.

**Tabela 10** – Média ( $\pm$  erro padrão) da interação entre sexo e linhagem para a percentagem em humidade, matéria seca e cinzas.

Sexo	Linhagem	N	% Humidade	% Matéria seca	% Cinzas
Capão	Castanha	42	74,27 $\pm$ 1,17 <sup>a</sup>	25,73 $\pm$ 1,17 <sup>c</sup>	2,37 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>
	Pedrês	36	72,61 $\pm$ 1,18 <sup>c</sup>	27,39 $\pm$ 1,18 <sup>a</sup>	1,31 $\pm$ 0,05 <sup>c</sup>
Galo	Castanha	30	74,32 $\pm$ 1,20 <sup>a</sup>	25,679 $\pm$ 1,20 <sup>c</sup>	2,10 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>
	Pedrês	42	73,49 $\pm$ 1,17 <sup>b</sup>	26,51 $\pm$ 1,17 <sup>b</sup>	1,45 $\pm$ 0,05 <sup>c</sup>

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

Como podemos observar na tabela 10, as diferenças foram pouco significativas ( $p \leq 0,05$ ) para valores de humidade e matéria seca. Verifica-se que a castração afetou a linhagem pedrês diminuindo o valor de humidade, que por sua vez aumenta o valor de matéria seca. Podendo a castração ter induzido o aumento da gordura intramuscular, originando assim a diminuição da percentagem de humidade.

Relativamente ao conteúdo de cinzas, observa-se que a castração originou o aumento do teor de cinzas na linhagem castanha presenciando efeito contrário na linhagem pedrês, apesar de não diferirem estatisticamente entre si. Os resultados encontrados para a linhagem castanha estão em concordância com o trabalho descrito por Sirri *et al.*, (2009), que constataram que a castração aumenta o teor de cinzas.

Na tabela 11, estão apresentados os valores da interação entre linhagem e peça da carcaça, para o teor de proteína.

A interação apresentada na tabela 11, manifesta diferenças muito significativas ( $p \leq 0,001$ ). Os valores obtidos para as diferentes peças da carcaça, não foram influenciados pela linhagem. Contudo, observa-se diferentes percentagens de proteína nas diferentes partes anatómicas, obtendo o peito (24%) a maior percentagem, seguindo-se a asa (22%) e por último a perna (20%).

**Tabela 11** – Média ( $\pm$  erro padrão) da interação entre linhagem e peça da carcaça para a percentagem em proteína.

Linhagem	Peça da carcaça	N	% Proteína
Castanha	Asa	24	21,84 $\pm$ 1,20 <sup>b</sup>
	Peito	24	24,15 $\pm$ 1,20 <sup>a</sup>
	Perna	24	20,25 $\pm$ 1,20 <sup>c</sup>
Pedrês	Asa	26	22,53 $\pm$ 1,14 <sup>b</sup>
	Peito	26	24,12 $\pm$ 1,14 <sup>a</sup>
	Perna	26	19,95 $\pm$ 1,14 <sup>c</sup>

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

Na tabela 12, encontram-se os valores relativamente ao teor de pigmentos, índice de oxidação, percentagem (%) de hidroxiprolina e colagénio.

**Tabela 12** – Média ( $\pm$  erro padrão) do teor de pigmentos (mioglobina), índice de oxidação, percentagem em hidroxiprolina e de colagénio.

		N	Pigmentos <sup>1</sup>	I. oxidação <sup>2</sup>	% Hidroxiprol.	% Colagénio
Sexo	Capão	39	1,12 $\pm$ 0,05	4,36 $\pm$ 0,17	0,15 $\pm$ 0,00	1,21 $\pm$ 0,02
	Galo	36	0,92 $\pm$ 0,06	4,21 $\pm$ 0,18	0,12 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 0,02
Linhagem	Castanha	36	0,87 $\pm$ 0,06	4,67 $\pm$ 0,18	0,14 $\pm$ 0,00	1,08 $\pm$ 0,02
	Pedrês	39	1,17 $\pm$ 0,05	3,91 $\pm$ 0,17	0,14 $\pm$ 0,00	1,13 $\pm$ 0,02
Peça da carcaça	Asa	25	1,05 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	5,09 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	0,22 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	1,74 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>
	Peito	25	0,56 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>	3,02 $\pm$ 0,22 <sup>c</sup>	0,06 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>	0,45 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>
	Perna	25	1,46 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	4,76 $\pm$ 0,22 <sup>b</sup>	0,14 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	1,12 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>
Sig. (P)	Sexo		*	NS	NS	NS
	Linhagem		***	**	NS	NS
	Peça da carcaça		***	***	***	***
	Sexo * Linhagem		NS	NS	NS	NS
	Sexo * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS
	Linhagem * Peça da carcaça		*	NS	NS	NS
	Sexo * Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; NS – não significativo

1 Os resultados estão expressos em mg mioglobina/g músculo fresco

2 Os resultados estão expressos em mg de aldeído malónico/kg

Em relação ao teor de mioglobina, a linhagem pedrês diferiu ( $p \leq 0,001$ ) da linhagem castanha, apresentando valor médio de 1,17 mg mioglobina/g músculo e 0,87 mg mioglobina/g músculo, respectivamente. No que diz respeito ao fator sexo, observou-se pouca significância ( $p \leq 0,05$ ), apesar de a castração (1,12 mg mioglobina/g músculo fresco) ter aumentado o valor de mioglobina em relação ao galo (0,92 mg mioglobina/g músculo).

Relativamente às três partes anatómicas estas manifestaram valores distintos ( $p \leq 0,001$ ), apresentando a perna maior teor de mioglobina (1,46 mg mioglobina/g músculo). A respetiva parte anatómica é responsável pela locomoção, sendo constituída por músculos de fibra vermelha, precisando de maior oxigenação para a sua atividade, logo maior teor de mioglobina. O peito obteve o menor teor de mioglobina, registando 0,56 mg mioglobina/g músculo, o que era esperado face à sua constituição muscular. A asa apresentou um teor de 1,05 mg mioglobina/g de músculo.

O conteúdo de mioglobina obtido encontra-se em concordância com o trabalho de Narasubhai e Kallapur (1977), citado por Baéza e France (2004), que obtiveram para “frango do campo” valores de 0,41 e 1,78 mg mioglobina/g de músculo, em peito e perna, respectivamente. Mostrando que a diferença de teor de mioglobina entre peito e perna é muito expressiva. Por sua vez, Fleming *et al.*, (1991), citado por Baéza e France (2004), encontraram valores de 0,15 mg mioglobina/g de músculo para peito e 0,21 mg mioglobina/g de músculo para perna em “frango comercial”, verificando que diferença de teor de mioglobina entre peito e perna é notoriamente inexistente.

As diferenças entre partes anatómicas, verificadas pelos autores, reforça a ideia que quanto maior a atividade física, maior o teor de mioglobina (“frango do campo”), comparativamente à menor atividade (“frango comercial”).

Em relação aos índices de oxidação determinados, não se verificaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), entre capão (4,36 mg de aldeído malónico/kg) e galo (4,21 mg de aldeído malónico/kg). No entanto, entre linhagens foi possível observar diferenças ( $p \leq 0,01$ ), obtendo valores médios de 4,67 e 3,91 mg de aldeído malónico/kg para linhagem castanha e pedrês respectivamente.

A menor estabilidade oxidativa por parte do capão, galo e da linhagem castanha, pode dever-se ao maior conteúdo em ácidos gordos polinsaturados e menor teor de antioxidantes. No entanto, a variação de temperatura, assim como, o tempo entre análises, podem também ter contribuído para uma menor estabilidade oxidativa.

Analisando as peças da carcaça, obtiveram-se diferenças muito significativas ( $p \leq 0,001$ ). A asa obteve valores de 5,09 mg aldeído malónico/kg, a perna de 4,76 mg aldeído malónico/kg e o peito 3,02 mg aldeído malónico/kg. As diferenças observadas, devem-se ao teor de gordura intramuscular, que constitui as diferentes partes anatómicas, verificando que o peito possui um valor menor face às restantes peças da carcaça.

Castellini *et al.*, (2002), relatam valores de 2,02 e 2,98 mg aldeído malónico/kg em peito e 3,21 e 4,12 mg aldeído malónico/kg em coxa, para “frango comercial” e “frango do campo”, respetivamente. Observa-se que os resultados obtidos no presente estudo encontram-se próximos dos valores obtidos por Castellini *et al.*, (2002) para “frango de campo”, constatando que o peito obteve um valor ligeiramente mais baixo.

Segundo Cortinas *et al.*, (2005), é difícil fazer comparações de valores de índice de oxidação entre estudos, porque as diferenças no valor da variação de índice de oxidação poderiam ser atribuídas a diferentes fatores. Tais como: o método analítico usado, as condições de armazenamento (tempo, temperatura e embalagem), o teor de vitamina E, e o perfil de ácidos gordos da carne.

Os elevados valores do nível oxidativo presenciados no presente estudo, podem também estar relacionados com o tipo de armazenamento das amostras, uma vez, que durante a congelação verifica-se uma redução da atividade de água da carne. Sabe-se, através da literatura que a redução da  $a_w$  na faixa de 0,8 a 0,6 pode favorecer a oxidação lipídica. Podendo este fator ter contribuído para aumento dos valores encontrados.

No que se refere aos resultados do teor de hidroxiprolina, apenas as diferentes partes anatómicas da carcaça apresentaram diferenças ( $p \leq 0,001$ ), obtendo valores médios de 0,22% para asa, 0,14% para perna e 0,06% para o peito, sendo o valor do peito praticamente irrisório.

Relativamente ao fator sexo e linhagem não se observaram diferenças ( $p>0,05$ ) na percentagem de colagénio, obtendo o capão 1,21% e galo 1%, enquanto se observaram valores de 1,08% e 1,13% para a linhagem castanha e pedrês, respetivamente.

Em relação às diferentes partes da carcaça, verificaram-se diferenças muito significativas ( $p\leq 0,001$ ) para o teor de colagénio. A asa obteve o maior valor 1,74%, enquanto que a perna e peito apresentaram valores de 1,12% e 0,45%, respetivamente.

Wattanachant *et al.*, (2004), obtiveram valores para colagénio de 0,37% e 0,87%, para o músculo *Pectoralis major* e 0,51% e 1,29% para a sobrecoxa, em “frango comercial” e raça autoctene Thai, respetivamente. Contudo, Franco *et al.*, (2012a); Franco *et al.*, (2012b), relatam valores de colagénio no músculo *Pectoralis major* de 1,17% e 1,06% para raça Mos e de 0,7% e 0,77% para raça T-44.

Analisando os valores obtidos no presente estudo, constata-se que o peito apresenta valor próximo do obtido por Wattanachant *et al.*, (2004), para “frango comercial”, enquanto que o valor da perna é inferior ao da sobrecoxa para a raça autoctene Thai, comparando com o mesmo autor.

Na tabela 13, encontram-se os dados da interação entre linhagem e peça da carcaça para o teor de pigmentos (mioglobina).

**Tabela 13** – Média ( $\pm$  erro padrão) da interação entre linhagem e peça da carcaça para o teor de pigmentos.

Linhagem	Peça da carcaça	N	Pigmentos <sup>1</sup>
Castanha	Asa	12	0,97 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>
	Peito	12	0,47 $\pm$ 0,10 <sup>c</sup>
	Perna	12	1,16 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>
Pedrês	Asa	13	1,13 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>
	Peito	13	0,64 $\pm$ 0,09 <sup>bc</sup>
	Perna	13	1,75 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

<sup>1</sup> Os resultados estão expressos em mg mioglobina/g músculo fresco

Analisando a tabela 13, constata-se que o teor de mioglobina está associado à linhagem pedrês, no entanto as diferenças verificadas são pouco significativas ( $p \leq 0,05$ ). Relativamente ao peito, verifica-se que a linhagem castanha apresentou menor teor de mioglobina em relação à pedrês. Podemos observar que existe uma disparidade entre a linhagem castanha e pedrês para o teor de mioglobina obtido na perna (1,16 e 1,75 mg mioglobina/g de músculo). Não diferindo a parte anatómica asa entre linhagens.

Na tabela 14, são apresentados os resultados do perfil de ácidos gordos (gordura intramuscular), para o efeito sexo, linhagem e peça da carcaça.

**Tabela 14** – Média ( $\pm$  erro padrão) do efeito sexo, linhagem e peça da carcaça na gordura intramuscular. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.

		N	GT	SFA	MUFA	PUFA
Sexo	Capão	78	13,03 $\pm$ 0,35	41,77 $\pm$ 0,49	41,84 $\pm$ 0,41	16,39 $\pm$ 0,31
	Galo	72	11,97 $\pm$ 0,37	44,23 $\pm$ 0,51	39,39 $\pm$ 0,43	16,39 $\pm$ 0,32
Linhagem	Castanha	72	11,61 $\pm$ 0,37	44,16 $\pm$ 0,51	39,99 $\pm$ 0,43	15,85 $\pm$ 0,32
	Pedrês	78	13,38 $\pm$ 0,35	41,74 $\pm$ 0,49	41,24 $\pm$ 0,41	16,93 $\pm$ 0,31
Peça da carcaça	Asa	50	13,61 $\pm$ 0,44 <sup>b</sup>	39,96 $\pm$ 0,61 <sup>b</sup>	43,47 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>	16,57 $\pm$ 0,39 <sup>b</sup>
	Peito	50	5,38 $\pm$ 0,44 <sup>c</sup>	51,39 $\pm$ 0,61 <sup>a</sup>	34,34 $\pm$ 0,51 <sup>b</sup>	14,27 $\pm$ 0,39 <sup>c</sup>
	Perna	50	18,49 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>	37,64 $\pm$ 0,61 <sup>c</sup>	44,03 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>	18,33 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup>
Sig. (P)	Sexo		*	***	***	NS
	Linhagem		***	***	*	*
	Peça da carcaça		***	***	***	***
	Sexo * Linhagem		**	NS	NS	NS
	Sexo * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS
	Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS
	Sexo * Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; NS – não significativo

Analisando o conteúdo em gordura total, observa-se que existem diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre linhagens e diferentes peças da carcaça. Verificaram-se valores médios de 13,38% para linhagem pedrês e 11,61% para a linhagem castanha, enquanto a perna auferiu de 18,49%, a asa 13,61% e o peito 5,38%.

Observando o fator sexo, verifica-se que a castração teve efeito pouco significativo ( $p \leq 0,05$ ) sobre a percentagem de gordura total, obtendo valores médios de 13,03% e 11,97%, para capão e galo respetivamente. No entanto, Tor *et al.*, (2005); Miguel *et al.*, (2008); Sinanoglou *et al.*, (2011) e Symeon *et al.*, (2012), descrevem que a castração foi responsável pelo aumento significativo do conteúdo de gordura.

Evidenciam-se diferenças muito significativas ( $p \leq 0,001$ ), no conteúdo de gordura saturada (SFA), para o efeito sexo, linhagem e peça da carcaça. O capão (41,77%) obteve menor percentagem face ao galo (44,23%), no entanto, a linhagem pedrês auferiu de 44,16% e a linhagem castanha 41,74%. A parte anatómica do peito obteve maior percentagem de SFA 51,39%, contribuindo para mais de metade da sua composição total em ácidos gordos.

Os resultados obtidos encontram-se em concordância com o trabalho realizado por Tor *et al.*, (2005), que encontraram valores de SFA maior em galo (40,58%) face ao capão (37,66%). No entanto, Sinanoglou *et al.*, (2011), observaram resultados contraditórios, em que o capão é o que apresenta maior percentagem de SFA.

Analisando a percentagem de ácidos gordos monoinsaturados (MUFA), constata-se que o efeito sexo e peça da carcaça foram muito significativos ( $p \leq 0,001$ ), obtendo o capão (41,84%) maior percentagem em relação ao galo (39,39%), o oposto do que se tinha verificado em relação aos SFA. Analisando as diferentes peças da carcaça, verifica-se que o peito apresenta o menor teor de MUFA (34,44%), o que era de esperar uma vez que mais de metade da sua composição em ácidos gordos está ligada aos SFA. O valor obtido para asa (43,47%) e perna (44,03%) são praticamente homogéneos.

Os resultados obtidos encontram-se em concordância com Tor *et al.*, (2005) e Sinanoglou *et al.*, (2011), que obtiveram maior valor de MUFA para capão, obtendo 40,44% e 44%, 28,89% e 33,14%, para galo e capão, respetivamente. Observa-se que os valores obtidos por Tor *et al.*, (2005) são superiores ao presente estudo.

Relativamente aos valores médios obtidos entre linhagens, verifica-se que os MUFA possuem 39,99% e 41,24% e 15,85% e 16,93% para os ácidos gordos

polinsaturados (PUFA), para linhagem castanha e pedrês, respetivamente. Os resultados mostraram existir uma diferença pouco ( $p \leq 0,05$ ) significativa no conteúdo em MUFA e PUFA entre linhagens.

No que respeita aos ácidos gordos polinsaturados (PUFA) relativamente ao efeito peça da carcaça, verifica-se diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ). A parte anatómica da perna apresenta a maior percentagem de PUFA (18,33%), em comparação com a asa (16,57%) e o peito (14,27%). A castração não influenciou ( $p > 0,05$ ) o valor de PUFA, obtendo-se valor igual para galo e capão, 16,39%.

De acordo com Tor *et al.*, (2005), a castração não surtiu efeito sobre os valores de PUFA, no entanto, Sinanoglou *et al.*, (2011) constataram que a castração diminui os valores de PUFA.

Nas tabelas 15, 16 e 17 apenas são apresentados os ácidos gordos que mais influenciaram a composição de gordura total, a discriminação completa dos SFA<sup>7</sup>, MUFA<sup>8</sup> e PUFA<sup>9</sup>, encontra-se em anexo.

Na tabela 15, são apresentados discriminadamente os valores dos ácidos gordos saturados presentes em ambos os sexos, linhagens e diferentes peças da carcaça. Em particular o ácido butírico (C4:0), o ácido caprílico (C8:0), o ácido láurico (C12:0), o ácido mirístico (C14:0), o ácido palmítico (C16:0) e o ácido esteárico (C18:0). Destacam-se, C16:0, o C14:0, o C18:0 e o C4:0, obtendo o C14 e C18, valores médios muito próximos.

---

<sup>7</sup> Anexo IX

<sup>8</sup> Anexo X

<sup>9</sup> Anexo XI

**Tabela 15** – Média ( $\pm$  erro padrão) do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça no perfil em ácidos gordos saturados. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.

		N	C4:0	C8:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0
Sexo	Capão	7	1,38 $\pm$ 0,09	4,60 $\pm$ 0,16	0,75 $\pm$ 0,07	6,11 $\pm$ 0,57	23,24 $\pm$ 0,25	5,64 $\pm$ 0,16
		8						
	Galo	7	1,91 $\pm$ 0,10	5,96 $\pm$ 0,17	0,73 $\pm$ 0,07	5,67 $\pm$ 0,59	23,31 $\pm$ 0,26	6,54 $\pm$ 0,17
		2						
Linhagem m	Castanha	7	2,05 $\pm$ 0,10	5,48 $\pm$ 0,17	0,67 $\pm$ 0,07	6,15 $\pm$ 0,59	24,07 $\pm$ 0,26	5,60 $\pm$ 0,17
		2						
	Pedrês	7	1,24 $\pm$ 0,09	4,97 $\pm$ 0,16	0,80 $\pm$ 0,07	5,64 $\pm$ 0,57	22,48 $\pm$ 0,25	6,57 $\pm$ 0,16
		8						
Peça da carcaça	Asa	5	1,21 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>	3,78 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>	0,95 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	5,57 $\pm$ 0,71 <sup>ab</sup>	22,57 $\pm$ 0,31 <sup>b</sup>	5,81 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>
		0						
	Peito	5	2,84 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	9,31 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>	0,33 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>	7,87 $\pm$ 0,71 <sup>a</sup>	24,27 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>	6,60 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>
		0						
	Perna	5	0,88 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>	2,74 $\pm$ 0,20 <sup>c</sup>	0,93 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	4,23 $\pm$ 0,71 <sup>b</sup>	22,99 $\pm$ 0,31 <sup>b</sup>	5,85 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>
		0						
Sig. (P)	Sexo		***	***	NS	NS	NS	***
	Linhagem		***	**	NS	NS	***	***
	Peça da carcaça		***	***	***	**	***	*
	Sexo * Linhagem		NS	NS	**	NS	NS	**
	Sexo * Peça da carcaça		NS	**	NS	NS	NS	NS
	Linhagem * Peça da carcaça		***	NS	NS	**	***	**
Sexo * Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS	NS	NS	

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; NS – não significativo

Verifica-se que o capão não diferiu ( $p > 0,05$ ) do galo, em relação à percentagem de C16:0, ostentando valores de 23%. No entanto, o fator linhagem e peça da carcaça foram altamente significativos ( $p \leq 0,001$ ), obtendo valores de 24,07% e 22,48%, para a linhagem castanha e pedrês, respetivamente. A parte anatómica do peito com 24,27% auferiu o maior valor em relação às restantes partes, como se observa na tabela 15.

Tor *et al.*, (2005), obtiveram valores de C16:0 de 28,58% para galo e 29,49% para capão, não verificando diferenças entre sexos. O mesmo foi presenciado por Miguel *et al.*, (2008), obtendo valores de 18,22% e 15,28% para galo e capão, respetivamente, estando os resultados do presente estudo, em concordância com os

resultados dos autores citados. No entanto, Sinanoglou *et al.*, (2011), encontraram valores de C16:0 superior no capão (28,18%) comparativamente ao galo (26,30%).

No que diz respeito ao ácido esteárico (C18:0), observa-se para o fator sexo e linhagem um alto nível de significância ( $p \leq 0,001$ ), obtendo a linhagem castanha 5,60% e a pedrês 6,57%, por sua vez, o capão obteve 5,64% e galo 6,54%. Embora o efeito peça da carcaça apresente pouca significância ( $p > 0,05$ ), o peito (6,6%) apresenta o valor mais elevado como se pode verificar na tabela 15.

Os resultados estão em concordância com trabalho de Tor *et al.*, (2005), que verificaram que a castração (6,26%) diminui o valor de C18:0 em comparação com o galo (9,37%). Contudo, Miguel *et al.*, (2008), obtiveram valores de 8,31% e 7,26% para galo e capão, respetivamente, não verificando diferenças para o parâmetro sexo. Sinanoglou *et al.*, (2011), presenciaram que o valor de C18:0 para o capão (2,55%) diferiu de forma muito significativa em relação ao galo (0,45%).

Relativamente ao ácido láurico (C12:0) e mirístico (C14:0), não se evidenciaram diferenças ( $p > 0,05$ ) entre sexos e linhagens. Obteve-se valores para C12:0 de 0,75% e 0,73% e para C14:0 de 6,11% e 5,67%, para capão e galo respetivamente. No entanto, a linhagem castanha auferiu de 0,67% e 0,80% e a linhagem pedrês de 6,15% e 5,64%, para o C12:0 e C14:0, respetivamente.

Segundo Tor *et al.*, (2005) e Miguel *et al.*, (2008), o efeito sexo não influenciou o valor de C14:0, obtendo valores de 2,05% e 1,78%, 3,32% e 2,90% para galo e capão, respetivamente. Relacionando os valores referidos anteriormente com os obtidos experimentalmente, estes, revelam-se superiores.

Observando o efeito peça da carcaça para C12:0, este manifesta alta significância ( $p \leq 0,001$ ), obtendo-se valores médios 0,95% para asa, 0,93% para perna e 0,33% para peito ostentando um valor baixo em relação aos demais. Analisando o C14:0, verifica-se diferenças entre as partes anatómicas ( $p \leq 0,01$ ), apresentando o peito (7,87%) maior percentagem, como se pode observar na tabela 15.

Em relação ao ácido butírico (C4:0) e ácido caprílico (C8:0), foi possível constatar que existem diferenças muito significativas ( $p \leq 0,001$ ), entre sexos e peça da carcaça. O capão e o galo, obtiveram valores médios de 1,38% e 1,92%, 4,60% e 5,96%, para C4:0 e C8:0 respetivamente. No entanto, o peito obteve a maior percentagem para C4:0 e C8:0 com valores médios de 2,84% e 9,31%, respetivamente.

Observa-se que a linhagem castanha (5,48%) diferiu ( $p \leq 0,01$ ) da pedrês (5,03%), obtendo maior percentagem de C8:0. Analisando o efeito entre linhagens para C4:0, observa-se diferenças muito significativas ( $p \leq 0,001$ ), obtendo a linhagem castanha 2,03% e a linhagem pedrês 1,27%.

Na tabela 16 apresentam-se os valores dos ácidos gordos mono e polinsaturados discriminadamente, presentes em ambos os sexos, linhagens e peças da carcaça.

**Tabela 16** – Média ( $\pm$  erro padrão) do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça no perfil em ácidos gordos mono e polinsaturados. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.

		N	C16:1	C18:1	C18:2	C20:4
Sexo	Capão	78	6,32 $\pm$ 0,19	35,52 $\pm$ 0,36	15,75 $\pm$ 0,27	0,59 $\pm$ 0,15
	Galo	72	5,87 $\pm$ 0,20	33,49 $\pm$ 0,38	15,29 $\pm$ 0,28	1,07 $\pm$ 0,15
Linhagem	Castanha	72	5,62 $\pm$ 0,20	34,37 $\pm$ 0,38	15,29 $\pm$ 0,28	0,56 $\pm$ 0,15
	Pedrês	78	6,57 $\pm$ 0,19	34,64 $\pm$ 0,36	15,75 $\pm$ 0,27	1,10 $\pm$ 0,15
Peça da carcaça	Asa	50	7,25 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	36,22 $\pm$ 0,46 <sup>a</sup>	16,04 $\pm$ 0,34 <sup>b</sup>	0,49 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>
	Peito	50	3,64 $\pm$ 0,24 <sup>b</sup>	30,65 $\pm$ 0,46 <sup>b</sup>	13,24 $\pm$ 0,34 <sup>c</sup>	0,95 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>
	Perna	50	7,39 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	36,63 $\pm$ 0,46 <sup>a</sup>	17,28 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	1,05 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>
Sig. (P)	Sexo		NS	***	NS	*
	Linhagem		***	NS	NS	*
	Peça da carcaça		***	***	***	NS
	Sexo * Linhagem		NS	NS	NS	*
	Sexo * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS
	Linhagem * Peça da carcaça		***	***	NS	NS
	Sexo * Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; NS – não significativo

Analisando o perfil dos ácidos gordos de cadeia longa, independentemente do sexo, linhagem e peça da carcaça, observa-se que o ácido oleico (C18:1) é o mais abundante de todos os demais. Dos ácidos gordos polinsaturados o ácido linoleico (C18:2) é o que mais se destaca.

Obtiveram-se valores médios de ácido palmitoleico (C16:1) de 6,32% para o capão e 5,87% para o galo, não existindo diferenças ( $p>0,05$ ) entre sexos. Em relação ao efeito entre linhagens e peça da carcaça, verificaram-se diferenças altamente significativas ( $p\leq 0,001$ ), resultando em valores médios para a linhagem castanha de 5,62% e 6,57% para a linhagem pedrês. A perna obteve 7,39% e a asa 7,25%, sendo estes valores semelhantes, contudo o peito obteve um valor inferior de 3,64%.

Tor *et al.*, (2005) e Sinanoglou *et al.*, (2011), encontraram valores de 2,68% e 2,80%, 4,18% e 6,42%, para galo e capão, respetivamente. Contudo, o presente estudo obteve valores semelhantes ao encontrado por Tor *et al.*, (2005) para valores de capão. Ambos os autores encontraram diferenças entre sexos, resultado contraditório ao presente estudo.

Em relação ao ácido oleico (C18:1), não se verificaram diferenças ( $p>0,05$ ) entre a linhagem castanha (34,37%) e a pedrês (34,64%). No entanto, os efeitos entre sexos e peça da carcaça revelaram-se muito diferentes ( $p\leq 0,001$ ) com resultados de 35,52% para capão e 33,49% para o galo. A perna (36,63%) e a asa (36,22%), ostentaram maior percentagem de C18:1, comparativamente ao peito (30,65%).

De acordo com Tor *et al.*, (2005); Miguel *et al.*, (2008) e Sinanoglou *et al.*, (2011), o parâmetro sexo não apresenta diferenças para valor de C18:1. Os valores obtidos por cada autor atrás citado, são de 8,31% e 7,26%; 35,44% e 36,79%; 39,88% e 39,07%, para galo e capão, respetivamente. O resultado obtido neste trabalho difere do autor Miguel *et al.*, (2008), estando os valores próximos para os restantes autores.

Relativamente ao ácido linoleico (C18:2), com valores médios de 15,75% e 15,29% para capão e galo respetivamente, não foi possível observar diferenças ( $p>0,05$ ) nos resultados obtidos, o mesmo foi possível presenciar para a linhagem castanha com 15,29% e a pedrês com 15,75%. Contudo, o efeito entre peças da carcaça apresenta um

resultado altamente significativo ( $p \leq 0,001$ ), pertencendo à perna (17,28%) a percentagem mais elevada, como se pode verificar na tabela 16.

Os resultados obtidos encontram-se em concordância com o trabalho realizado por Miguel *et al.*, (2008), que também não verificou diferenças entre sexos, no entanto obteve valores superiores (27,39% para galo e 24,73% para capão). O mesmo foi observado por Tor *et al.*, (2005), obtendo percentagens de 18,38% para galo e 17,65% para capão, sendo estes valores semelhantes ao do presente estudo. No entanto, Sinanoglou *et al.*, (2011), encontraram diferenças entre sexos, obtendo maior valor para galo (20,56%) em relação ao capão (16,11%).

Observando os valores obtidos para o ácido araquidónico (C20:4), verifica-se que existem diferenças pouco significativas ( $p \leq 0,05$ ) para o efeito entre sexos e linhagens. Os valores médios obtidos foram de 0,59% para capão e de 1,07% para o galo, auferindo de valores médios de 0,56% e 1,10% para a linhagem castanha e pedrês respetivamente. No que diz respeito às diferentes partes anatómicas, não se verificaram diferenças ( $p > 0,05$ ), como se pode observar na tabela 16.

Comparando os resultados obtidos por Sinanoglou *et al.*, (2011) com o presente estudo, observa-se que a castração provocou o aumento do valor de C20:4, obtendo 3,08% para galo e 3,98% para o capão.

Da análise do perfil de ácidos gordos, verifica-se que os ácidos gordos maioritários foram: ácido oleico (C18:1), ácido palmítico (C16:0) e o ácido linoleico (C18:2). Estes ácidos gordos individuais influenciaram as diferentes frações de ácidos gordos.

Na tabela 17 encontram-se os valores obtidos da interação entre sexo e linhagem, para o teor de gordura total (GT), ácido láurico (C12:0), ácido esteárico (C18:0) e ácido araquidónico (C20:4).

**Tabela 17** – Média ( $\pm$  erro padrão) da interação entre sexo e linhagem para o teor de GT, C12:0, C18:0 e C20:4. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.

Sexo	Linhagem	N	GT	C12:0	C18:0	C20:4
Capão	Castanha	42	11,44 $\pm$ 0,47 <sup>b</sup>	0,85 $\pm$ 0,94 <sup>ab</sup>	4,81 $\pm$ 0,22 <sup>b</sup>	0,55 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>
	Pedrês	36	14,61 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,10 <sup>ab</sup>	6,46 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	0,63 $\pm$ 0,21 <sup>b</sup>
Galo	Castanha	30	11,79 $\pm$ 0,56 <sup>b</sup>	0,50 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>	6,40 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>	0,57 $\pm$ 0,24 <sup>b</sup>
	Pedrês	42	12,14 $\pm$ 0,47 <sup>b</sup>	0,96 $\pm$ 0,94 <sup>a</sup>	6,68 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	1,58 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

Analisando a percentagem de gordura, verifica-se que a castração afetou ( $p \leq 0,01$ ) a linhagem pedrês, obtendo o capão maior percentagem (14,61%) relativamente ao galo (12,14%). Contudo, a linhagem castanha não foi afetada pela castração, para valor de Gordura Total.

Verificou-se a existência de diferenças ( $p \leq 0,01$ ) para C12:0 e C18:0. Relativamente ao conteúdo obtido para C12:0 e C18:0, observa-se que a castração aumentou o teor de C12:0 e diminuiu o conteúdo de C18:0, para a linhagem castanha. Contudo, para a linhagem pedrês, verifica-se efeito contrário, para a percentagem de C12:0, apresentando o capão (0,65%) menor valor em relação ao galo (0,96%), enquanto para o valor de C18:0 os valores obtidos não diferem entre si.

Para o teor de C20:4 na linhagem pedrês, observa-se uma diminuição da percentagem obtida para capão (0,63%) comparativamente ao galo (1,58%). Desta forma, a castração afetou negativamente a linhagem pedrês, uma vez que, o C20:4 está diretamente relacionado com a diminuição do colesterol. Como se pode observar na respetiva tabela, a castração não afetou a linhagem castanha não apresentando diferenças para o teor de C20:4.

Na tabela 18, encontram-se os valores obtidos da interação entre linhagem e peça da carcaça, para o teor de ácido butírico (C4:0), ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido palmitoleico (C16:1), ácido esteárico (C18:0) e o ácido oleico (C18:1).

**Tabela 18** – Média ( $\pm$  erro padrão) da interação entre linhagem e peça da carcaça para C4:0, C14:0, C16:0, C16:1, C18:0 e C18:1. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.

Linagem	Peça da carcaça	N	C4:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1
	<b>Asa</b>	<b>24</b>	1,43 $\pm$ 0,17 <sup>c</sup>	6,77 $\pm$ 1,03 <sup>ab</sup>	22,56 $\pm$ 0,45 <sup>b</sup>	7,35 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	5,47 $\pm$ 0,30 <sup>b</sup>	35,67 $\pm$ 0,66 <sup>a</sup>
<b>Castanha</b>	<b>Peito</b>	<b>24</b>	3,64 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	6,28 $\pm$ 1,03 <sup>ab</sup>	26,77 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>	2,17 $\pm$ 0,35 <sup>c</sup>	5,54 $\pm$ 0,30 <sup>b</sup>	32,14 $\pm$ 0,66 <sup>c</sup>
	<b>Perna</b>	<b>24</b>	1,09 $\pm$ 0,17 <sup>cd</sup>	5,39 $\pm$ 1,03 <sup>b</sup>	22,89 $\pm$ 0,45 <sup>b</sup>	7,34 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	5,81 $\pm$ 0,30 <sup>b</sup>	35,31 $\pm$ 0,66 <sup>b</sup>
	<b>Asa</b>	<b>26</b>	1,00 $\pm$ 0,16 <sup>cd</sup>	4,37 $\pm$ 0,98 <sup>b</sup>	22,58 $\pm$ 0,43 <sup>b</sup>	7,15 $\pm$ 0,33 <sup>a</sup>	6,16 $\pm$ 0,28 <sup>b</sup>	36,79 $\pm$ 0,63 <sup>a</sup>
<b>Pedrês</b>	<b>Peito</b>	<b>26</b>	2,05 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	9,46 $\pm$ 0,98 <sup>a</sup>	21,78 $\pm$ 0,43 <sup>b</sup>	5,12 $\pm$ 0,33 <sup>b</sup>	7,65 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	29,17 $\pm$ 0,63 <sup>d</sup>
	<b>Perna</b>	<b>26</b>	0,67 $\pm$ 0,16 <sup>d</sup>	3,08 $\pm$ 0,98 <sup>c</sup>	23,08 $\pm$ 0,43 <sup>b</sup>	7,45 $\pm$ 0,33 <sup>a</sup>	5,89 $\pm$ 0,28 <sup>b</sup>	37,96 $\pm$ 0,63 <sup>a</sup>

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

Verificou-se diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) para o valor de C4:0. A linhagem castanha obteve maior teor de C4:0 em relação à pedrês, destacando-se a maior diferença entre peito, obtendo 3,64% e 2,05%, para linhagem castanha e pedrês, respetivamente.

No que diz respeito ao valor de C14:0, a linhagem castanha diferiu ( $p \leq 0,01$ ) da pedrês, obtendo maior percentagem para a asa (6,77%) e para a perna (5,39%). No entanto, a linhagem pedrês apresentou maior teor de C14:0 para o peito (9,46%).

Ao analisar os valores obtidos para C16:0 e C16:1, pode-se constatar que o peito apresenta diferenças muito significativas ( $p \leq 0,001$ ). A linhagem castanha (26,77%) obteve maior valor em relação à pedrês (21,78%), para o valor de C16:0. No entanto, para o valor de C16:1, a linhagem pedrês (5,12%) apresentou maior valor face à castanha (2,17%). Observando as restantes partes anatómicas (asa e perna) para valores de C16:0 e C16:1, não apresentaram diferenças entre si.

Relativamente ao valor obtido para C18:0, verifica-se que a linhagem castanha diferiu ( $p \leq 0,01$ ) da pedrês ao apresentar maior percentagem para peito, por sua vez, a asa e perna não manifestaram diferenças entre si. O peito apresentou valores de 7,65% e 5,54% para linhagem castanha e pedrês, respetivamente.

Observando o teor de C18:1, presencia-se que as linhagens diferem ( $p \leq 0,001$ ) para as diferentes peças da carcaça. A linhagem pedrês, obteve maior valor de C18:1 para a perna (37,96%) relativamente à castanha (35,31%). Em relação ao peito, este manifestou maior teor de C18:1 para a linhagem castanha (32,14%) comparativamente à pedrês (29,17%). Sendo a maior diferença verificada entre linhagens para o peito, seguindo-se a perna. A asa não manifestou diferença entre linhagens.

Na tabela 19 encontram-se os valores obtidos da interação entre linhagem e peça da carcaça, para teor de ácido caprílico (C8:0).

**Tabela 19** – Média ( $\pm$  erro padrão) da interação entre sexo e peça da carcaça para C8. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.

Sexo	Peça da carcaça	N	C8:0
Capão	Asa	26	3,35 $\pm$ 0,28 <sup>cd</sup>
	Peito	26	8,04 $\pm$ 0,28 <sup>b</sup>
	Perna	26	2,39 $\pm$ 0,28 <sup>d</sup>
Galo	Asa	24	4,21 $\pm$ 0,30 <sup>c</sup>
	Peito	24	10,58 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>
	Perna	24	3,09 $\pm$ 0,30 <sup>cd</sup>

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

Relativamente à análise da tabela 19, observa-se que castração diminui ( $p \leq 0,01$ ) os valores de C8, apresentando o peito a maior diferença, sendo de 10,58% para galo e 8,04% para capão. No entanto, para asa e perna também se observou uma diminuição mas de forma menos pronunciada, como se pode observar na anterior tabela.

Na tabela 20, são apresentados os valores obtidos da relação entre monoinsaturados (MUFA) e saturados (SFA), polinsaturados (PUFA) e saturados (SFA) e por último entre o somatório dos insaturados (MUFA+PUFA) e saturados (SFA).

**Tabela 20** – Média ( $\pm$  erro padrão) do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça, na relação MUFA/SFA, PUFA/SFA e MUFA+PUFA/SFA. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.

		N	MUFA/SFA	PUFA/SFA	MUFA+PUFA/SFA
Sexo	Capão	78	1,05 $\pm$ 0,02	0,41 $\pm$ 0,01	1,45 $\pm$ 0,02
	Galo	72	0,94 $\pm$ 0,02	0,40 $\pm$ 0,01	1,33 $\pm$ 0,03
Linhagem	Castanha	72	0,95 $\pm$ 0,02	0,38 $\pm$ 0,01	1,32 $\pm$ 0,03
	Pedrês	78	1,04 $\pm$ 0,02	0,42 $\pm$ 0,01	1,46 $\pm$ 0,02
Peça da carcaça	Asa	50	1,11 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	0,42 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	1,53 $\pm$ 0,51 <sup>b</sup>
	Peito	50	0,69 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>	0,29 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>	0,97 $\pm$ 0,51 <sup>c</sup>
	Perna	50	1,18 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,49 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	1,67 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>
Sig. (P)	Sexo		***	NS	***
	Linhagem		***	***	***
	Peça da carcaça		***	***	***
	Sexo * Linhagem		NS	NS	NS
	Sexo * Peça da carcaça		NS	NS	NS
	Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS
	Sexo * Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

\*\*\*  $p \leq 0,001$ ; NS – não significativo

Analisando os valores da relação MUFA/SFA, verifica-se que existem diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) para ambos os sexos, linhagens e diferenças peças da carcaça. O valor médio obtido, no capão foi de 1,05 e para galo de 0,94, enquanto se verificou 0,95 para linhagem castanha e 1,04 para a pedrês. No entanto, observa-se que o peito apresentou o menor valor 0,69 comparativamente às restantes partes anatómicas.

Relativamente à relação MUFA/SFA, Sinanoglou *et al.*, (2011), encontraram valores superiores comparativamente ao presente estudo, obtendo valores de 1,31 para capão e 1,54 para galo. No entanto, constata-se efeito contraditório, ao observar que a castração aumentou a percentagem de SFA, diminuindo a relação MUFA/SFA.

A relação PUFA/SFA foi maior ( $p \leq 0,001$ ) para os animais da linhagem castanha (0,38) do que para os animais da linhagem pedrês (0,42), enquanto que para os animais castrados (0,41) e animais não castrados (0,40), não se verificaram diferenças ( $p > 0,05$ ).

Observou-se diferenças ( $p \leq 0,001$ ) nas diferentes partes anatómicas da carcaça, onde se verifica valores entre 0,29 para o peito e 0,49 para a perna.

De acordo com Enser *et al.*, (1998), o Departamento de Saúde Britânico considera como valor mínimo para uma dieta saudável uma relação de 0,45 entre PUFA/SFA. Os valores observados no presente ensaio, foram inferiores ao recomendado pela instituição, exceto para o valor obtido na perna.

Franco *et al.*, (2012), encontraram valores de 0,67 e 0,59, para raça Mos e raça T-44, respetivamente. Por sua vez, Sinanoglou *et al.*, (2011), obtiveram valores de 0,71 para capão e 0,92 para galo. Contudo, o presente estudo, obteve valores inferiores em relação aos valores obtidos pelos anteriores autores.

O valor médio da relação de ácidos gordos (MUFA+PUFA/SFA) nos animais castrados, foi de 1,45 g/100g de produto seco e para os animais não castrados o valor dessa mesma relação foi de 1,33 g/100g de produto seco. Para as diferentes linhagens, obtiveram-se valores de 1,32 e 1,46 para a linhagem castanha e pedrês, respetivamente.

Em relação às diferentes partes, observa-se que o peito obteve o menor valor (0,97) em relação às restantes partes, como se pode observar na tabela 20. Através destes valores verifica-se que existem diferenças muito significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre sexos, linhagens e peça da carcaça quanto à relação de ácidos gordos (MUFA+PUFA/SFA).

Os resultados encontram-se em concordância com Tor *et al.*, (2005), que obtiveram valor da relação de ácidos gordos (MUFA+PUFA/SFA) mais baixa para galo (1,55) face ao capão (1,72), no entanto superiores relativamente ao estudo realizado.

O baixo valor para a relação ácidos gordos MUFA/SFA, PUFA/SFA e MUFA+PUFA/SFA, mostra que, altos teores de gordura saturada são fatores negativos que favorecem o aparecimento de patologias, como doenças cardíacas, verificando que a castração melhorou tais relações.

### **4.3. Painel de Provedores – Análise Procrustea Generalizada**

Em análise sensorial o painel de provedores é considerado uma ferramenta para estudar as características organolépticas dos produtos que se deseja avaliar. Os provedores são instrumentos de medida das características, daí serem selecionados os provedores com maior sensibilidade para as características que se querem estudar.

As fontes de variação entre provedores, encontradas nos métodos descritivos são: uso de diferentes partes da escala e intervalos de valores, diferentes interpretações dos termos descritivos, percepção de diferentes estímulos e variações entre sessões.

Para reduzir a variabilidade o mais possível para cada conjunto de amostras a serem avaliadas, torna-se necessário desenvolver uma linguagem comum para que os provedores concordem todos com o significado de cada um dos termos (atributos ou descritores) usados. Leva muito tempo a desenvolver o vocabulário. O treino e a discussão dentro do painel são de grande importância, pois ajudam todos os provedores a avaliar cada atributo de forma similar. Contudo, nenhum treino consegue eliminar toda a variação (Rodrigues, 2007).

A Análise Procrustea Generalizada (APG), é uma análise multivariada, que permite ajustar algumas das variações encontradas. A APG origina uma configuração consenso, que é mais significativa com respeito às amostras do que à configuração média não transformada original. Na presente análise usou-se a média para cada uma das sessões, por provedor e por grupo de animal.

#### **4.3.1. Análise Procrustea Generalizada – Parte I**

A APG teve como objetivo verificar a percepção global e consensual entre os provedores acerca das características (intensidade de odor, intensidade de odor estranho, cor, dureza, suculência, fibrosidade, intensidade de sabor, intensidade de sabor estranho, intensidade de *flavour* e intensidade de *flavour* estranho) em três peças da carcaça

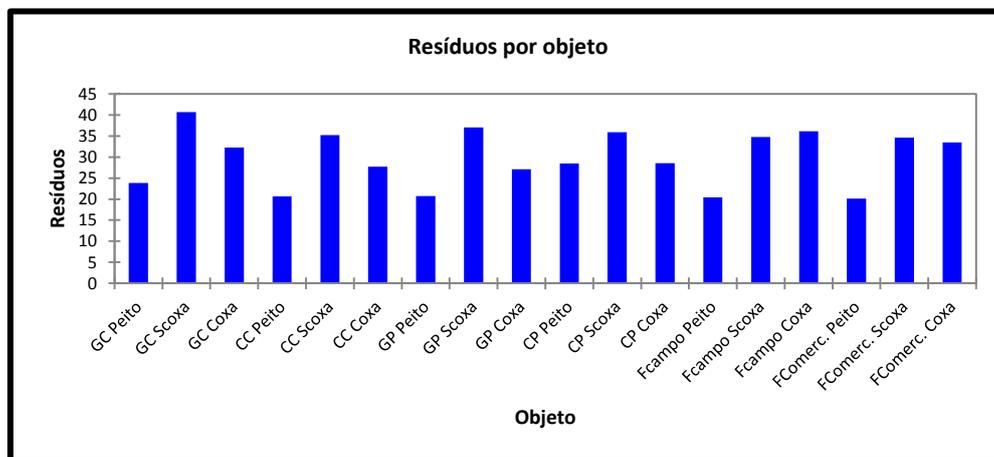
(peito, sobrecoxa e coxa) do “frango do campo”, “frango comercial”, galo e capão castanho e ainda galo e capão pedrês.

Assim a tabela 21, mostra os resultados da PANOVA relativa à avaliação sensorial de carne de “frango do campo”, “frango comercial”, galo e capão das linhagens castanha e pedrês, para as diferentes partes anatómicas (peito, sobrecoxa e coxa), que resume a eficiência de cada transformação da APG em termos de redução da variabilidade total.

**Tabela 21** – Resultados da Análise Procrustes Generalizada.

Fonte	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Resíduos após transformação de escala	992	537,743	0,542		
Transformação de escala	8	83,929	10,491	19,353	< 0,0001
Resíduos após rotação	1000	621,672	0,622		
Rotação	360	473,669	1,316	2,427	< 0,0001
Resíduos após translação	1360	1095,341	0,805		
Translação	80	1409,533	17,619	32,503	< 0,0001
Total corrigido	1440	2504,873	1,739		

Analisando a tabela 21, pode-se verificar que a transformação de escala, rotação e translação, todos eles são eficientes ( $p < 0,001$ ). No entanto, verificando a soma de quadrados pode-se verificar que a translação foi a mais eficiente na obtenção da avaliação consenso, visto ser a que apresenta o valor mais elevado.



**Figura 21** – Resíduos por objeto (sexo/linhagem/parte anatómica)

Na figura 21, estão representados os resíduos por objeto (sexo/linhagem/parte anatómica) após as transformações de APG. Da sua análise, verifica-se que, independentemente do sexo ou linhagem, o peito obteve o resíduo mais baixo. Indicando assim, que o peito é objeto de maior consenso entre provadores, enquanto que a sobrecoxa do galo castanho (resíduo mais elevado) apresenta o menor consenso.

A tabela 22, apresenta os resíduos por configuração (provador) após as transformações. Da sua análise, observar-se que o provador 5 é o que possui o maior resíduo, o que significa que as suas avaliações não correspondem com o consenso.

**Tabela 22** – Variância residual, fatores de transformação de escala e variação da percentagem explicada pelos dois primeiros componentes principais para cada provador.

<b>Provador</b>	<b>Resíduos</b>	<b>FTE<sup>1</sup></b>	<b>Primeira dimensão %</b>	<b>Segunda dimensão %</b>
<b>1</b>	50,930	1,180	65,894	13,586
<b>2</b>	63,404	1,200	54,223	24,956
<b>3</b>	50,515	0,875	76,935	8,611
<b>4</b>	58,712	0,857	76,871	6,423
<b>5</b>	69,865	1,193	59,531	13,153
<b>6</b>	65,901	0,977	54,510	26,539
<b>7</b>	63,744	0,730	59,758	12,545
<b>8</b>	48,301	1,578	64,530	16,864
<b>9</b>	66,370	1,039	58,603	23,949

1 FTE - Fatores de transformação de escala

A avaliação da análise sensorial apresenta dificuldades uma vez que, os provadores utilizam a escala para avaliação dos atributos de forma diferente. O treino de provadores não consegue eliminar a variação entre os mesmos. Um fator inferior a 1 indica que o provador correspondente não está a usar a escala tão largamente como os restantes. Um fator maior que 1 indica que o provador correspondente está a usar a escala mais largamente do que os outros, tal como pode ser observado na tabela 22.

Através da análise da tabela podemos observar que os provadores que utilizaram a escala mais amplamente foram os provadores 1, 2, 5, 8 e 9, destacando-se o provador 8. Por outro lado, o provador 7 foi o que utilizou menor escala.

Quando a variabilidade é dividida pelos provadores (tabela 22), constatou-se que os resultados foram consensuais entre todos, excetuando os provadores 2, 6 e 9, que apresentam menor variabilidade explicada para o Fator 1, apresentando maior variabilidade para o Fator 2.

Os resultados que se apresentam na tabela 23, correspondem aos resultados da Análise de Componentes Principais (ACP). Após a APG, realizou-se a Análise de Componentes Principais (ACP) não normalizada. Enquanto a APG inclui já um passo rotação para cada provador, para ir ao encontro da configuração consenso para todos os provadores, a ACP permitiu aplicar uma transformação à configuração consensual de modo a obter uma representação ótima nos primeiros eixos. A transformação da ACP foi aplicada a cada uma das configurações correspondente a cada provador.

**Tabela 23** – Autovalores, variabilidade (%) explicada por cada fator e percentagem acumulada.

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>F6</b>	<b>F7</b>	<b>F8</b>	<b>F9</b>	<b>F10</b>
<b>Autovalor</b>	8,836	1,654	0,380	0,289	0,258	0,177	0,151	0,147	0,095	0,092
<b>Variabilidade (%)</b>	73,146	13,690	3,147	2,391	2,139	1,463	1,252	1,219	0,788	0,766
<b>% Acumulada</b>	73,146	86,836	89,983	92,374	94,513	95,975	97,227	98,446	99,234	100,000

Os autovalores, demonstram quanto da variabilidade corresponde a cada eixo. Os valores próprios indicam a proporção da variabilidade total representada em cada um dos eixos fatoriais. Da sua análise, verifica-se que 73,15% da variabilidade está representada na primeira dimensão e 13,69% na segunda dimensão.

Somente os dois primeiros eixos representam 86,8% da variabilidade, sendo este valor bastante superior aos 68,2% registados por Rodrigues *et al.*, (2009), em carne fresca de borrego Terrincho, mas inferior aos 93% encontrados por Rodrigues e Teixeira (2009), em carne fresca de cabrito. Os resultados obtidos estão em

concordância com o trabalho de Paulos (2012), que registou 86,7% da variabilidade nos dois primeiros eixos, em salsichas frescas de carne de ovinos e caprinos.

Para se ter uma melhor percepção dos autovalores e da variabilidade acumulada por cada um dos fatores, pode observar-se a figura 22.

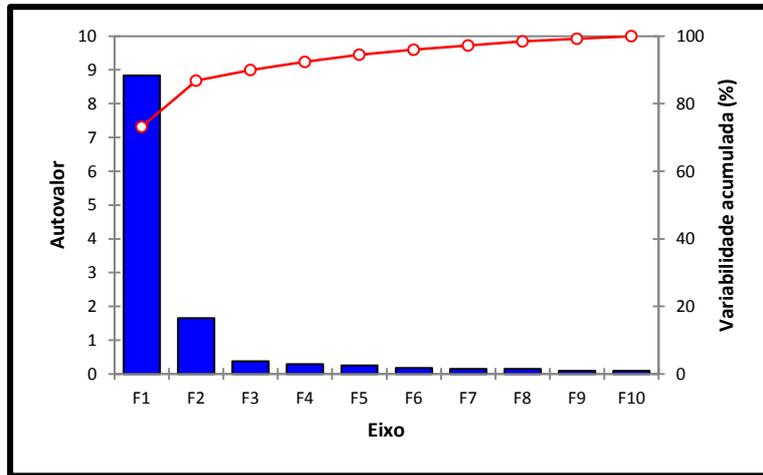


Figura 22 – Autovalores e variabilidade acumulada por fator

As correlações entre as dimensões e os fatores 1 e 2, representam-se no círculo das correlações na figura 23. Observa-se que a maior parte das características estão altamente correlacionadas com a primeira dimensão, isto porque 73,15% da variabilidade está centralizada na primeira dimensão.

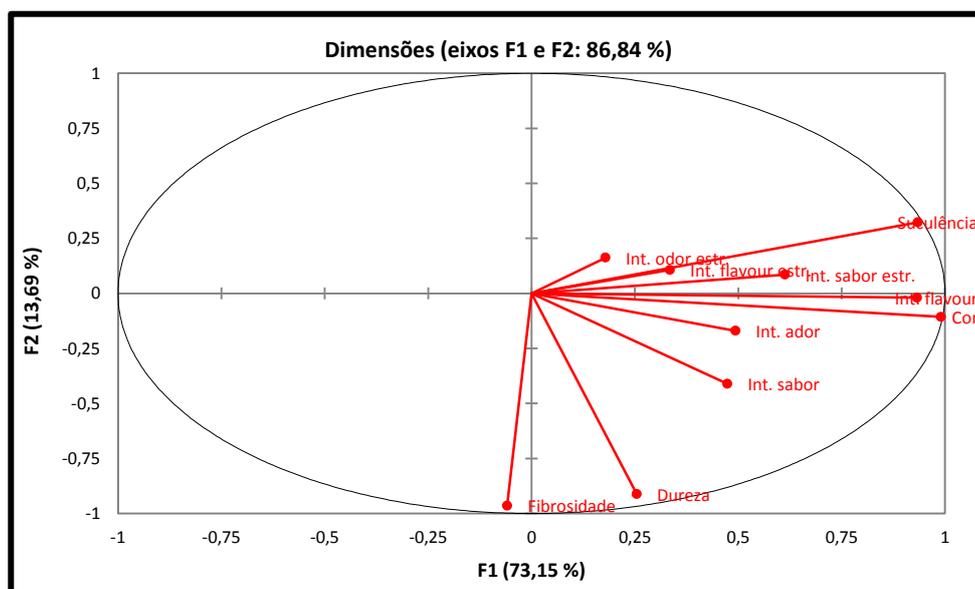


Figura 23 – Representação gráfica das correlações entre as dimensões (parâmetros sensoriais) e os fatores

Como os dois primeiros eixos explicam quase a totalidade dos atributos sensoriais (86,84%), a partir daqui fez-se a análise dos resultados tendo por base apenas os dois primeiros eixos da ACP.

Da sua análise, verifica-se que a cor, suculência e intensidade *flavour* estão alta e positivamente correlacionadas com o Fator 1, os respetivos vetores dirigem-se para a parte positiva do eixo que representa o referido fator. Entretanto a dureza e a fibrosidade, cujos vetores se dirigem para a parte negativa do eixo que representa o Fator 2, estão bastante relacionados e de forma negativa com o mesmo fator.

Na figura 24, pode-se observar a representação conjunta dos objetos e das dimensões, que correspondem às coordenadas dos grupos de animais / peça da carcaça e suas características sensoriais. Os pontos estão todos próximos do primeiro eixo cartesiano, explicando assim o facto de 73,15% da variabilidade estar concentrada na primeira dimensão.

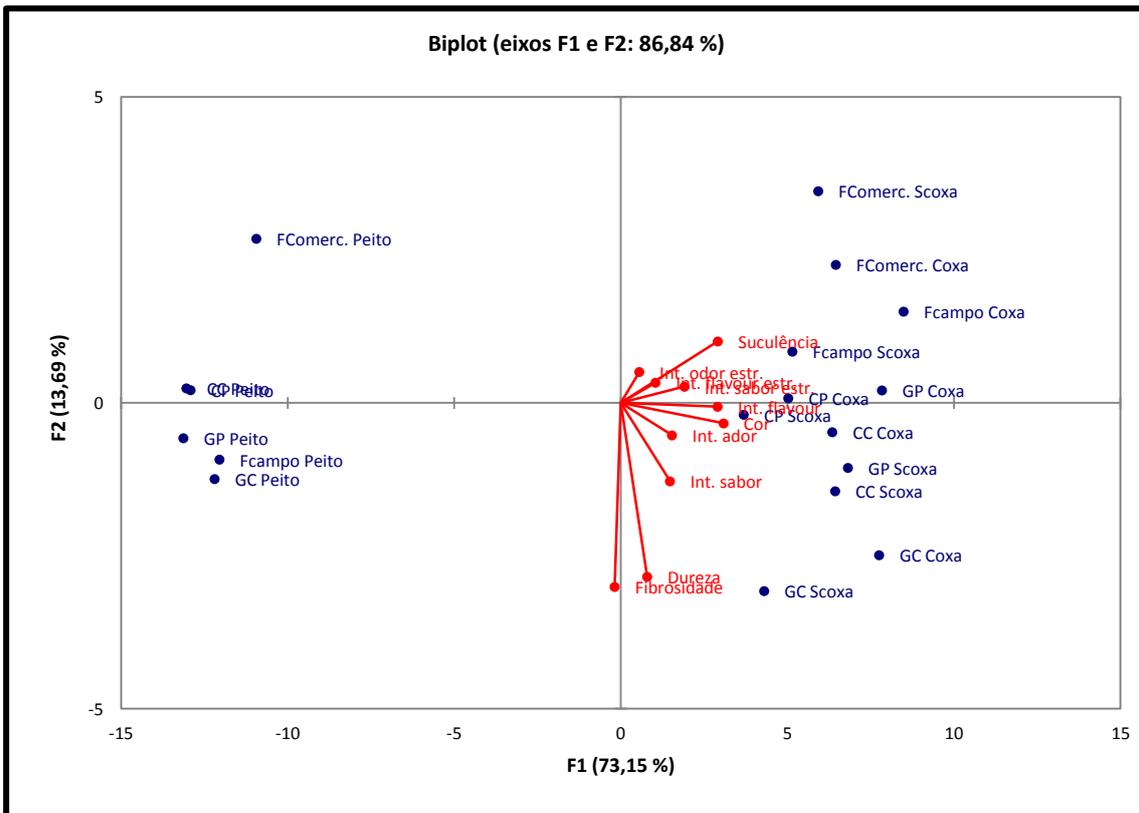


Figura 24 – Representação conjunta (biplot): coordenadas dos objetos e das dimensões

Da sua análise, verifica-se que, os músculos foram claramente discriminados e identificados, onde se observa que o peito gerou maior consenso entre provadores relativamente à sobrecoxa e coxa, ou seja, foi mais difícil o consenso dos provadores entre as duas últimas partes anatómicas.

Pode-se observar, que os valores obtidos para o peito distanciaram-se de todos os atributos avaliados, principalmente no que diz respeito à suculência, intensidade de *flavour* e cor. De mencionar que o peito do capão castanho e pedrês gerou menor consenso entre provadores, apresentando características organolépticas semelhantes. A disparidade do peito em relação à sobrecoxa e coxa, era de esperar devido à sua constituição muscular (fibras brancas), o seu baixo teor de colagénio, gordura intramuscular e conteúdo de pigmentos.

Relativamente à intensidade de *flavour* e intensidade de cor, estes atributos estão relacionados com a sobrecoxa do capão pedrês. Quanto às características da suculência, observa-se que a sobrecoxa do “frango do campo” obteve o valor mais elevado na escala de preferências pelos provadores. Contudo, de forma geral verifica-se que a suculência está associada à perna (sobrecoxa e coxa) do “frango do campo” e “frango comercial”.

Analisando a sobrecoxa do galo castanho, observa-se que obteve maior dureza e fibrosidade uma vez que se encontra negativamente relacionado com o Fator 2. No entanto, o peito e a sobrecoxa do “frango comercial” são caracterizados por apresentar menor dureza e fibrosidade.

#### **4.3.2. Análise Procustena Generalizada – Parte II**

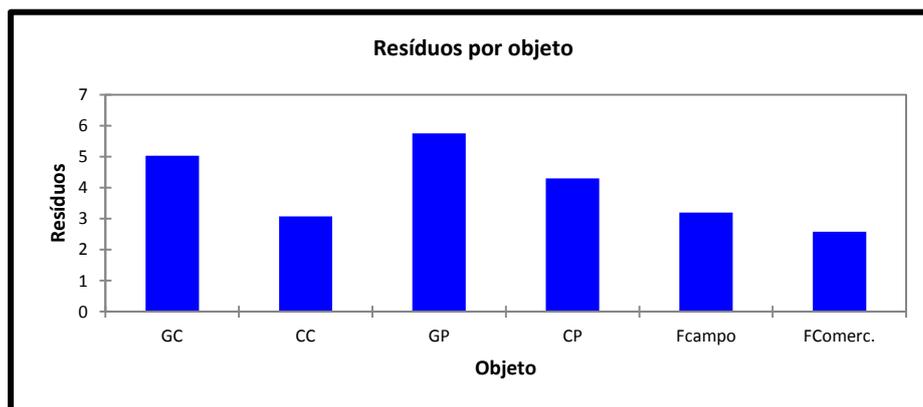
A APG seguinte, teve como objetivo verificar a perceção global e consensual entre os provadores acerca das características (intensidade de odor, intensidade de odor estranho, cor, dureza, suculência, fibrosidade, intensidade de sabor, intensidade de sabor estranho, intensidade de *flavour* e intensidade de *flavour* estranho) do “frango do campo”, “frango comercial”, galo e capão castanho e ainda galo e capão pedrês.

A tabela 24, refere-se à análise de variância de Procrustes (PANOVA), que faculta a eficácia relativa das diferentes transformações. Observa-se que a translação obteve um efeito altamente significativo ( $p \leq 0,001$ ) na redução da variabilidade das configurações ( $Pr > F$ ), nenhum dos outros parâmetros é significativo ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 24** – Resultados da Análise Procrustea Generalizada.

Fonte	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Resíduos após transformação de escala	32	23,947	0,748		
Transformação de escala	8	9,455	1,182	1,579	0,170
Resíduos após rotação	40	33,402	0,835		
Rotação	360	68,072	0,189	0,253	1,000
Resíduos após translação	400	101,474	0,254		
Translação	80	470,257	5,878	7,855	< 0,0001
Total corrigido	480	571,731	1,191		

Na figura 25, são apresentados os resíduos por objeto (sexo/linhagem) após as transformações. Observa-se que o “frango comercial”, é o que apresenta o menor resíduo, o que indica que é o mais consensual entre os provadores, sendo o galo pedrês o que gerou menor consenso.



**Figura 25** – Resíduos por objeto (sexo/linhagem)

Analisando a tabela 25, pode-se verificar que os provadores 7 e 9 apresentam maior resíduo, o que significa que as suas avaliações são as menos consensuais.

**Tabela 25** – Variância residual, fatores de transformação de escala e variação da percentagem explicada pelos dois primeiros componentes principais para cada provador.

Provador	Resíduos	FTE	1ª dimensão, %	2ª dimensão, %	3ª dimensão, %
1	2,277	1,134	49,326	22,610	5,145
2	2,826	1,083	62,341	10,036	10,889
3	2,369	1,053	48,448	22,389	12,622
4	1,577	1,334	49,043	13,057	22,986
5	2,765	1,062	36,199	21,018	26,653
6	2,937	0,767	72,974	6,207	5,964
7	3,822	0,678	36,901	24,714	21,404
8	1,763	1,717	54,669	23,910	6,372
9	3,611	1,005	70,654	5,650	12,273

1 FTE - Fatores de transformação de escala

Relativamente aos fatores de transformação de escala, presencia-se que os provadores que utilizaram a escala mais amplamente foram os provadores 1, 2, 3, 4, 5, 8 e 9, destacando-se o provador 4. Contudo, os provadores 6 e 7 utilizaram a escala menos amplamente.

Quando a variabilidade é dividida pelos provadores (tabela 25), pode-se verificar que os resultados são mais ou menos idênticos para todos os provadores, excetuando os provadores 5 e 7, que apresentam menor variabilidade explicada para o Fator 1. O provador 7, apresenta maior variabilidade para o Fator 2, enquanto o provador 5 só apresenta maior variabilidade para o Fator 3.

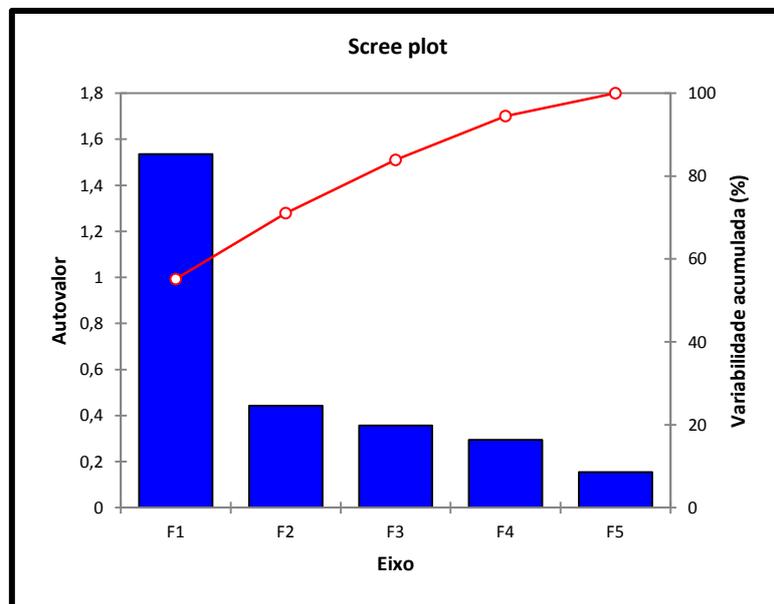
Os resultados que se apresentam na tabela 26, correspondem aos resultados da ACP. Após a APG, realizou-se a Análise de Componentes Principais (ACP) não normalizada. A transformação da ACP foi aplicada a cada uma das configurações correspondente a cada provador.

**Tabela 26** – Autovalores, variabilidade (%) explicada por cada fator e percentagem acumulada.

	F1	F2	F3	F4	F5
<b>Autovalor</b>	1,535	0,443	0,357	0,295	0,154
<b>Variabilidade (%)</b>	55,152	15,916	12,832	10,582	5,519
<b>% Acumulada</b>	55,152	71,067	83,900	94,481	100,000

Os valores próprios indicaram a proporção da variabilidade total, representada em cada um dos eixos fatoriais. Podemos averiguar que somente as duas primeiras dimensões explicaram 71,07%, estando 55,15% representada na primeira dimensão e 15,92% na segunda dimensão, sendo este valor superior aos 68,2% registados por Rodrigues *et al.*, (2009).

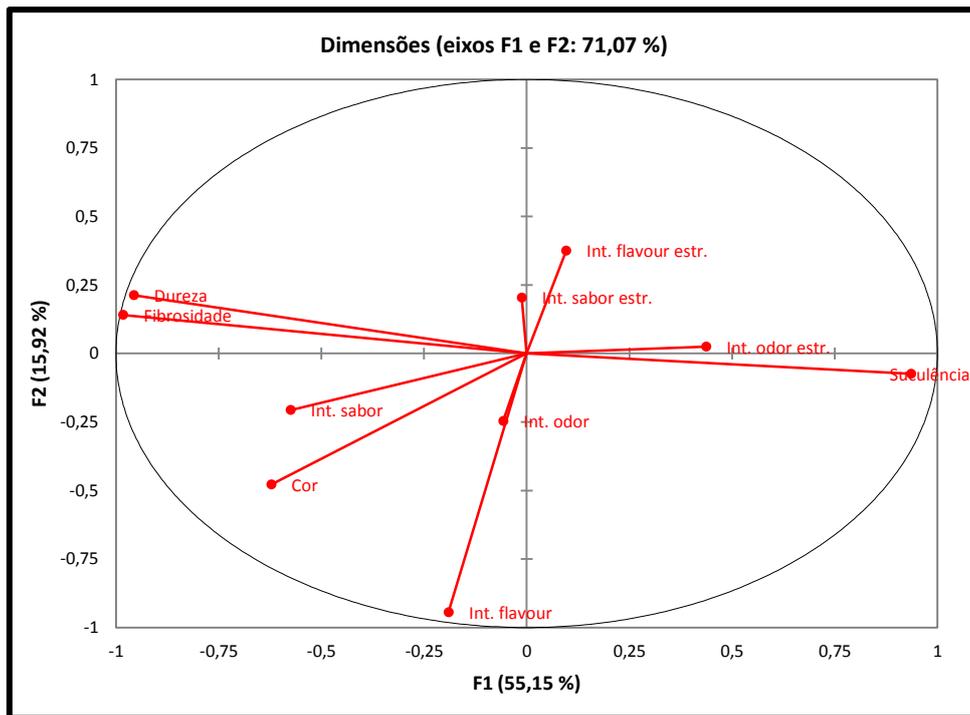
Para uma melhor perceção dos autovalores e da variabilidade acumulada por cada um dos fatores, pode observar-se a figura 26.



**Figura 26** – Autovalores e variabilidade acumulada por fator

As correlações entre as dimensões e os fatores representam-se no círculo das correlações na figura 27. Da sua análise, verifica-se que a maior parte das características estão correlacionadas com a primeira dimensão, isto porque 55,15% da variabilidade está centralizada na primeira dimensão.

Como os dois primeiros eixos explicam a quase totalidade dos atributos sensoriais (71,07%), a partir daqui fez-se a análise dos resultados tendo por base apenas os dois primeiros eixos da ACP.

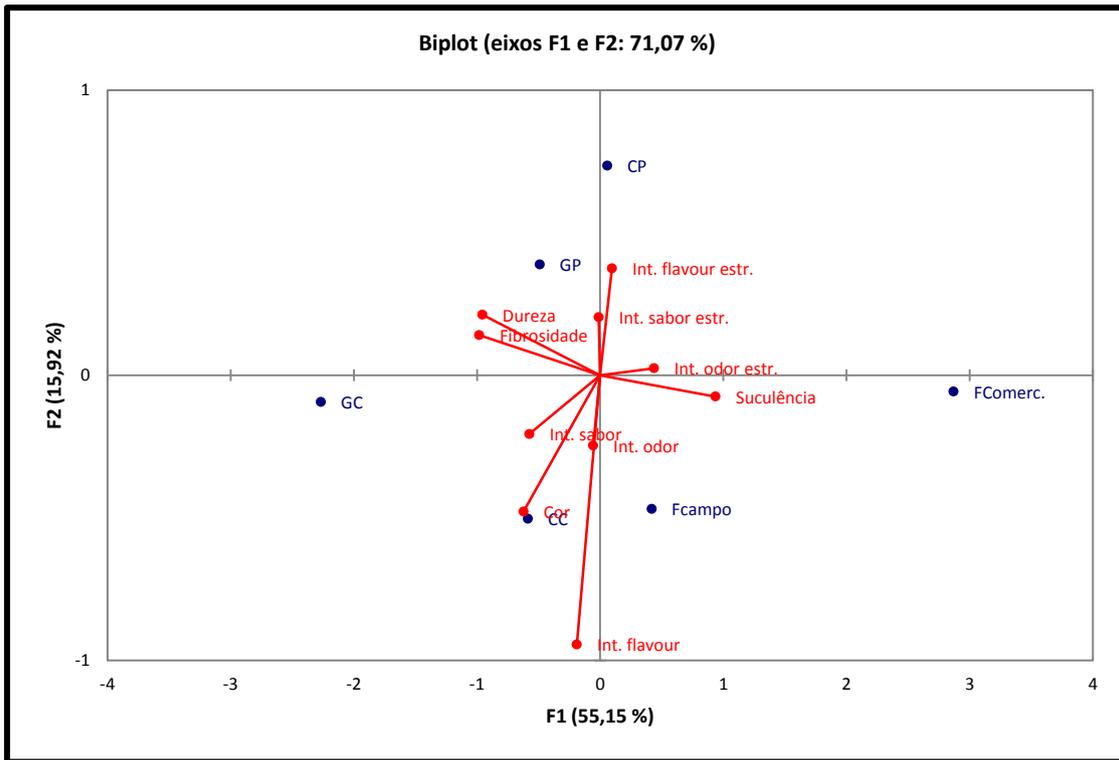


**Figura 27** – Representação gráfica das correlações entre as dimensões (parâmetros sensoriais) e os fatores

Da sua análise, observa-se que a dureza e fibrosidade estão alta e negativamente correlacionadas com o Fator 1, localizando-se na parte negativa do eixo que representa o referido fator. A suculência está alta e positivamente correlacionadas com o Fator 1, cujo vetor se localiza na parte positiva do eixo que representa o referido fator. No que respeita ao Fator 2 a intensidade de *flavour* está correlacionada negativamente com o referido fator. A fibrosidade está 98% relacionada com Fator 1.

Pode observar-se na figura 28, a representação conjunta dos objetos e das dimensões, que correspondem às coordenadas dos grupos de animais e das características sensoriais, e da forma como se projetam no espaço bidimensional.

Da sua análise, verifica-se que, os diferentes grupos de animais foram claramente discriminadas e identificadas, formando grupos bem separados, onde se observa que o “frango do comercial” (FComerc.) e galo castanho (GC) foram os que geraram maior consenso entre provadores. Verifica-se ainda que galo pedrês (GP) e capão pedrês CP) estão mais próximos, bem como capão castanho (CC) e “frango campo” (FCampo).



**Figura 28** – Representação conjunta (biplot): coordenadas dos objetos e das dimensões

Analisando a figura 28, observa-se que o “frango comercial” foi considerado na escala de preferências dos provadores como tendo o valor mais elevado quanto à suculência e menor de dureza e fibrosidade. A carne do galo castanho, apresentou a menor suculência, comparativamente aos restantes grupos de animais.

O grupo galo pedrês foi considerado na escala de preferências dos provadores como tendo o valor mais elevado de intensidade de sabor estranho, estando a dureza e fibrosidade correlacionados com este grupo.

No entanto, podemos afirmar que a castração teve bastante influência na presença de *flavour* estranho encontrado no capão pedrês, enquanto a intensidade de cor está associada ao capão castanho.

A figura 29, apresenta o mapa de preferências da aceitabilidade dos tipos de espécie de 9 provadores. Os pontos estão perto do primeiro eixo, porque 55,15% da variabilidade está concentrada no primeiro eixo, isto é, no Fator 1.

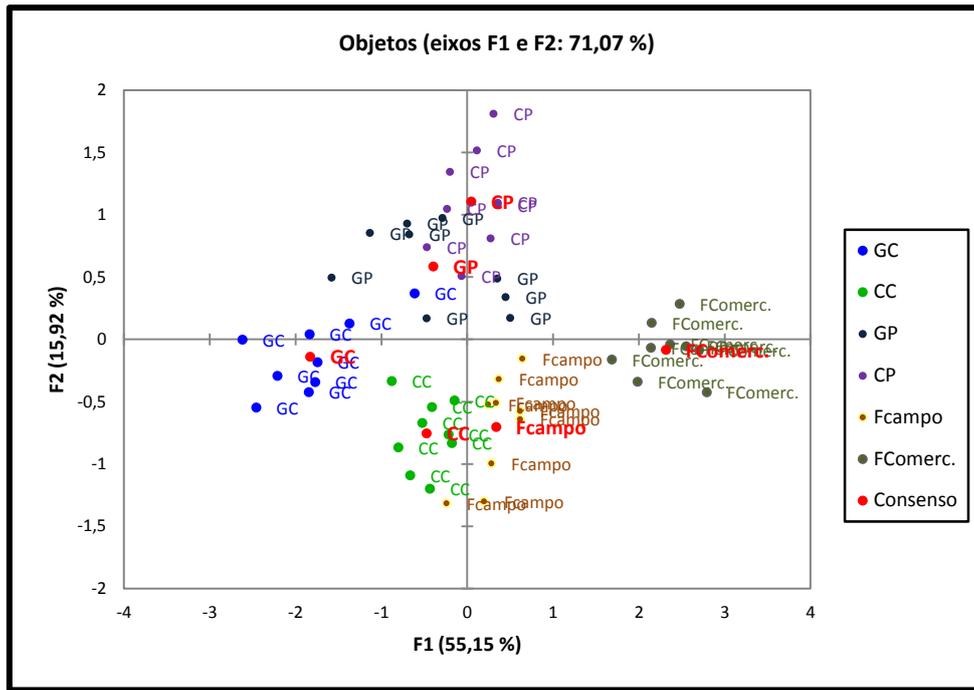


Figura 29 – Mapa dos objetos por objeto

Podemos constatar, que os diferentes grupos de animais estão separados e existe um consenso relativamente a eles, significando que têm características diferentes, principalmente no que diz respeito ao “frango comercial”, que está claramente separado dos restantes grupos de animais. Tendo o capão pedrês, valores na escala de preferência mais elevados. Em relação ao “frango do campo” e capão castanho, apesar de se verificar uma clara separação dos grupos, os mesmos apresentam características muito próximas, pois geraram valores de menor consenso entre eles.

Ainda que possa haver sobreposições dos grupos, galo e capão pedrês, pode dizer-se que também se conseguem distinguir um do outro, sendo que estes 2 grupos foram os de menor consenso entre os provedores. Também, no que diz respeito às coordenadas dos diferentes grupos de animais, os valores individuais revelam uma certa homogeneidade. Verifica-se uma separação clara entre os grupos de animais.

### 4.3.3. Análise Procrustea Generalizada – Parte III

A APG, em seguida, teve como objetivo verificar a percepção global e consensual entre os provadores acerca das características (intensidade de odor, intensidade de odor estranho, cor, dureza, suculência, fibrosidade, intensidade de sabor, intensidade de sabor estranho, intensidade de *flavour* e intensidade de *flavour* estranho) do peito, sobrecoxa e coxa de todos os grupos de animais.

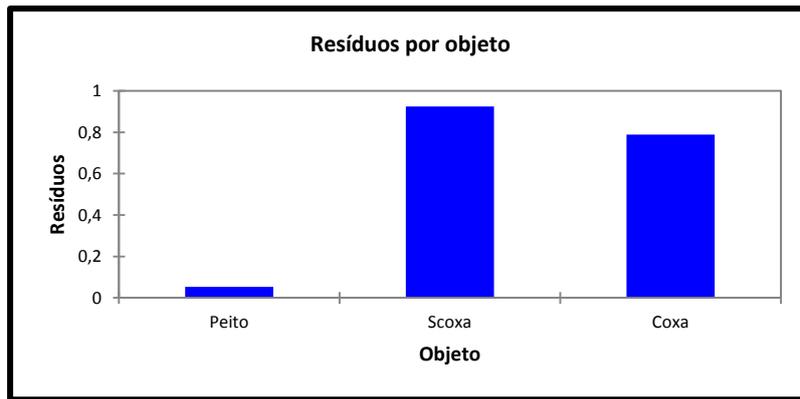
Analisando a tabela 27, verifica-se que existem graus de liberdade negativos, presumivelmente, devido ao facto de o número de atributos avaliados ser demasiado elevado, desta forma os graus de liberdade não foram suficientes para que se obtivesse um valor de F e conseqüentemente o *P* crítico relativo à eficiência de cada procedimento envolvido na PANOVA.

**Tabela 27** – Resultados da Análise Procrustea Generalizada.

Fonte	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Resíduos após transformação de escala	-208	1,765			
Transformação de escala	8	15,696	1,962		
Resíduos após rotação	-200	17,461			
Rotação	360	51,264	0,142		
Resíduos após translação	160	68,725	0,430		
Translação	80	234,983	2,937		
Total corrigido	240	303,708	1,265		

No entanto, observando o valor da soma dos quadrados, verifica-se que a translação foi a mais eficiente na obtenção da avaliação consenso, uma vez que apresenta o valor mais elevado.

Na figura 30, estão apresentados os resíduos por objeto (partes anatómicas analisadas) após as transformações de APG. Da sua análise, pode-se observar que o peito é o que apresenta o menor resíduo (valor muito próximo de zero), o que indica que é o mais consensual entre os provadores, sendo a sobrecoxa a que apresenta maior resíduo, o que significa que as suas avaliações condizem menos com o consenso. No entanto, pode-se averiguar que as partes anatómicas apresentam valores de resíduo muito baixo, inferior a 1.



**Figura 30** – Resíduos por objeto (parte anatómica)

Analisando a tabela 28, observa-se que o provador 7 é o que manifesta maior valor residual, o que significa que as suas avaliações condizem menos com o consenso.

**Tabela 28** – Variância residual, fatores de transformação de escala e variação da percentagem explicada pelos dois primeiros componentes principais para cada provador.

Provador	Resíduos	FTE	1ª dimensão %	2ª dimensão %
1	0,061	1,163	98,285	1,715
2	0,079	1,363	97,173	2,827
3	0,222	0,780	97,709	2,291
4	0,296	0,774	98,730	1,270
5	0,024	1,343	96,716	3,284
6	0,020	1,117	96,595	3,405
7	0,495	0,745	91,467	8,533
8	0,278	1,510	98,536	1,464
9	0,290	1,099	95,210	4,790

1 FTE - Fatores de transformação de escala

Pode-se verificar, que os provadores que utilizaram a escala mais amplamente foram os provadores 1, 2, 5, 6, 8 e 9, merecendo destaque o provador 8. Por outro lado, os provadores que utilizaram a escala menos amplamente foram os 3, 4 e 7.

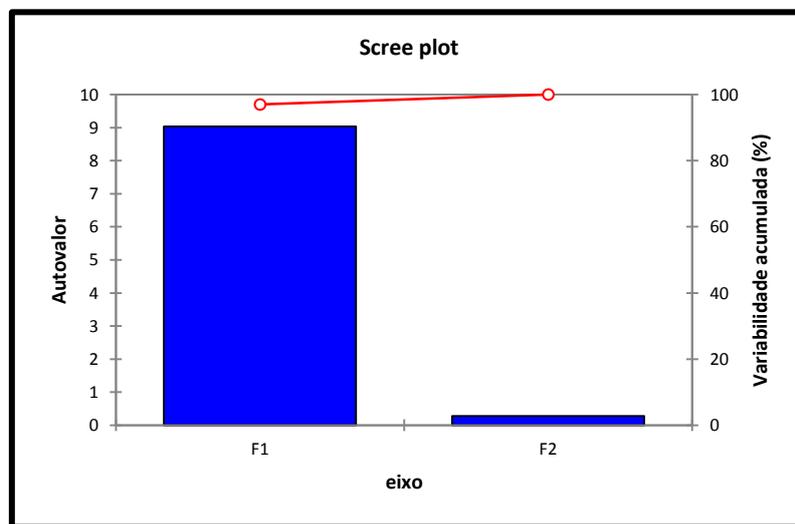
Da análise da variabilidade (tabela 28), foi possível constatar que foi consensual entre os provadores excetuando o provador 7, que apresenta menor variabilidade explicada para o Fator 1 e apresenta maior variabilidade explicada para o Fator 2.

Após a APG realizou-se a ACP. A transformação da ACP foi aplicada a cada uma das configurações correspondente a cada provador. Os valores próprios indicaram a proporção da variabilidade total, representada em cada um dos eixos fatoriais. Podendo verificar, que as duas primeiras dimensões explicaram 100%, estando 96,99% representada na primeira dimensão e 3,01% na segunda dimensão (tabela 29), sendo este valor superior aos 93% encontrados por Rodrigues e Teixeira (2009), em carne fresca de cabrito.

**Tabela 29** – Autovalores, variabilidade (%) explicada por cada fator e percentagem acumulada.

	F1	F2
Autovalor	9,032	0,281
Variabilidade (%)	96,987	3,013
% acumulada	96,987	100,000

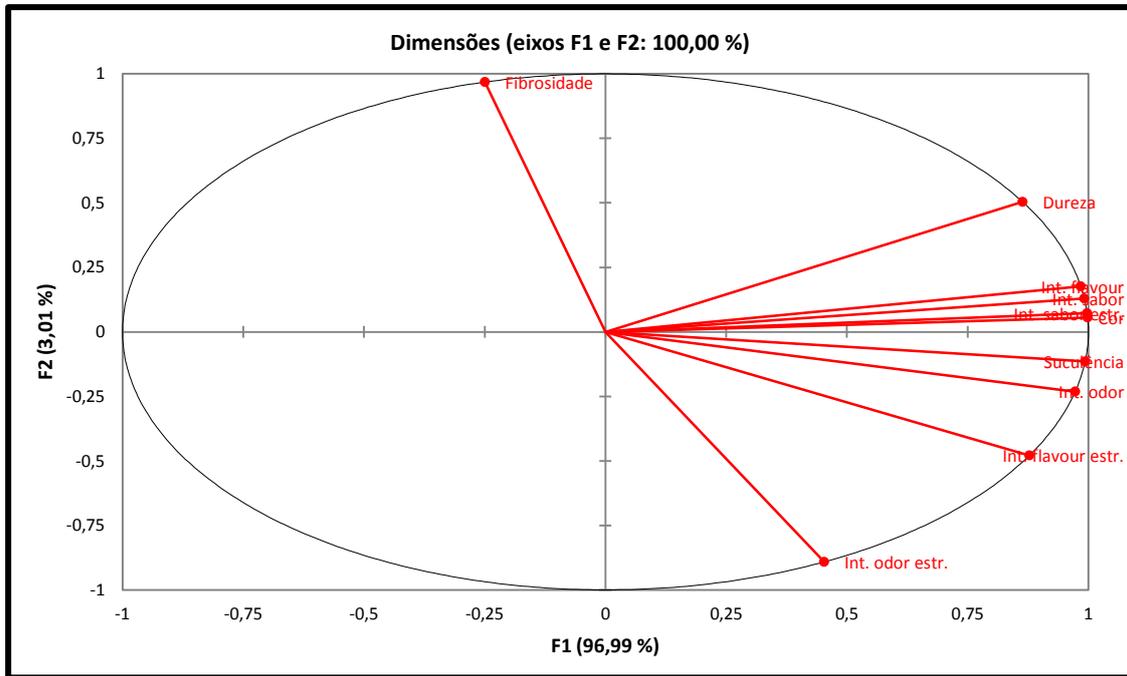
Para uma melhor perceção dos autovalores e da variabilidade acumulada por cada um dos fatores, pode-se observar a figura 31.



**Figura 31** – Autovalores e variabilidade acumulada por fator

As correlações entre as dimensões e os fatores representam-se no círculo das correlações na figura 32. Verifica-se que a maior parte das características estão correlacionadas com a primeira dimensão, isto porque 96,99% da variabilidade está

centralizada na primeira dimensão. Apenas os dois primeiros eixos explicam 100% da totalidade dos atributos sensoriais.



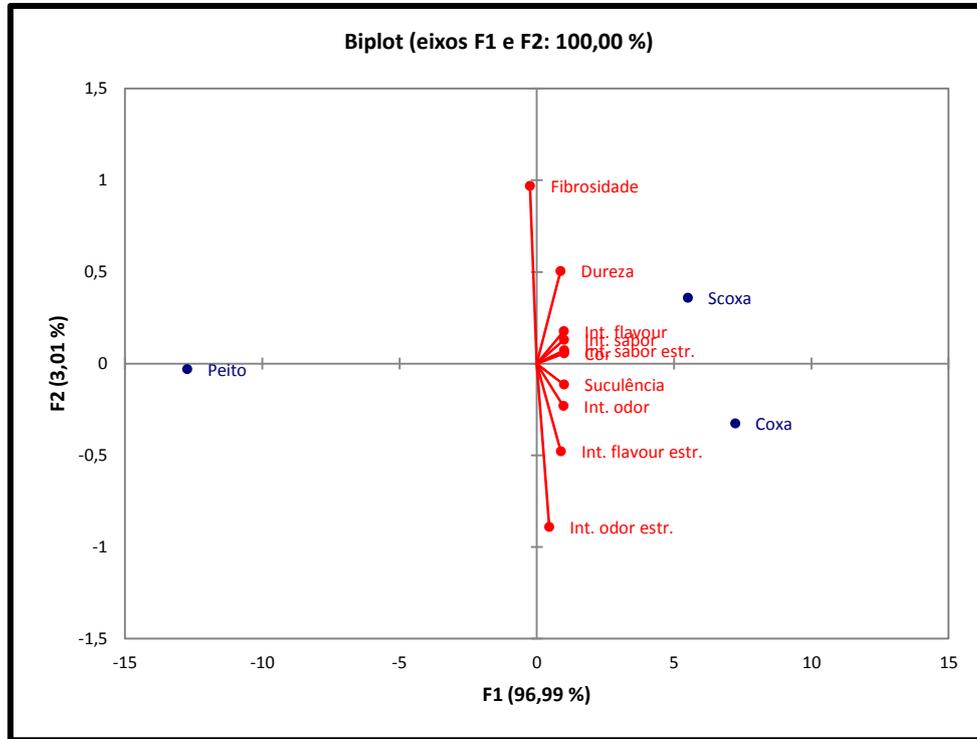
**Figura 32** – Representação gráfica das correlações entre as dimensões (parâmetros sensoriais) e os fatores

Podemos verificar que a intensidade de *flavour*, intensidade sabor, intensidade sabor estranho, cor e suculência estão alta e positivamente correlacionadas com o Fator 1, localizando-se na parte positiva do eixo que representa o referido fator. De referir que a cor, suculência, intensidade de sabor e intensidade sabor estranho estão 99% relacionados com a primeira dimensão. No que respeita ao Fator 2, a fibrosidade está correlacionada positivamente com o referido fator.

Observa-se na figura 33, a representação conjunta dos objetos e das dimensões, que correspondem às coordenadas das três partes anatómicas e das características sensoriais, e da forma como se projetam no espaço bidimensional. A maioria dos pontos estão próximos do primeiro eixo cartesiano, isto explica-se pelo facto de 96,99% da variabilidade estar concentrada na primeira dimensão.

Da sua análise, constata-se que, as partes anatómicas foram claramente discriminadas e identificados, formando grupos bem separados, onde se observa que o

peito foi o que gerou maior consenso entre provadores, verifica-se ainda que a sobrecoxa e a coxa estão mais próximos. Querendo dizer que foi mais difícil o consenso entre os provadores nesta identificação.



**Figura 33** – Representação conjunta (biplot): coordenadas dos objetos e das dimensões

Pode-se averiguar que a sobrecoxa, obteve o valor mais elevado na escala de preferências pelos provadores, quanto às características sensoriais: cor, intensidade de sabor, intensidade de *flavour*, intensidade de sabor estranho, estando a dureza também relacionada com a sobrecoxa. A coxa, caracteriza-se por apresentar uma carne com maior suculência e intensidade de odor.

Relativamente ao peito, verifica-se que este se distancia de todos os atributos avaliados na escala de preferência pelos provadores. Estas discrepâncias devem-se essencialmente ao tipo de constituição muscular (fibra muscular, quantidade de colagénio, gordura intramuscular e pigmentos hemínicos) que difere relativamente dos restantes músculos.

A figura 34, apresenta o mapa de preferências da aceitabilidade das três peças partes anatómicas: peito, sobrecoxa e coxa, de 9 provadores. Os pontos estão perto do primeiro eixo, porque 96,99% da variabilidade está concentrada no primeiro eixo, isto é, no Fator 1.

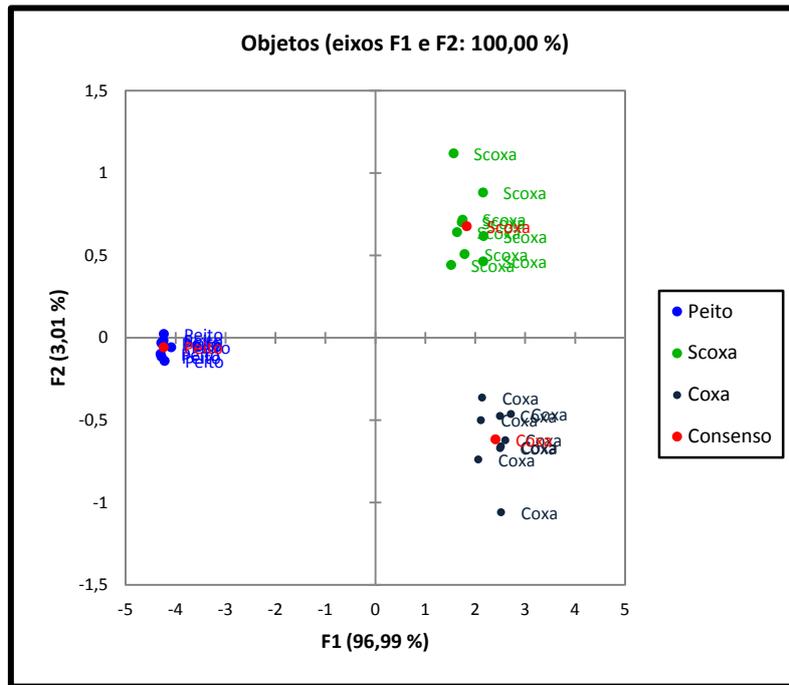


Figura 34 – Mapa dos objetos por objeto

Podemos observar que as diferentes partes anatómicas (peito, sobrecoxa e coxa) estão claramente separadas, significando que têm características diferentes e existe um consenso relativamente a eles, principalmente no que diz respeito ao peito que gerou maior consenso entre os provadores. A sobrecoxa apresenta valores na escala de preferências mais elevada (primeiro quadrante). Também, no que diz respeito às coordenadas das diferentes partes anatómicas, os valores individuais revelam uma certa homogeneidade. Verifica-se uma separação clara entre as três partes anatómicas.

## 5. Conclusão

Com base nos resultados obtidos sobre as qualidades físico-químicas e sensoriais da carne de galo e capão (das linhagens castanha e pedrês), “frango do campo” e “frango comercial”, considera-se possível extrair as seguintes conclusões:

### Análises físico-químicas

1. Relativamente às análises físicas, não se observaram diferenças entre sexos para o valor de rendimento da carcaça, pH, CRA e textura. No entanto, verificou-se que a castração aumentou o valor de índice de vermelho, tornando a carne mais escura.
2. Ainda referente às análises físicas, observou-se que para a linhagem castanha a castração diminuiu o valor de força de corte, assim como originou uma carne mais vermelha e escura.
3. No que respeita às análises químicas, não foram observadas diferenças entre sexos, quanto ao teor de cinzas, proteína, colagénio e índices de oxidação.
4. Relativamente ao teor de humidade, verificou-se que na linhagem pedrês a castração diminuiu o teor de humidade em relação ao galo, devido ao aumento do conteúdo em gordura total. Na linhagem castanha não se observaram diferenças.
5. Atendendo ao conteúdo de pigmentos hemínicos, o capão apresentou uma carne mais escura quando comparada com o galo.
6. O capão apresentou maior conteúdo de gordura intramuscular comparativamente ao galo. Verificou-se que a castração melhorou o perfil de ácidos gordos, obtendo o capão menor percentagem de ácidos gordos saturados e maior teor ácidos gordos insaturados. Não diferindo quanto ao teor de ácidos gordos polinsaturados.

7. A castração melhorou o perfil lipídico, observando-se um aumento do valor em ácido oleico (C18:1) que reduz os níveis serológicos do colesterol LDL, considerado como colesterol perigoso. Verificando ainda a redução do teor de ácidos gordos saturados. A carne de capão revelou-se uma carne mais benéfica para a saúde humana.

### **Análise Sensorial**

8. Os provadores distinguiram os diferentes grupos de animais estudados, no que respeita à sua avaliação segundo os parâmetros sensoriais que foram bastante consensuais, tal como se observou com a realização da Análise Procrustea Generalizada (APG).
9. A carne dos animais da linhagem comercial (“frango do campo” e “frango comercial”) foi melhor avaliada pela sua suculência, menor dureza e fibrosidade. Pelo contrário os animais da linhagem pedrês foram considerados mais duros e com maior intensidade de *flavour* estranho.
10. Verificou-se que castração melhorou organolepticamente a carne, tornando-a mais suculenta, menos dura e fibrosa. De salientar ainda que o capão da linhagem castanha possui melhor classificação para atributo cor.
11. Na íntegra, pode-se concluir que a castração melhorou o perfil lipídico e as características organolépticas da carne, melhorando a qualidade da carne de capão comparativamente aos galos criados nas mesmas condições.

## 6. Referências Bibliográficas

- Aguiar, A. (2006). Opinião do consumidor e qualidade da carne de frangos criados em diferentes sistemas de produção. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Brasil.
- Alberti, P., Panea, B., Ripoll, G., Sañudo, C., Olleta, J.L., Heguereuela, I., Campo, M.M., Serra, X., (2005). Medición de color. *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los ruminantes*, V. Cañequ e C. Sañudo (editores), Monografias INIA: Série Ganadera, 216-225.
- Alberti P. (2000). 4.3. Medición del color. In: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria M. d. C. y. T., editor. *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*. Madrid, España. p 157-166.
- Alves, M. R. F. A. (1994). Análise estatística multivariada no estudo dos resultados do controlo da qualidade sensorial de alimentos. Dissertação apresentada no concurso de provas públicas para a categoria de Professor Coordenador, na Área de Engenharia Alimentar – Controlo de qualidade. Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Instituto Politécnico de Viana do Castelo, pp.453.
- Baracho, M.S., Camargo, G.A., Lima, A.M.C., Mentem, J.F., Moura, D.J., Moreira, J., NAAS, I.A. (2006). Variables impacting poultry meat quality from production to preslaughter: a review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.8, nº4, p. 201-12.
- Bonaguri, S., Pérez, J.R.O., Garcia, I.F.F., (2003). Qualidade da carne de cordeiros Santos Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, nº6, p. 1981-1991, supl. 2.
- Brooks, J., Belew, J., Griffin, D., Gwartey, B., Hale, D., Henning, W., Jonhson, D., Morgan, J., Parrish, F., Reagan, J. e Savell, J. (2000). *National beef tenderness survey-1998*. *Journal Animal Science*, 78, 1852-1860.
- Brossi, C. (2007). Qualidade de carne de frango: efeito do estresse severo pré-abate, classificação pelo uso da cor e marinação. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Brasil

- Caderno de Especificações, Capão de Freamunde – Indicação Geográfica Protegida (IGP) (2011). <https://www.yumpu.com/pt/document/view/10086558/capao-de-freamunde>, acessado a 10 de Outubro de 2013.
- Castellini, C., Dal Bosco, A., Mugnai, C. e Pedrazzoli, M. (2006). Comparison of two chicken genotypes organically reared: oxidative stability and other qualitative traits of the meat. *Italian Journal Animal Science*, 5: 355-363.
- Castellini, C., Mugnai, C. e Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60: 219-225.
- Cobos, A., de la Hoz, L., Cambero, M.I., Ordóñez, J.A. (1994). Revisión: Influencia de la dieta animal en los ácidos grasos de los lípidos de la carne. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, Valencia, Vol. 34: 35-51.
- Cornforth, D. (1999) – Color – its basis and importance. Em: *Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products*. Advances in Meat Research Series. Volume 9: 34-78.
- Cortinas, L., Barroeta, A., Villaverde, C., Galobart, J., Guardiola, F., Baucells, M. D. (2005). Influence of the Dietary Polyunsaturation Level on Chicken Meat Quality: Lipid Oxidation. *Poultry Science* 84: 48–55.
- Costa, F. (2006). Caracterização do processo de *rigor mortis* e da maciez dos músculos *gastrocnemius* e *pectoralis* e efeito da radiação gama na vida comercial da carne de peru (*meleagris gallopavo*). Universidade federal fluminense centro de ciências médicas, Brasil.
- Costell, E., Durán, L. (1981). El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. I. Introducción. *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.*, 21: 1-10.
- Chen, K., Chen, T., Lin, K., Chiou, P. W. (2007). The Effects of Caponization Age on Muscle Characteristics in Male Chicken. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 20, N.º11: 1684 - 1688.
- Chen, K. L., Chi, W. T., e Chiou, P. W. S. (2005). Caponization and testosterone implantation effects on blood lipid and lipoprotein profile in male chickens. *Poult. Sci.* 84:547–552.
- Cross H. R., (1994). Características organolépticas de la carne. Parte 1. Factores sensoriales y evaluación. In: James F. Price y Bernard S. Schweigert – Editorial Acribia S. A., editor. *Ciencia de la carne y de los productos carnicos*. Zaragoza, España. p. 279-297.

- Da Paz, M.F. (2009). Características Gerais da Carne Bovina e Defeitos Relacionados ao Declínio do pH *post mortem*. Universidade Federal de pelotas, Brasil  
Diario da República – 1 Série-B Portaria n.º 743/92 de 24 de Julho.
- Díaz, O., Rodríguez, L., Torres, A. e Cobos, A. (2010). Chemical composition and physico-chemical properties of meat from capons as affected by breed and age. Spanish Journal of Agricultural Research 8: 91-99.
- Estatísticas Agrícolas (2011). Instituto nacional de estatística (INE), 2012. ISBN 0079-4139
- Fisher, C., Scott, T. R. (2000). *Flavores de los alimentos. Biología y química*. Editorial Acríbia, S. A., España.
- Fung, D. Y. C., Hajmeer, M.N., Kastner , CL., Kastner, J.J. Marsden, J.L., Penner, K.P., Phebus, R.K., Smith, J.S., Vanier, M.A. (2001). Meat safety. *Meat science and applications*, Y.H. Hui, Wai-Kit Nip, R.W. Rodgers e O. A. Young (editors), Marcel Dekker, New York, p.171-206.
- Fleming, B. K., Froning, G. W., Yang, T. S. (1991). Heme pigment levels in chicken broilers chilled in ice slush and, air. Poultry Science, 70: 2197-2200, citado por Baéza, E. e France, I.N.R.A. *In: Measuring quality parameters, In: Poultry meat Processing and quality*. Ed.Mead, G.C. Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, 2004.
- Fletcher, D. L. (2002). Poultry meat quality. World’s Poultry Science Journal. Ithaca, v. 58, n.2, p. 131-145.
- Franco, D., Rois, D., Vázquez, J. A., Purriños, L., González, R., Lorenzo, J. M. (2012a). Breed effect between Mos rooster ( Galician indigenous breed ) and Sasso T-44 line and finishing feed effect of commercial fodder or corn. Poultry Science 91: 487–498.
- Franco, D., Rois, D., Vázquez, J. A., Purriños, L., González, R., Lorenzo, J. M. (2012b). Comparison of growth performance, carcass components, and meat quality between Mos rooster (Galician indigenous breed) and Sasso T-44 line slaughtered at 10 months. Poultry Science 91: 1227–1239.
- Grandin, T. (2001). Antemortem handling and welfare. *Meat science and applications*, Y.H. Hui, Wai-Kit Nip, R.W. Rodgers e O.A. Young (editores), Marcel Dekker, New York, 221-254.
- Gray, J.L., Goma, A.E.A., Buckley, D.J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. Meat Science, 43: 111-113.

- Heyer, Anke, 2004. Performance, Carcass and Meat Quality in Pigs. Influence of rearing system, breed and feeding. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. Swedish, 135 pp.
- Honikel, K.O., (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49: 447-457.
- Hornsey, H.C., 1956. The colour of cooked cured pork estimation of the nitric-oxide haem pigments. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 7, 534–540.
- Hornstein I., Wasserman A. (1994). Características organolépticas de la carne. Parte 2. Química del aroma y sabor de la carne. In: James F. Price y Bernard S. Schweigert - Editorial Acribia S. A., editor. *Ciencia de la carne y de los productos carnicos*. Zaragoza, España. p. 299-316.
- Huallanco, M. B. A. (2004). Aplicação de um sistema de classificação de carcaças e cortes e efeito pós abate da qualidade de cortes de frango criados no sistema alternativo. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Brasil – Brasil.
- Huff-Lonergan E., Lonergan S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71:194-204.
- Huffman K. L., Miller M. F., Hoover L. C., Wu C. K., Brittin H. C., Ramsey C. B., (1996). Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. *Journal Animal Science*, 74:91-97.
- Jahan, K., Paterson, A. e Spickett, C. M. (2004). Fatty acid composition, antioxidants and lipid oxidation in chicken breasts from different production regimes. *International Journal of Food Science and Technology*, 39:443–453.
- Kranner, J. (1994). Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. *Meat Science*, 36: 169-189.
- Lin, C., Lin, L., e Hsu, J. (2011). Effect of Caponization on Muscle Composition , Shear Value , ATP Related Compounds and Taste Appraisal in Taiwan Country Chicken Cockerels. *Asian-Australasian Journal Animal Science* Vol. 24, No.7: 1026 - 1030
- Lin, C.Y. e Hsu, J.C. (2003). Influence of caponization on the carcass characteristics in Taiwan country chicken cockerels. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 16: 575–580.

- Lin, C. Y., e Hsu, J. C. (2002). Effects of surgical caponization on growth performance, fiber diameter and some physical properties of muscles in Taiwan country chicken cockerels. *Asian-Australasian Journal Animal Science*. 15: 401–405.
- Landívar, E. G., 2001. Bases psicofisiológicas del análisis sensorial: el gusto y el olfato, In: *Análisis sensorial de alimentos. Métodos e aplicaciones*. Ibáñez, C., Barcina, E. (Ed.). Springer. Barcelona, pp 14-47.
- Lawrie, R.A. (2005). *Ciência da Carne*. Porto Alegre: 6.ed. Artmed., 384p.
- Lawrie, R. A., (1998). Glicólise post mortem . *Ciência de la carne*. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, Espanha, 77-79.
- Mancini, R.A., Hunt, M.C., 2005. Current research in meat color. *Meat Science*, 71, 100-121.
- Lourenço, Maria do Céu (2009) - *Efeito da raça e do sexo na qualidade físico-química e sensorial da carne de porco*. Bragança: Escola Superior Agrária. Dissertação de Mestrado em Tecnologias Animais.
- Miguel J.A., Ciria J., Asenjo B., Calvo J.L. (2008). Effect of caponisation on growth and on carcass and meat characteristics in Castellana Negra native Spanish chickens. *Animal* 2:2, 305-311.
- Morgan, J., Miller, R., Mendez, F., Hale, D., Savell, J. (1991) – *Using calcium chloride injection to improve tenderness of beef from mature cows*. *Journal of Animal Science*, 69, 4469-4476.
- Narasubhai, A.V., Kallapur, V. L. (1977). Correlation between cytochrome c and myoglobin contents of the different leg muscles and Musculus pectoralis with reference to sex of the domestic fowl. *Current Science*, 46: 269-270, citado por Baéza, E. e France, I.N.R.A. In: *Measuring quality parameters, In: Poultry meat Processing and quality*. Ed.Mead, G.C. Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, 2004.
- Noronha, J.F, 2003. *Apontamentos de Análise Sensorial. Análise Sensorial - Metodologia*. Escola Superior Agrária de Coimbra. Coimbra.
- Northcutt, J. K., Buhr, R. J., Young, L. L., Lyon, C. E., Ware G. O. (2001). Influence of Age and Postchill Carcass Aging Duration on Chicken Breast Fillet Quality. *Poultry Science* 80: 808–812.
- Novelo, D. Avaliação bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia branca (2005).

- Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Mercia, Leonard S., 1993. *Criação de aves de capoeira*. Ed. Europa-America. 223p
- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P.E., Hugo, A., Raats, J.G. (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chemistry* 112: 279–289
- Murray, J. M., Delahunty, C. M., Baxter, I. A. (2001). Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food Research International*, 34: 461-471.
- NP 3356 (2009). Productos da pesca e da aquicultura. Determinação do índice de ácido tiobarbitúrico (TBA). Método espectrofotométrico.
- NP 1987 (2002). Carnes e productos cárneos. Determinação do teor de hidroxiprolina. Método de referência.
- NP 1615 (2002). Carne e productos cárneos. Determinação da cinza total. Método de referência.
- NP 1614 (2002). Carne e productos cárneos. Determinação do teor de humidade. Método de referência.
- NP 1612 (2002). Carnes e productos cárneos. Determinação do teor de azoto total. Método de referência.
- NP-ISO-8586-1, 2001. Norma Portuguesa ISO 8586-1. Análise sensorial. Guia geral para a selecção, treino e controlo dos provadores.- Parte 1: Provadores qualificados.
- NP-ISO-8589, 2007. Norma Portuguesa ISO 8589. Análise sensorial. Directivas gerais para a concepção dos locais apropriados para análise.
- NP ISO 11035 (1994) (E). Sensory analysis - Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach.
- Ordóñez, J. A., Rodriguez, M. I. C., Álvarez, L. F., Sanz, M. L. G., Minguillón, G. D. G. F., Perales, L., Cortecero, M. D. S. (2005). *Alimentos de Origen Animal*. Porto Alegre, Artmed. V.2: 279.
- Ostermann, A., Waschipky, R., Parak, F.G., Nienhaus, G.U., (2000). Ligand binding and conformational motions in myoglobin. *Nature*, 404: 205-208.
- Ouali, A., Mendez, C.H., Coulis, G., Becila, S., Boudjellal, A., Aubry, L. & Sentandreu, M. (2006) – *Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms*. *Meat Science* 74: 44-58.

- Paulos, Kátia Vanessa Ferreira (2012) - Qualidade sensorial de salsichas frescas de carne de ovinos e caprinos. Bragança: Escola Superior Agrária. Dissertação de Mestrado em Tecnologias da Ciência Animal.
- Pearson A. M., (1994). La función muscular y los cambios postmortem. In: Schweigert J. F. P. B. S., editor. *Ciencia de la carne y de los productos carnicos*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A. p 139-173.
- Qiao, M., Fletcher, D.L., Northcutt, J.K., Smith, D.P. (2002). The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poultry Science*, 81:422-427.
- Qiao, M., Fletcher, D. L., Smith D. P., e Northcutt, J. K. (2001). The Effect of Broiler Breast Meat Color on pH, Moisture, Water-Holding Capacity, and Emulsification Capacity. *Poultry Science* 80:676–680.
- Rodrigues, Sandra (2007) - Estudo e caracterização da qualidade da carcaça e da carne de cabritos Serranos (Denominação de Origem Protegida). Vila Real: UTAD. Tese de Doutoramento em Zootecnia.
- Rodrigues, S. e Teixeira, A. (2009). Effect of sex and carcass weight on sensory quality of goat meat of Cabrito Transmontano. *Journal of Animal Science*, 87:711-715
- Rodrigues, S., Pereira, E., Silva, S., Santos, V., Azevedo, J. e Teixeira, A., (2009). Avaliação da qualidade sensorial de carne de Borrego Terrincho. Efeito do sexo e do peso da carcaça. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Rule, D.C., Broughton, K.S., Shellito, S.M., Maiorano, G. (2002). Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk, and chicken. *Journal Animal Science*, 80: 1202-1211.
- Rule, D.C., Busboom, J.R., Kercher, C.J. (1995). Effect of dietary canola on fatty acid composition of bovine adipose tissue, muscle, kidney, and liver. *Journal of Animal Science*, 72: 27-35.
- Salinas, Maribel Acevedo, 2004. Evaluación de los atributos principales de calidad de la carne de res de origen local e importada, según se ofrece al al consumidor. Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de Maestro en Ciencias en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez. Puerto Rico.
- Sañudo, C., Alfonso, M., Sánchez, A., Delfa, R., Teixeira, A. (2000). Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. *Meat Science*, 56: 89-94.

- Sañudo, C., Sanchez, A. e Alfonso, M. (1998) – Small Ruminant Production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science*, No. Suppl. 1, S29-S64.
- Sañudo, C. (1997). Analisis sensorial de la carne de vacuno. In: *II Jornadas de Análisis Sensorial*. 1997, Villaviciosa.
- Serrano, P.P. (2002). Desempenho, parâmetros sanguíneos, perfil graxo e conteúdo de colesterol na carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes de ácidos graxos. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 64 p.
- Silva, S. R., Cadavez V. P., Azevedo, J. M. T. (2007). Carcaça e Carne de Borrego e Cabrito. Avaliação da Qualidade e da Composição. Serviços Gráficos – UTAD.
- Sirri F., Bianchi M., Petracchi M., Meluzzi A. (2009). Influence of partial and complete caponization on chicken meat quality. *Poultry Science* 88: 1466-1473.
- <sup>10</sup>Sisson e Grossman's. *Anatomia dos animais domésticos*. Edição 5, volume 2. Rio de Janeiro. Ed. Interamerica, 1981.
- Sobrinho, A.G.S., Peuchas, R.W., Kadim, I T., Sandra, Yamamoto, S. M., 2005. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34: 1070-1078.
- Sinanoglou, V.J., Mantis, F., Miniadis-Meimaroglou, S., Symeon, G.K., Bizelis, I.A. (2011). Effects of caponisation on lipid and fatty acid composition of intramuscular and abdominal fat of medium-growth broilers, *British Poultry Science*, 52: 310-317
- Souza, XR., Faria PB., Bressan MC. (2011). Proximate Composition and Meat Quality of Broilers Reared under Different Production Systems. *Brazilian Journal of Poultry Science* 13: 15-20
- Smulders, F.J.M., Laack, R.L.J.M.; Eikelenboom, G., (1991). Muscle and meat quality; biological basis, processing, preparation. In: *The European Meat Industry in the 1990'*. Edited by F. J. Msmulders, pp. 121-164.
- Stone, H. (1999). Sensory evaluation: Science en Mythology. *Food Tecnology*, 53:124.
- Stone, H., Sidel, J. L. (1985). *Sensory evaluation pratices*. Academia Press. New Cork.
- Symeon G.K., Mantis F., Bizelis I., Kominakis A., Rogdakis E. (2010). Effects of caponization on growth performance, carcass composition, and meat quality of medium growth broilers. *Poultry Science* 89: 1481-1489.

- Symeon G.K., Mantis F., Bizelis I., Kominakis A., Rogdakis E. (2012). Effects of caponization on growth performance, carcass composition, and meat quality of males of a layer line. *Animal* 6:12, 2023–2030.
- Teixeira, A., Rodrigues, S., Pereira, E. e Fernandes, A. (2009). Características físicas e químicas de las principales carnes comercializadas en el NE de Portugal.
- Teixeira, A., Batista, S., Delfa, R., Cadavez, V. (2005). Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. *Meat Science*, 71: 530-536.
- Tor, M., Estany, J., Francesch, A., e Cubiló, M. D. (2005). Comparison of fatty acid profiles of edible meat, adipose tissues and muscles between cocks and capons. *Anim. Res.* 54:413–424.
- Valsta, L.M., Tapanainen, H., Männistö, S. (2005). Meat fats in nutrition. *Meat Science*, 70: 525–530.
- Veiga A, Lopes A, Carrilho E, Silva L, Dias M, Seabra M, Borges M, Fernandes P, Nunes (2009). Perfil de risco dos principais alimentos consumidos em Portugal. Autoridade de Segurança Alimentar Económica. Direcção de Avaliação e Comunicação dos Riscos.
- Volk, M., Malenšek, J., Prevolnik, M., Škrlep, B., Čandek-Potokar, M., Bavec, M. (2011). Differences in Carcass and Meat Quality between Organically Reared Cocks and Capons. *Agriculturae Conspectus Scientifi*, 76: 153-155.
- Wattanachant, S., Benjakul, S., Ledward, D. A. (2004). Composition , Color , and Texture of Thai Indigenous and Broiler Chicken Muscles, *Poultry Science* 83: 123–128
- Webb, E.C., O'Neill, H.A. (2008). The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science* 80: 28–36
- Webb E. C., Casey N. H., Simela L., (2005). Goat meat quality. *Small Ruminant Research*, 60(1-2): 153-166.
- Wiegand, M. (2007). Qualidade da carne em cordeiros Texel nascidos em duas épocas e relação entre avaliação *in vivo* e na carcaça. Universidade Federal de Pelotas, Brasil
- Xiong, Y., Ho, C-T. & Shahidi, F. (1999) – Quality characteristics of muscle foods: An overview. EM: Quality attributes of muscle foods. Y. Xiong, C.-T. Ho, F. Shahidi. (Eds.). 1-10. Kluwer Academic. New York.

Zeola, N.M.B., Sobrinho, A.G.S., Neto, S.G., Silva, A.M.A. (2002). Influência de diferentes níveis de concentrado sobre a qualidade da carne de cordeiros Morada Nova. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v.97, n.544, p.175-180.

## Anexos

## Anexo I - Alimentação das aves durante as três primeiras semanas após a compra.



Lote: 2120008465

## CRECIMIENTO POLLOS ORO HAR

PIENSO COMPLETO PARA POLLOS DE ENGORDE

### COMPONENTES ANALÍTICOS

PROTEINA BRUTA.....	19.00%	ACEITES Y GRASAS BRUTOS.....	5.00%
FIBRA BRUTA.....	3.50%	CALCIO.....	1.20%
FOSFORO.....	0.53%	CENIZA BRUTA.....	6.60%
METIONINA.....	0.37%	LISINA.....	0.99%
SODIO.....	0.20%		

### COMPOSICIÓN

MAIZ MODIFICADO GENETICAMENTE, HARINA DE EXTRACCION DE SOJA TOSTADA Y DECORTICADA, PRODUCIDA A PARTIR DE HABAS DE SOJA MODIFICADAS GENETICAMENTE, TRIGO, LIAS Y SOLUBLES DE DESTILERIA DE MAIZ, PRODUCIDO A PARTIR DE MAIZ MODIFICADO GENETICAMENTE, CARBONATO DE CALCIO, ACEITE DE SOJA, PRODUCIDO A PARTIR DE HABAS DE SOJA MODIFICADAS GENETICAMENTE, FOSFATO MONOCALCICO, CLORURO DE SODIO

### ADITIVOS

Vitaminas, provitaminas y sustancias químicamente definidas de efecto análogo	
VITAMINA A (E-672)	12500 U.I./KG
VITAMINA D3 (E-671)	3000 U.I./KG
VITAMINA E acetato de todo-rac-alfa tocoferilo (3a700)	30 U.I./KG
Oligoelementos o compuestos de Oligoelementos	
COBRE (SULFATO CUPRICO, PENTAHIDRATADO) (E-4)	8 P.P.M
MANGANESO (OXIDO MANGANOSO) (E-5)	100 P.P.M
ZINC (OXIDO DE ZINC) (E-6)	80 P.P.M
HIERRO (SULFATO FERROSO, MONOHIDRATADO) (E-1)	90 P.P.M
YODO (YODATO DE CALCIO ANHIDRO) (E-2)	0.99 P.P.M
COBALTO (CARBONATO BASICO COBALTOSO MONOHIDRATADO) (E-3)	0.06 P.P.M
SELENIO (SELENITO SODICO) (E-8)	0.30 P.P.M
HIERRO (OXIDO FERRICO) (E-1)	425 P.P.M
Coccidiostáticos e histomonostáticos	
MONENSINA DE SODIO (COXIDIN) (5 1 701)	100 P.P.M
Aminoácidos, sus sales y análogos	
ANALOGO HIDROXILADO DE LA METIONINA (CONTENIDO ACIDOS 85 %; ACIDO MONOMERO 65%)	0.08 %
Digestivos	
3-FITASA E.C. 3.1.3.8. (4a1600)	500 FTU/KG
ENDO-1,3 (4) - BETA-GLUCANASA, EC: 3.2.1.6. (E-30)	200 U./KG
ENDO-1,4-BETA-XILANASA, EC: 3.2.1.8. (E-30)	150 U./KG
Antioxidantes	
ETOXIQUINA (E324)	72 P.P.M
BUTILHIDROXITOLUENO (BHT)(E-321)	12 P.P.M
BUTILHIDROXIANISOL (BHA) (E-320)	60 P.P.M
Colorantes	
CANTAXANTINA (E-161g)	0.25 P.P.M
LUTEINA (E-161b)	8 P.P.M

## Anexo II - Alimentação das aves após as três semanas.

**Alimento Completo para Animais  
A 115 E GR  
SUPER FRANGO**  
A partir das 4 semanas

**Constituintes Analíticos e Teores (%)**

Proteína Bruta	15,0 %	Fósforo	0,7 %
Fibra Bruta	3,2 %	Sódio	0,1 %
Matéria Gorda Bruta	3,2 %	Metionina	0,2 %
Cinza Bruta	7,0 %	Lisina	0,7 %
Cálcio	1,5 %		

**Aditivos**

<b>AMINOÁCIDOS</b>		<b>E1 Fe (Carbon ferro)</b>	81 mg/Kg
L-Lisina	48 mg/Kg	<b>E71 (Yodur de pota)</b>	2 mg/Kg
<b>VITAMINAS</b>		<b>E2 Co (Carb cobalt)</b>	0,5 mg/Kg
E672 Vitamina A	15.000 UI/Kg	<b>E8 Se (Selen de sod)</b>	0,2 mg/Kg
E671 Vitamina D3	3.000 UI/Kg	<b>ANTIOXIDANTES</b>	
Vitamina E (alfato)	40 mg/Kg	antioxidante	2 mg/Kg
<b>Biotina</b>	0,2 mg/Kg	<b>(BHA+Etoxi)</b>	
<b>COMPOSTOS DE</b>		<b>MELHORADORES DE</b>	
<b>DIGESTIBILIDADE</b>		<b>DIGESTIBILIDADE</b>	
E5 Mn (Oxido mangani)	75 mg/Kg	6-fitase EC 3.1.2)	500 FYT/Kg
E6 Zn (Oxido de Zn)	75 mg/Kg	<b>COCCIDIOSTÁTICOS</b>	
<b>E4 Cu (Sul. Cupr. pen)</b>	11 mg/Kg	<b>E77</b>	101 mg/Kg
		Narasin+Nicarbazina	

**Composição**

Milho, Bagaço de soja extractado, Trigo, Sêma Grosseira de Trigo, Sêma grosseira de arroz, Carbonato de Cálcio, Fosfato dicálcico, Vitaminas e Minerais, Adsorvente de Micotoxinas, Bicarbonato de sódio, Cloreto de sódio, Conservantes e aromas, Antibacteriano, Lisina. Contém milho geneticamente modificado. Contém bagaço de soja torrada obtida por extracção a partir de soja geneticamente modificada.

**Modo de Emprego**

Administrar o alimento "ad libitum", sempre com água de boa qualidade e disposição do animal. Aterção. Proibida a sua administração nos últimos 5 dias antes do abate. Contém um ionóforo cuja administração em simultâneo com determinados medicamentos (por exemplo Tiamulina) pode ser contra indicada. Alimento perigoso para equinos.

Peso Líquido Número de Lote Consumir de preferência antes de ver embalagem/etiqueta

Produzido e embalagem por: Alfa PT3AA117/N, OVARGADO, LUGAR DA PARIALA 3990-728-S, JOAQUIM ARI TEL: (361) 266 880 691

**Anexo III** – Constituição muscular da asa do presente estudo.

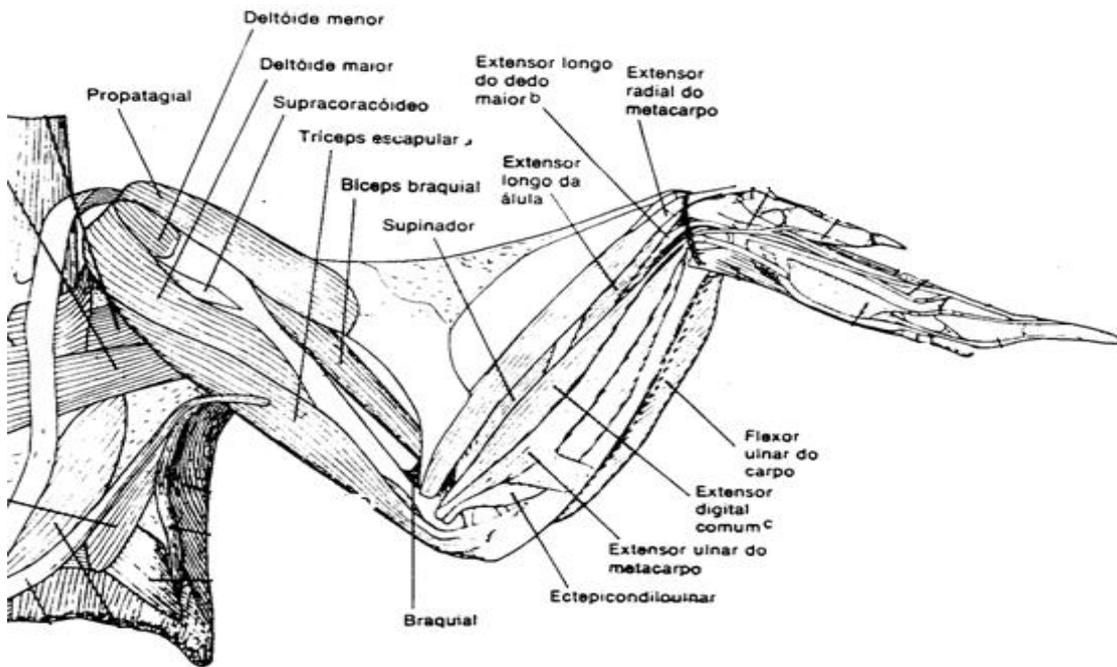


Figura 35 – Músculos superficiais da asa<sup>10</sup>

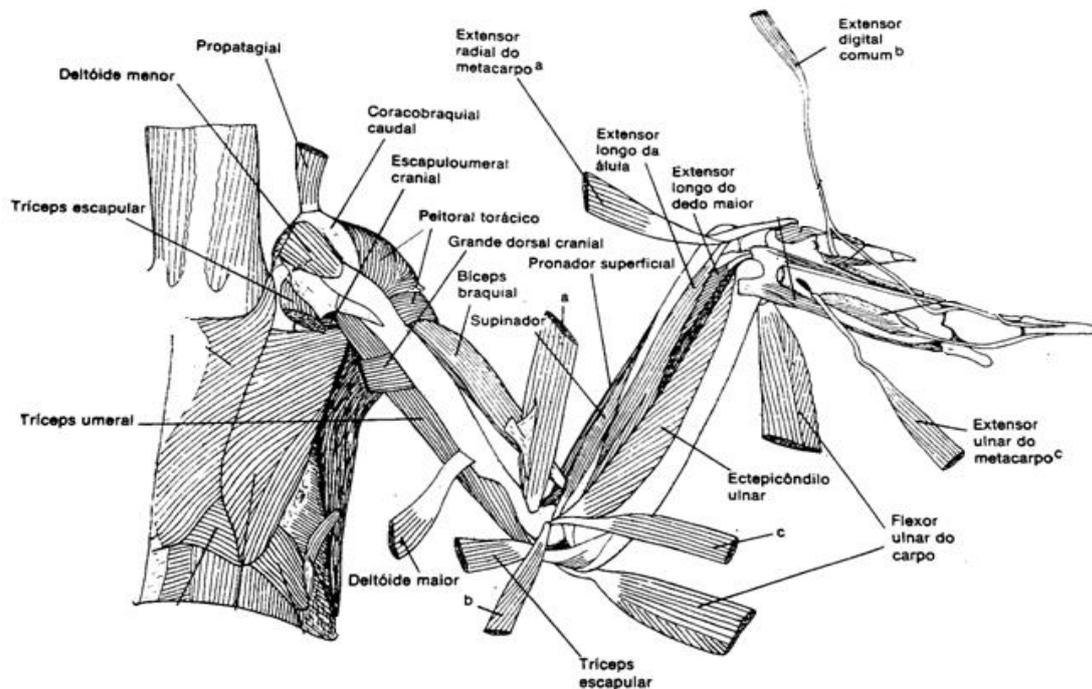
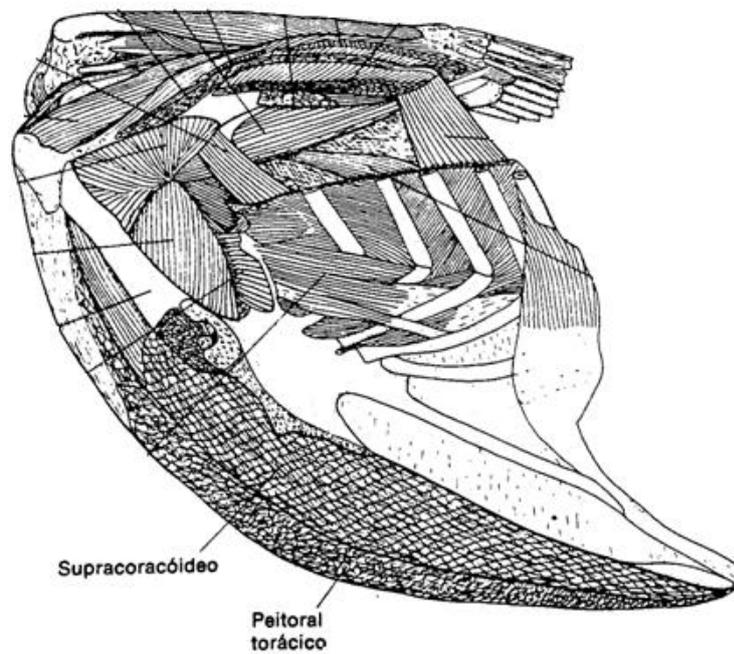


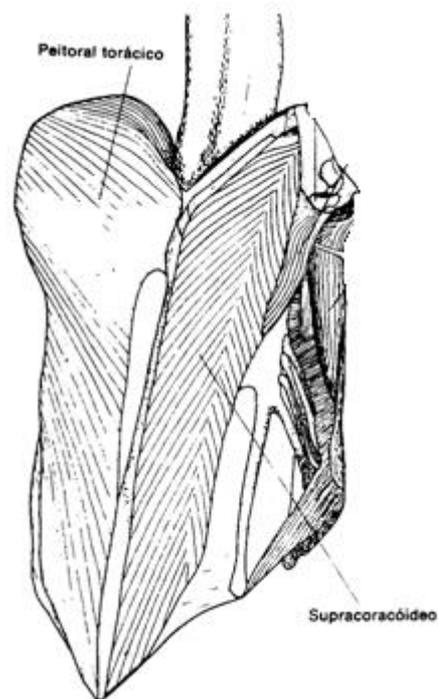
Figura 36 – Músculos mais profundos da asa<sup>10</sup>

<sup>10</sup> - Referências Bibliográficas

**Anexo IV** – Constituição muscular do peito no presente estudo.



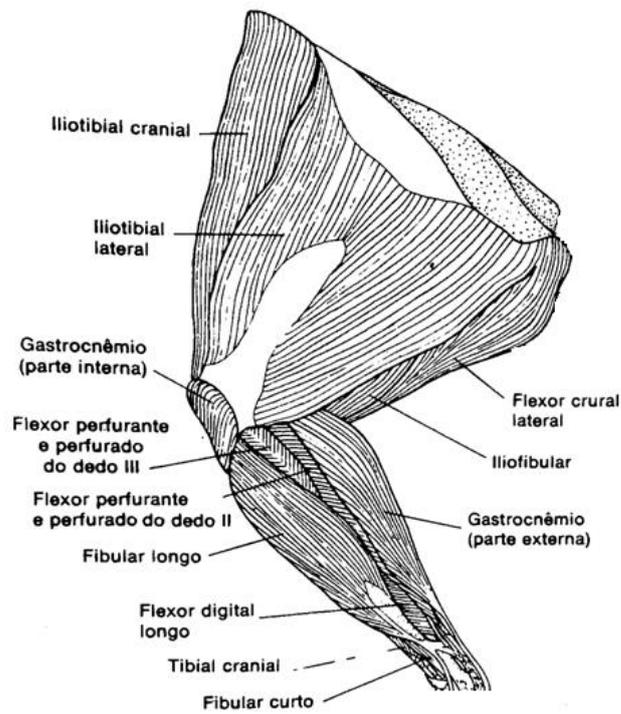
**Figura 37** – Músculos que representam o peito<sup>10</sup>



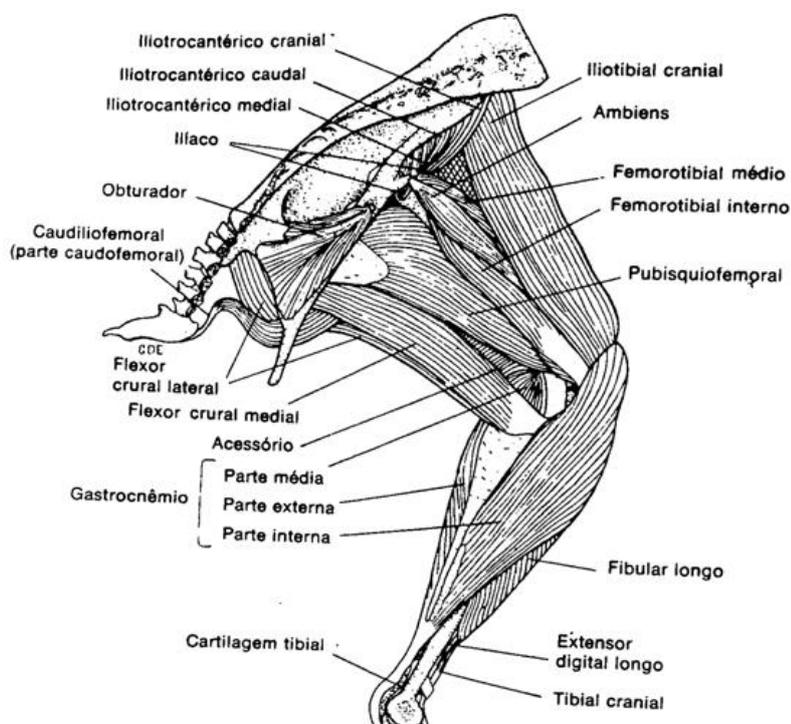
**Figura 38** – Músculos que caracterizam o peito<sup>10</sup>

<sup>10</sup> - Referências Bibliográficas

**Anexo V** – Constituição muscular da perna (sobrecoxa e coxa) no presente estudo.



**Figura 39** – Músculos superficiais da perna<sup>10</sup>



**Figura 40** – Músculos mais profundo da perna<sup>10</sup>

<sup>10</sup> - Referências Bibliográficas

**Anexo VI** - Ficha utilizada para o treino do painel de provadores.



**TESTE DE VOCABULÁRIO DA PERCEÇÃO SENSORIAL**

Nome:..... Data:.....

Hora:.....

Descreva as sensações que este produto lhe sugere. Use adjetivos relativos aos cinco sentidos.  
No final tente identificar o produto.

CÓDIGO do PRODUTO:

**Anexo VII** - Ficha usada no treino com escala



**PROVAS DE TREINO**

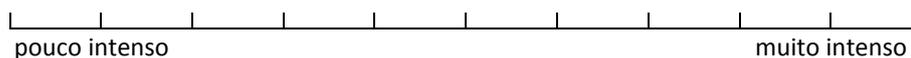
Nome:.....Data:.....

Hora:.....

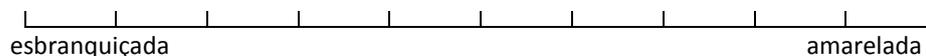
Amostras: 

--	--	--

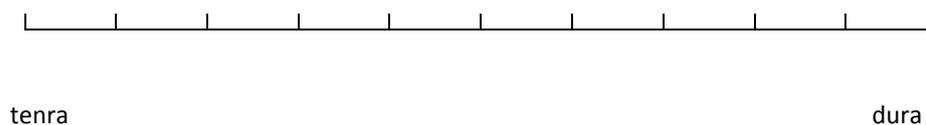
Intensidade de odor:



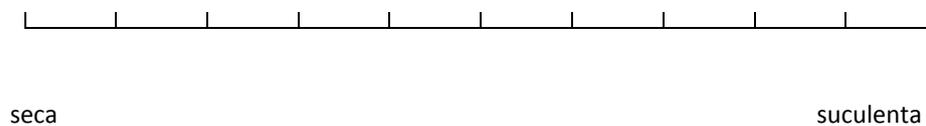
Cor:



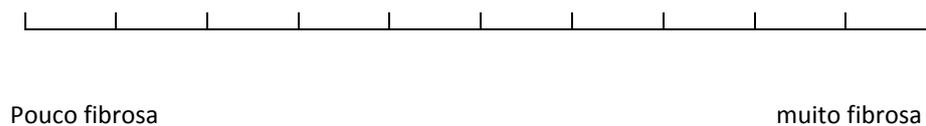
Dureza:



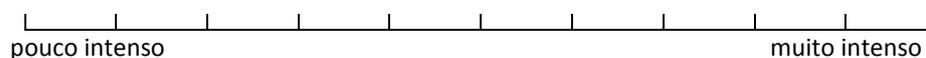
Suculência:



Fibrosidade:



Intensidade de *flavour*:



**Anexo VIII** - Ficha usada na avaliação das amostras de frango pelos provadores.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Identificação da amostra: \_\_\_\_\_

Instruções:

- Deverá beber água no início do teste e entre a prova das amostras.
- Coloque a amostra na boca e avalie quanto aos atributos mencionados.
- Aplique aproximadamente 30 mastigações.

**Intensidade de odor:**

\_\_\_\_\_

pouco intenso muito intenso

**Intensidade de odor estranho:**

\_\_\_\_\_

pouco intenso muito intenso

**Cor:**

\_\_\_\_\_

esbranquiçada amarelada

**Dureza:**

\_\_\_\_\_

tenra dura

**Suculência:**

\_\_\_\_\_

seca suculenta

**Fibrosidade:**

\_\_\_\_\_

pouco fibrosa muito fibrosa

**Intensidade sabor:**

\_\_\_\_\_

salgada doce

**Intensidade de sabor estranho:**

\_\_\_\_\_

pouco intenso muito intenso

**Intensidade de *flavour*:**

\_\_\_\_\_

pouco intenso muito intenso

**Intensidade de *flavour* estranho:**

\_\_\_\_\_

pouco intenso muito intenso

**Anexo IX** - Na tabela 30, apresentam-se os valores de todos os ácidos gordos saturados identificados no presente estudo, para ambos os sexos, linhagens e peças da carcaça.

**Tabela 30** - Média ( $\pm$  erro padrão) do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça no perfil total em ácidos gordos saturados. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.

		N	C4	C6	C8	C10	C12	C14	C16	C18	C22	C24
Sexo	Capão	78	3,22 $\pm$ 2,11	0,02 $\pm$ 0,16	10,54 $\pm$ 4,97	0,03 $\pm$ 0,18	1,91 $\pm$ 1,49	13,85 $\pm$ 10,54	56,76 $\pm$ 9,34	13,61 $\pm$ 3,99	0,07 $\pm$ 0,59	0,00 $\pm$ 0,00
	Galo	72	3,91 $\pm$ 2,38	0,06 $\pm$ 0,39	12,55 $\pm$ 5,72	0,12 $\pm$ 0,48	1,84 $\pm$ 1,80	12,36 $\pm$ 7,90	53,96 $\pm$ 9,28	15,13 $\pm$ 3,29	0,05 $\pm$ 0,43	0,02 $\pm$ 0,20
Linhagem	Castanha	72	4,38 $\pm$ 2,25	0,04 $\pm$ 0,37	11,79 $\pm$ 5,96	0,00 $\pm$ 0,00	1,72 $\pm$ 1,72	13,81 $\pm$ 11,39	55,51 $\pm$ 8,24	12,74 $\pm$ 4,49	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
	Pedrês	78	2,79 $\pm$ 2,00	0,03 $\pm$ 0,19	11,24 $\pm$ 4,89	0,14 $\pm$ 0,49	2,02 $\pm$ 1,56	12,52 $\pm$ 7,03	55,33 $\pm$ 10,39	15,81 $\pm$ 1,95	0,11 $\pm$ 0,72	0,02 $\pm$ 0,20
Peça da carcaça	Asa	50	2,94 $\pm$ 1,33 <sup>b</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	9,31 $\pm$ 2,22 <sup>b</sup>	0,03 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	2,46 $\pm$ 1,58 <sup>a</sup>	13,61 $\pm$ 7,88 <sup>a</sup>	56,89 $\pm$ 6,88 <sup>b</sup>	14,62 $\pm$ 2,57 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,74 <sup>a</sup>	0,03 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>
	Peito	50	5,41 $\pm$ 2,69 <sup>a</sup>	0,11 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	17,97 $\pm$ 3,82 <sup>a</sup>	0,13 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>	0,66 $\pm$ 1,32 <sup>b</sup>	14,79 $\pm$ 13,01 <sup>a</sup>	47,97 $\pm$ 9,78 <sup>c</sup>	12,88 $\pm$ 5,16 <sup>b</sup>	0,07 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
	Perna	50	2,30 $\pm$ 1,00 <sup>b</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	7,23 $\pm$ 1,89 <sup>c</sup>	0,06 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>	2,50 $\pm$ 1,31 <sup>a</sup>	11,01 $\pm$ 5,28 <sup>a</sup>	61,39 $\pm$ 5,47 <sup>a</sup>	15,51 $\pm$ 2,35 <sup>a</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
Sig. (P)	Sexo		***	NS	***	NS	NS	NS	*	*	NS	NS
	Linhagem		***	NS	NS	*	NS	NS	NS	***	NS	NS
	Peça da carcaça		***	*	***	NS	***	NS	***	***	NS	NS
	Sexo * Linhagem		*	NS	NS	NS	***	NS	NS	***	NS	NS
	Sexo * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Linhagem * Peça da carcaça		***	NS	NS	NS	NS	***	***	*	NS	NS
	Sexo * Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; NS – não significativo

**Anexo X** - Na tabela 31, são apresentados os valores de todos os ácidos gordos insaturados encontrados no presente estudo, para ambos os sexos, linhagens e peças da carcaça.

**Tabela 31** - Média ( $\pm$  erro padrão) do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça no perfil total em ácidos gordos monoinsaturados. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.

		N	C16:1	C18:1	C22:1
Sexo	Capão	78	14,55 $\pm$ 6,18	85,45 $\pm$ 6,18	0,00 $\pm$ 0,00
	Galo	72	14,71 $\pm$ 5,35	85,19 $\pm$ 5,36	0,10 $\pm$ 0,89
Linhagem	Castanha	72	13,44 $\pm$ 7,61	86,56 $\pm$ 7,61	0,00 $\pm$ 0,00
	Pedrês	78	15,72 $\pm$ 2,94	84,19 $\pm$ 2,92	0,10 $\pm$ 0,85
Peça da carcaça	Asa	50	16,65 $\pm$ 2,07 <sup>a</sup>	83,35 $\pm$ 2,07 <sup>b</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
	Peito	50	10,41 $\pm$ 8,13 <sup>b</sup>	89,44 $\pm$ 8,22 <sup>a</sup>	0,15 $\pm$ 1,07 <sup>a</sup>
	Perna	50	16,82 $\pm$ 1,97 <sup>a</sup>	83,18 $\pm$ 1,97 <sup>b</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
Sig. (P)	Sexo		NS	NS	NS
	Linhagem		**	***	NS
	Peça da carcaça		***	***	NS
	Sexo * Linhagem		NS	NS	NS
	Sexo * Peça da carcaça		NS	NS	NS
	Linhagem * Peça da carcaça		***	***	NS
	Sexo * Linhagem * Peça da carcaça		NS	NS	NS

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

\*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; NS – não significativo

**Anexo XI** - Na tabela 32, estão apresentados os valores de todos os ácidos gordos polinsaturados identificados no presente estudo, para ambos os sexos, linhagens e peças da carcaça.

**Tabela 32** – Média ( $\pm$  erro padrão) do efeito do sexo, linhagem e peça da carcaça no perfil total em ácidos gordos polinsaturados. Resultados expressos em percentagem de matéria seca.

		N	C18:2	C18:3	C20:4	C20:5	C22:5
<b>Sexo</b>	<b>Capão</b>	<b>78</b>	96,44 $\pm$ 6,16	0,00 $\pm$ 0,00	3,27 $\pm$ 5,77	0,18 $\pm$ 1,59	0,11 $\pm$ 0,99
	<b>Galo</b>	<b>72</b>	90,82 $\pm$ 17,80	0,11 $\pm$ 0,70	6,29 $\pm$ 8,80	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
<b>Linhagem</b>	<b>Castanha</b>	<b>72</b>	94,11 $\pm$ 16,81	0,00 $\pm$ 0,00	3,11 $\pm$ 5,13	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
	<b>Pedrês</b>	<b>78</b>	93,40 $\pm$ 9,19	0,10 $\pm$ 0,67	6,21 $\pm$ 8,95	0,18 $\pm$ 1,59	0,11 $\pm$ 0,99
<b>Peça da carcaça</b>	<b>Asa</b>	<b>50</b>	96,93 $\pm$ 5,45 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,83 <sup>a</sup>	2,90 $\pm$ 5,14 <sup>a</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
	<b>Peito</b>	<b>50</b>	89,77 $\pm$ 21,27 <sup>b</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	5,77 $\pm$ 10,31 <sup>a</sup>	0,28 $\pm$ 1,98 <sup>a</sup>	0,18 $\pm$ 1,24 <sup>a</sup>
	<b>Perna</b>	<b>50</b>	94,52 $\pm$ 5,81 <sup>ab</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	5,48 $\pm$ 5,81 <sup>a</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
<b>Sexo</b>			**	NS	*	NS	NS
<b>Linhagem</b>			NS	NS	*	NS	NS
<b>Peça da carcaça</b>			**	NS	NS	NS	NS
<b>Sig. (P)</b>	<b>Sexo * Linhagem</b>		NS	NS	*	NS	NS
	<b>Sexo * Peça da carcaça</b>		NS	NS	NS	NS	NS
	<b>Linhagem * Peça da carcaça</b>		NS	NS	NS	NS	NS
	<b>Sexo * Linhagem * Peça da carcaça</b>		*	NS	NS	NS	NS

a, b, c – Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; NS – não significativo