

# **Efeito do sistema de produção e do sexo na qualidade da carne de peru**

**Ana Filipa Veiga Lopes**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Zootécnica – Produção Animal**

Orientador: Doutor Mário Alexandre Gonçalves Quaresma

Co-Orientador: Doutor José Pedro da Costa Cardoso de Lemos

## **Júri**

Presidente: Doutora Luísa Almeida Lima Falcão e Cunha, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutor José Pedro da Costa Cardoso de Lemos, Professor Associado da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa.

Doutor Mário Alexandre Gonçalves Quaresma, Professor Auxiliar da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa.

Doutora Teresa de Jesus Silva Matos, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Doutora Maria Madalena dos Santos Lordelo, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Lisboa, 2009

## Agradecimentos

Ao meu orientador, professor Mário Quaresma, e meu co-orientador, professor José Pedro Lemos, quero expressar o meu profundo agradecimento pela oportunidade, apoio e disponibilidade assim como por todas as sugestões e conselhos transmitidos.

A todo pessoal da secção de Bioquímica da Faculdade de Medicina Veterinária o meu obrigado por toda a disponibilidade, com um especial obrigado à Susana Martins, minha “salvadora” do laboratório, e à sempre disponível, D<sup>a</sup> Ana.

Um especial obrigado à Ana Cristina Monteiro da Faculdade de Medicina Veterinária.

Um grande obrigado ao Eng.<sup>o</sup> Alfredo Cunhal Sandim da Herdade Freixo do Meio e à Eng.<sup>a</sup> Olga Sirilo da Empresa de Transformação Kilom, que forneceram as amostras para realização deste trabalho.

A todos os amigos que me acompanharam, mais uma vez, numa importante etapa da minha vida e que com o seu companheirismo e dedicação ajudaram a ultrapassar todas as barreiras, um enorme obrigado.

Um especial obrigado à minha querida Sendi, amiga de longa data que com a sua bondade e paciência me apoiou e ajudou nesta meta final.

Ao meu *bab*, um obrigado do tamanho do mundo por todo apoio, dedicação, paciência e carinho demonstrados nos bons e maus momentos... “Obrigado por teres estado sempre lá para mim!”

À minha família, em especial ao meu pai e ao meu irmão, um grande obrigado por todo o apoio e carinho.

O maior agradecimento de todos vai para minha querida mãe, que esteve sempre disponível para mim, uma mãe dedicada e interessada no meu percurso e na minha vida, e que fez de mim a pessoa que sou hoje. A ela e só a ela dedico este trabalho.

## Resumo

A qualidade da carne é fundamental na escolha dos consumidores, que se encontram mais conscientes da relação entre a alimentação e a saúde.

O presente trabalho teve como objectivo o estudo do efeito do sistema de produção e do sexo sobre a qualidade do peito de peru. A avaliação da qualidade desta carne incidiu na caracterização do valor nutricional da gordura intramuscular, pela quantificação dos teores de lípidos totais e colesterol, vitamina E e caracterização do perfil de ácidos gordos presente no peito de peru, e na análise dos parâmetros sensoriais, tenrura e cor da carne.

Foram recolhidas 29 amostras de peito de peru, de ambos os sexos, 13 dos peitos provinham de animais criados biologicamente e os restantes 16 peitos correspondiam a animais de origem intensiva. Os resultados obtidos revelaram que, o rácio polinsaturados/saturados, o perfil geral de ácidos gordos e os somatórios de ácidos gordos saturados, monoinsaturados e polinsaturados apresentaram-se semelhantes para todas as amostras analisadas. Os restantes parâmetros avaliados manifestaram influência do sexo, ou do sistema de produção ou do efeito combinado entre os dois. Concluindo-se que, as práticas de manejo de cada sistema de produção e a predisposição genética originaram diferenças significativas em alguns parâmetros avaliados.

Palavras-chave: peito de peru; sistema de produção; sexo; valor nutricional; cor; tenrura.

## **Abstract**

Meat quality is essential for the choice of the consumers, who are more conscientious of the relation between food and health.

The main objective of this study was to evaluate how the production system and the sex have an effect on the quality of turkey breast meat. The quality of this meat was measured through nutritional value evaluation of the turkey breast meat intramuscular fat, who involved the quantification of total lipids, cholesterol, vitamin E, and the characterization of the fatty acids profile, and through the analysis of sensorial parameters, tenderness and color of the meat.

A total of 29 samples of turkey breast meat were collected, of both sexes, 13 samples being from animals of organic production and the other 16 samples were from animals of intensive production. The results revealed that, the polyunsaturated/saturated ratio, general fatty acids profile and the sums of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, showed similars values for all samples analysed. The others parameters evaluated have been influenced by sex or by production system or by the combined effect between the two. Concluding that, husbandry practices of each production system and the genetic predisposition promoted significant differences in some of the evaluated parameters.

Key-words: turkey breast meat; production system; sex; nutritional value; color; tenderness.

## Extended Abstract

The concept of quality of the meat is large, variable and essential to decide the purchase. Factors as tenderness and color of the meat are the most important to influence the choice of the consumers. As the awareness of these consumers is increasing, it is important to evaluate these parameters of the meat, which is a basic product in human diet. The production systems also are important, being the organic production growing in the food market.

The main objective of this study was to evaluate how the production system and the sex have an effect on the quality of turkey breast meat. The evaluation of the quality included the analysis of the sensorial parameters, tenderness and color, and the nutritional value evaluation of the turkey breast meat intramuscular fat.

A total of 29 samples of turkey breast meat, of both sexes, were collected, 13 samples being from animals of organic production, fed with organic ration and pasture, and slaughtered at 6 months old. The other 16 samples were from animals of intensive production, fed with a special ration according to the animal sex. These animals were slaughtered in different ages: females between 14-16 weeks old and males between 18-20 weeks old. The nutritional evaluation involved the quantification of total lipids and cholesterol contents, vitamin E derivatives, and the characterization of the fatty acids profile present in turkey breast meat. The sensorial analysis implicated the pH, shear force and the color parameters, measures. The results were compared and the combined effects of the production system and sex were evaluated.

The total lipids content of the turkey breast meat was variable with the production system, revealing that turkey breast meat from organic production had a total lipids content higher than turkey breast meat from intensive production. However, in both production systems and sexes, the total lipids content of the turkey breast meat was below a 5 % limit, being this a non-fat meat. The cholesterol content was variable with sex and production system, and it was observed the higher values in the animal breasts from intensive production system and in male turkey breasts. The vitamin E is a biological antioxidant and in the turkey breast meat it was represented by  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -tocopherol e  $\gamma$ -tocopherol derivatives. The  $\alpha$ -tocoferol derivative was the most represented, independently of sex and production system. The fatty acids profile present in turkey breast meat have showed, for both sexes and production systems involved, that the most representatives fatty acids of each family were: palmitic and stearic acids from saturated fatty acids family, the oleic acid from monounsaturated fatty acids family, and the linoleic, arachidonic and  $\alpha$ -linolenic acids from polyunsaturated fatty acids family. It was also observed in turkey breast meat that the sums of: saturated ( $\Sigma$  SFA), monounsaturated ( $\Sigma$  MUFA) and polyunsaturated fatty acids ( $\Sigma$

PUFA) were similar for all the samples analyzed, and the polyunsaturated/saturated ratio (PUFA/SFA) were in agreement with the international health organizations (PUFA/SFA > 0,4) whereas the polyunsaturated n-6/polyunsaturated n-3 ratio (n-6/n-3) have shown values above the limit (n-6/n-3 < 4).

The sensorial characterization only involved the analysis of tenderness and color of the turkey breast meat, as these parameters are considered the most determinative in consumer's choice. As the quality depends on rate and extension of pH, this factor was also measured to better evaluate tenderness and color of the meat, and it was verified that the values of pH illustrated an expressive variability for the different production systems and sexes.

The results of the sensorial analysis demonstrated that the production system influenced the shear force of the turkey breast meat, it was observed that the turkey breast meat from intensive production had greater tenderness than turkey breast meat from organic production. On the other hand, tenderness was not influenced by the sex factor, being identical in males and females breasts. The colorimetric parameters illustrated that the L\*, the meat *lightness*, had similar values in both production systems but it differed with the sex of the animal of each system. The turkey breast meat from females was brighter. The a\* parameter, which represents the *redness* of the meat, had variable values according to production system but not with the sex of the animals. The breast meat from animals of organic production had a more intense red hue. The b\* parameter, which represents the *yellowness* of the meat, was different for both production systems and sexes. The females breasts and the breasts from animals of organic production had a more intense yellow hue.

Keywords: turkey breast meat; production system; sex; nutritional value; color parameters; tenderness.

## Índice Geral

Agradecimentos .....	ii
Resumo .....	iii
Abstract .....	iv
Extended Abstract .....	v
Índice de Quadros e Figuras .....	x
Índice de Abreviaturas .....	xi
Capítulo I – Introdução.....	1
Capítulo II – Revisão Bibliográfica .....	3
1. A carne e o seu papel na alimentação Humana .....	3
1.1. Consumo de carne de ave .....	3
2. Sistemas de Produção .....	5
2.1. Sistema de Produção Convencional .....	5
2.2 Sistema de Produção em Modo Biológico .....	6
2.3. Sistema de Produção e os consumidores .....	8
3. Qualidade da carne .....	8
3.1. Características Sensoriais .....	8
3.1.1. Tenrura .....	9
3.1.2. Cor .....	9
3.2. Valor Nutricional .....	11
3.2.1. Composição da carne em ácidos gordos .....	11
3.2.2. Índices Nutricionais .....	13
3.2.3. Ácido Linoleico Conjugado: CLA .....	15
3.3. Colesterol .....	16
3.4. Vitamina E .....	17
4. Impacto do sistema <i>outdoor</i> na qualidade da carne de ave: Enquadramento actual .....	20
4.1. Impacto Sensorial .....	20
4.2. Impacto Nutricional .....	22
Capítulo III – Materiais e Métodos .....	23
1. Animais e Dietas .....	23
2. Análises Bioquímicas .....	24
2.1. Processamento das amostras .....	24
2.2. Procedimentos analíticos .....	24

<b>2.3. Determinação da Matéria Seca</b> .....	<b>25</b>
2.3.1. Procedimento Técnico .....	25
2.3.2. Cálculos .....	25
<b>2.4. Extracção e quantificação dos lípidos totais</b> .....	<b>25</b>
2.4.1. Procedimento Técnico .....	25
2.4.2. Cálculos .....	27
<b>2.5. Quantificação simultânea do teor de colesterol total e vitamina E</b> .....	<b>27</b>
2.5.1. Procedimento Técnico .....	27
2.5.2. Análise por cromatografia líquida de alta pressão (HPLC) .....	28
2.5.2.1. Equipamento .....	28
2.5.2.2. Reagentes .....	29
2.5.2.3. Procedimento técnico .....	29
2.5.3. Cálculos .....	29
<b>2.6. Transesterificação combinada dos ácidos gordos totais</b> .....	<b>29</b>
2.6.1. Procedimento Técnico .....	29
2.6.2. Determinação do perfil de ácidos gordos totais por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama .....	30
2.6.2.1. Equipamento utilizado .....	30
2.6.2.2. Reagentes químicos e soluções .....	31
2.6.2.3. Procedimento técnico .....	31
2.6.3. Cálculos .....	32
<b>3. Análise sensorial</b> .....	<b>33</b>
3.1. Medição do pH .....	33
3.2. Cor .....	33
3.3. Força de corte .....	33
<b>4. Análise Estatística</b> .....	<b>34</b>
<b>Capítulo IV – Resultados e Discussão</b> .....	<b>35</b>
<b>1. Lípidos totais e Colesterol</b> .....	<b>35</b>
1.2. Lípidos Totais .....	35
1.2. Colesterol .....	36
2. Vitamina E .....	38
3. Ácidos gordos .....	42
4. Valor Nutricional .....	48
5. Características sensoriais .....	51
5.1. Valores de pH .....	51
5.2. Força de Corte .....	52

<b>5.3. Parâmetros da Cor .....</b>	<b>54</b>
<b>Capítulo V – Considerações Finais .....</b>	<b>56</b>
<b>Capítulo VI – Referências Bibliográficas .....</b>	<b>58</b>

## Índice de Quadros e Figuras

### Índice de Quadros

Quadro 1: Consumo de carne de Ave em Portugal de 2000-2007 e consumo de carne de Peru em Portugal de 2000-2006 .....	4
Quadro 2: Teor de Lípidos Totais, isómeros de vitamina E e perfil de ácidos gordos presente nas rações de peru .....	24
Quadro 3: Efeito do sistema de produção e do sexo sobre os teores de lípidos totais e colesterol total na carne do peito de peru .....	35
Quadro 4: Efeito do sistema de produção e do sexo sobre os teores de vitamina E (isómeros $\alpha$ -tocoferol e $\gamma$ -tocoferol) no peito de peru .....	38
Quadro 5: Efeito do sistema de produção e do sexo sobre o perfil de ácidos gordos na carne do peito de peru (SFA, MUFA e PUFA) .....	43
Quadro 6: Efeito do sistema de produção e do sexo sobre os somatórios parciais e índices nutricionais da carne do peito de peru .....	48
Quadro 7: Efeito do sistema de produção e do sexo sobre o pH, tenrura (Força de corte) e a cor ( $L^*$ ; a; $b^*$ ) da carne do peito de peru .....	51

### Índice de Figuras

Figura 1: Estrutura do tocoferol e tocotrienol .....	18
--	----

## Índice de Abreviaturas

### 1. Alfabeto Romano

**a\***: Índice de vermelhos (coordenada da cor, *redness*)

**ANCAVE**: Associação Nacional dos Centros de Abate de Aves

**b\***: Índice de amarelos (coordenada da cor, *yellowness*)

**BHT**: butilhidroxitolueno

**c**: configuração *cis*

**CLT**: Colesterol

**CLT-T**: Colesterol Total

**CIE**: Commission International de L'Eclairage

**CLA**: Ácido Linoleico Conjugado

**DHA**: Ácido Docosaheptaenoico

**CEC**: Comprimento Equivalente de Cadeia

**EPA**: Ácido Eicosapentaenoico

**FAME**: Éster Metílico de Ácidos Gordos

**FC**: Força de Corte

**GLM**: General linear models

**HDL**: Lipoproteína de alta densidade

**HPLC**: Cromatografia Líquida de alta pressão

**INE**: Instituto Nacional de Estatística

**L\***: Brilho ou Luminosidade (coordenada da cor, *lightness*)

**LDL**: Lipoproteína de baixa densidade

**LT**: Lípidos Totais

**MONO**: Ácidos gordos monoinsaturados

**MS**: Matéria Seca

**n.s.**: Não Significativo

**P**: Probabilidade

**POLI**: Ácidos gordos polinsaturados

**POLI n-3**: Ácidos gordos polinsaturados da família n-3

**POLI n-6**: Ácidos gordos polinsaturados da família n-6

**RB**: Ração Biológica

**RIF**: Ração Industrial para fêmea

**RIM**: Ração Industrial para macho

**rpm**: rotação por minuto

**S**: Factor sexo

**SEM**: Standard error of mean

**SAT**: Ácidos gordos saturados

**SP**: Factor sistema de produção

**SAS**: Statistical Analysis System

**S\*SP:** Interação entre os factores sexo e sistema de produção

**t:** configuração *trans*

**TF:** Tocoferol

**TFA:** Ácidos gordos *trans*

**UV:** Radiação Ultra-Violeta

**WHO:** Organização Mundial de Saúde

## 2. Alfabeto Grego

**α:** alfa

**β:** beta

**δ:** delta

**γ:** gama

**Σ:** sigma

**μ:** micro

## I. Introdução

Com a constante mudança nos valores da sociedade, os gostos e preferências dos consumidores variam e, conseqüentemente, a sua percepção de qualidade também varia. Esta é vista como que um conceito global do juízo do consumidor.

Quando se avalia a qualidade dos produtos em geral é fundamental fazer uma distinção entre os produtos alimentares e os restantes. O facto dos produtos alimentares serem ingeridos dá-lhes um “status” particular e segundo Fischler (1990) “nós somos o que comemos”. Generalizando, a qualidade de um alimento corresponde ao somatório de três componentes principais: o valor nutricional (composição química do produto), a segurança alimentar (nível microbiológico, toxicológico e o tempo de conservação do produto - *shelf-life*) e a aceitabilidade do consumidor (que engloba as características sensoriais e os valores do consumidor).

Nos últimos anos tem havido uma maior consciencialização da importância da alimentação na saúde, tendo sido dada uma especial atenção à relação existente entre o tipo de alimentação e o desenvolvimento de doenças da vida moderna como o cancro, aterosclerose, obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares. Como tal, embora os atributos sensoriais ainda exerçam a maior influência para o sucesso dos produtos alimentares no mercado, o valor nutricional está a assumir, cada vez mais, um papel determinante na decisão de compra dos consumidores, que expressam deste modo a sua preocupação com a saúde.

A alimentação não é o único parâmetro que afecta o bem-estar e a saúde humana, mas é um dos mais importantes. No sector da carne propriamente dito, temos presentemente consumidores mais preocupados com o tipo de carne que consomem, tanto no que respeita às características nutricionais (valor nutricional da carne) e sensoriais (onde especial relevo é dado aos parâmetros tenrura, sabor e cor), como em termos de segurança alimentar, salubridade e preocupações ambientais e do bem-estar animal.

A carne é um componente essencial das dietas em países desenvolvidos sobretudo pelas suas características sensoriais apelativas, como sabor e textura, e pelo seu elevado valor nutricional, sendo uma fonte de proteína animal, minerais e vitaminas. Contudo, também apresenta características que podem ter um efeito prejudicial na saúde, nomeadamente o desfavorável teor de gordura e de colesterol, assim como uma composição em ácidos gordos indesejável.

A carne de ave é, comparativamente com a carne vermelha, uma carne mais magra, apresentando um teor de ácidos gordos polinsaturados, nomeadamente da família n-3, bastante benéfico para a saúde. O peru, espécie avícola em análise neste estudo, é hoje em dia integrado na alimentação regular dos consumidores devido à sua carne ser uma boa

fonte de proteína e minerais de baixo teor lipídico e por apresentar um baixo custo de aquisição.

A agricultura biológica encontra-se em expansão e o interesse dos consumidores neste tipo de produção aumentou expressivamente nas sociedades ocidentais, nomeadamente na produção de aves em modo biológico. Com as constantes crises europeias na produção animal, os consumidores viraram a sua atenção para uma alimentação mais rica em produtos biológicos pois, para muitos, a expressão “produção biológica” é implicitamente sinónimo de produtos de qualidade superior, com efeito mais saudável e vantajoso para o ambiente e bem-estar animal. A produção biológica é um desafio e não um método de produção que vai resolver todos os problemas do sector agrícola. Como tal, a sua implementação está associada a um factor de risco bastante elevado, pois envolve custos de produção superiores quando comparado ao sistema convencional. Porém, como nos encontramos numa altura crítica devido aos problemas ambientais actuais e a uma disponibilidade de recursos cada vez mais escassa, em contraste com um desenvolvimento económico cada vez maior, era importante dar uma menor relevância ao factor custo e uma maior atenção às questões ambientais, bem-estar e saúde animal e qualidade do produto final. Acima de tudo a produção biológica é um protector do ambiente e esta deverá ser a maior qualidade deste tipo de sistema de produção, que futuramente trará benefícios para todos nós.

O objectivo do presente trabalho foi estudar o efeito do sistema de produção (convencional intensivo *versus* biológico) e do sexo (macho *versus* fêmea) na qualidade do peito de peru. A qualidade desta carne foi avaliada a nível do valor nutricional da gordura intramuscular e pela análise dos parâmetros sensoriais, cor e tenrura.

## **II. Revisão Bibliográfica**

### **1. A carne e o seu papel na alimentação Humana**

Nos últimos anos tem sido dada uma maior atenção à relação entre a saúde e a alimentação (Wood e Enser, 1997). A alimentação é um dos parâmetros mais importantes para o bem-estar e para a saúde dos consumidores. Cada vez mais os consumidores estão conscientes que uma alimentação equilibrada conduz a maiores benefícios e, por isso, tornaram-se mais conscientes das implicações desta relação (Ferreira et al., 2000).

A carne é uma componente elementar nas dietas dos países mais desenvolvidos, apresentando-se como uma fonte importante de proteína de elevado valor biológico, responsável pelo fornecimento de aminoácidos essenciais ao desenvolvimento humano (Valsta et al., 2005). A carne fornece ainda oligoelementos e vitaminas fundamentais (WHO, 1996; Jiménez-Colmenero et al., 2001), destacando-se os minerais zinco, cobre, ferro (Lombardi-Boccia, et al., 2005) e selénio (Boher et al., 2007) e as vitamina A (Biesalski, 2005) e do complexo B (Lombardi-Boccia et al., 2005), sendo a fonte principal de vitamina B12 e B9 (Biesalski, 2005; Lombardi-Boccia et al., 2005). No entanto, a carne também apresenta um nível elevado de gordura, particularmente saturada, e de colesterol, assim como um desequilíbrio na composição em ácidos gordos (Wood e Enser, 1997; Wood et al., 2003). Estas características são consideradas nocivas para a saúde, encontrando-se associadas ao desenvolvimento de doenças crónicas conhecidas das sociedades actuais (Wood et al., 2003). Assim, um dos modos de expressão da preocupação do consumidor na relação entre a saúde e a alimentação é a consideração, cada vez mais determinante, do valor nutricional da carne na sua decisão de compra (Scollan et al., 2006).

Actualmente, o consumo diário de carne traduz-se no fornecimento de 10 a 20 % das calorias totais diárias e 33 a 50 % da dose diária recomendada de colesterol (Chizzolini et al., 1999). O consumo de carne é afectado por diversos factores, sendo os mais importantes, os relacionados com as características do produto e com as características do consumidor (Jiménez-Colmenero et al., 2001; Morrissey et al., 1998).

#### **1.1. Consumo de carne de ave**

O peru é das espécies avícolas mais consumidas nos países desenvolvidos, sendo tradicionalmente consumido em épocas festivas. A sua carne é considerada uma saudável fonte de proteína animal (Ferreira et al., 2000), e por apresentar baixos teores de gordura (Aumaître, 1999; Ferreira et al., 2000) e ser rica em ácidos gordos da família n-3 (Kanner et

al., 1988), apresenta efeitos benéficos para a saúde humana, sobretudo quando comparada com carnes de ruminantes e suínos (Ferreira et al., 2000).

Em Portugal, tal como em quase todo o mundo, é comum consumir-se peru principalmente no Natal, embora devido às suas características benéficas (anteriormente descritas), se tenha tornado um alimento mais regular na alimentação dos consumidores.

Os mercados europeus de carne de aves sofreram no ano de 2006 um choque drástico devido à ocorrência de manifestações do vírus H5N1, também conhecido como gripe das aves, incidente que se estendeu às aves domésticas, *broilers* e perus. A partir de 2007, com esta situação mais controlada, os consumidores retomaram a confiança na carne de aves, principalmente na carne de frango e derivados, e o mercado começou a recuperar. Está previsto que ao longo do ano de 2008 os aumentos na produção e consumo de carne de aves sejam bastante significativos, devido à ausência de novas manifestações do vírus. Contudo, no mercado de peru propriamente dito, a situação tende a ser diferente, pois a diminuição verificada no consumo desta carne ainda não foi recuperada e prevê-se que continue a diminuir (Anónimo, 2007).

Em Portugal o consumo de carne de ave aumentou de 2000 para 2007, tendo-se fixado nos 31,1 kg *per capita* (Instituto Nacional de Estatística – INE, 2008) (Quadro 1) enquanto o consumo de carne de peru diminuiu a partir de 2000, tendo-se fixado em 2006 em 4,8 kg *per capita* (Associação Nacional dos Centros de Abate de Aves - ANCAVE, 2008) (Quadro 1).

Quadro 1: Consumo de carne de Ave em Portugal de 2000-2007 (adaptado de INE, 2008) e

Consumo de carne de Peru em Portugal de 2000-2006 (adaptado de ANCAVE, 2008).

Ano	Consumo de Carne de Ave em Portugal		Consumo de Carne de Peru em Portugal	
	Consumo anual (toneladas)	Consumo <i>per capita</i> (Kg/habitante/ano)	Consumo anual (toneladas)	Consumo <i>per capita</i> (Kg/habitante/ano)
2000	309	30,9	53,546	5,3
2001	320	31,1	53,571	5,3
2002	323	31,2	50,688	5,0
2003	298	28,5	45,557	4,5
2004	306	29,1	45,852	4,5
2005	313	29,7	45,537	4,4
2006	315	29,8	49,053	4,8
2007	331	31,1	-	-

## 2. Sistemas de Produção

Os sistemas de produção animal desempenham um dos principais papéis na produção de alimentos para o Homem (Devendra, 2007). Foi a partir da década de 60 que a produção animal convencional intensiva se tornou mais popular e utilizada. Neste tipo de produção opta-se por espaço e trabalho mínimos e o animal é considerado como parte do sistema. A partir dos anos 80, houve uma mudança na produção animal devido às novas exigências do consumidor em termos de bem-estar e saúde animal. Presentemente, é aceite que os animais têm necessidades de bem-estar, e os sistemas de produção e manejo devem respeitá-las. Consequentemente, a qualidade dos produtos animais não é apenas definida pelas suas características sensoriais, mas também pelo tipo de sistema de produção utilizado (Wechsler, 2005).

Com a industrialização da agricultura nos últimos 40-50 anos e as suas consequências, passou a haver um maior interesse na produção extensiva, nomeadamente a biológica (Von Borell e Sørensen, 2004), uma vez que a intensificação dos processos de produção agrícola teve um impacto extremamente nefasto no ambiente. Segundo Haas et al. (2001), a agricultura dos dias de hoje deverá encontrar-se ecológica e ambientalmente alinhada com os valores da sociedade e dos consumidores.

Na generalidade, os sistemas de produção animal podem ser divididos em dois tipos, o sistema de produção convencional (sistema de produção convencional intensivo ou sistema de produção convencional extensivo) e o sistema de produção em modo biológico.

### 2.1. Sistema de Produção Convencional

O sistema convencional pode ser dividido em: sistema de produção convencional intensivo (sistema *indoor*) ou sistema convencional extensivo (sistema *outdoor*).

Na produção de aves em sistemas convencionais intensivos, também vulgarmente denominados sistemas de produção industrial ou comercial, os animais encontram-se em pavilhões fechados (*indoor*), com um máximo de densidade animal pré-estabelecida (Von Borell e Sørensen, 2004), sem acesso ao exterior, mobilidade restrita, e são alimentados sobretudo com rações especificamente formuladas para o crescimento. No sistema de produção de aves convencional extensivo, também denominado por sistema *free-range*, os animais encontram-se em pavilhões convencionais semelhantes aos do sistema *indoor*, mas têm acesso livre ao exterior durante o dia, usufruindo de luz natural, e são alimentados *ad libitum* com ração à base de cereais e pastagem (Ponte et al., 2008).

Os sistemas convencionais intensivos e extensivos são sistemas de produção animal complementares, cuja produção e distinção entre os produtos terá de ser regulamentada, coordenada, melhorada e a sua origem e genuinidade defendidas. Poderá ser dito que, os sistemas intensivos são sinónimo de produção em massa enquanto os sistemas de produção extensivos dizem respeito a uma produção de oferta mais restrita (Portugal, 2002).

As maiores diferenças entre os animais *indoor* e *outdoor* residem na alimentação (alimentação *ad libitum* e com acréscimo de pastagem nos animais em sistema *outdoor*), no genótipo, no nível de exercício e no ambiente de produção. Os animais mantidos em *outdoor* necessitam de um genótipo que lhes confira maior robustez física de modo a suportar as condições climáticas, exibindo um comportamento de grupo e lidando com a competição por recursos como a água, alimento e abrigo, enquanto os animais apenas mantidos em *indoor* são geralmente caracterizados por um genótipo altamente seleccionado para o crescimento. O nível de exercício físico é um factor importante para o bem-estar animal e é restrito nos animais mantidos em *indoor*, contrastando com uma maior mobilidade e um maior nível de exercício praticados pelos animais mantidos em *outdoor*; estes têm geralmente uma vasta área para percorrer e um ambiente propício ao desenvolvimento do seu comportamento exploratório, sendo a incidência de problemas nas pernas menos comuns nos animais deste sistema de produção. Relativamente ao ambiente de produção, o ar livre (*outdoor*) é benéfico para o bem-estar animal pois o espaço proporcionado, maior que no *indoor*, e o ambiente envolvente diversificado, proporcionam a expressão do comportamento natural do animal. Porém, os animais criados em sistemas *outdoor* encontram-se mais expostos às condições climáticas comparativamente com os animais de sistemas *indoor*, tendo este factor simultaneamente um impacto positivo e negativo na saúde e bem-estar animal (Edwards, 2005).

## **2.2. Sistema de Produção em modo Biológico**

A produção em modo orgânico ou biológico baseia-se em padrões específicos e precisos de produção e, por isso, os condicionalismos dos alimentos produzidos de forma biológica diferem dos outros produtos agrícolas convencionais, onde as técnicas produtivas são parte inerente da identificação e rotulagem do produto. Define-se por alimento biológico um produto oriundo de um sistema que limita o uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas, promotores de crescimento e aditivos (Kouba, 2003).

A produção animal é um importante componente da produção agrícola biológica, que é caracterizada por manter uma relação equilibrada entre o solo, as plantas e os animais (Vaarst et al., 2005). O sistema de produção biológico de aves envolve sistemas mais extensivos de produção, os já referidos sistemas *free-range*, com o acesso ao exterior dos

animais. Há um máximo de densidade animal, tanto no *outdoor* como no *indoor* (que no caso dos sistemas de produção biológica dizem sobretudo respeito aos abrigos para o descanso dos animais) (Hovi et al., 2003). Os animais provenientes deste sistema de produção têm em comum com os animais produzidos em sistema de produção convencional extensivo, a liberdade do exterior e, conseqüentemente, o acesso à pastagem e uma maior mobilidade (Edwards, 2005).

A produção animal biológica envolve frequentemente raças tradicionais adaptadas às condições locais e ao sistema de produção extensivo (Edwards, 2005), e os animais utilizados são alimentados com pastagem e com uma ração específica onde, entre outros aspectos, os aminoácidos sintéticos são excluídos. Os critérios de produção biológica envolvem restrição nas medicações fornecidas aos animais, nomeadamente de antibióticos, e relativamente à produção biológica de aves, operações como o corte do bico são inaceitáveis (Hovi et al., 2003).

Tal como no sistema convencional *outdoor*, o impacto da produção biológica no bem-estar animal poderá ser considerado positivo sob o ponto de vista de liberdade e promoção do comportamento natural do animal mas, sob o ponto de vista da saúde, o acesso ao *outdoor* nos sistemas *free-range* pode trazer maiores riscos para os animais, particularmente a nível de incidência de infecções, predadores e *stress* térmico (Hovi et al., 2003).

O consumo da pastagem, característico de animais produzidos em *outdoor*, é uma mais-valia na dieta alimentar dos animais com recurso a esta, sendo a carne afectada de forma significativa pela natureza da alimentação do animal (Edwards, 2005). A pastagem é rica em ácidos gordos polinsaturados da família n-3, nomeadamente ácido  $\alpha$ -linolénico (Wood e Enser, 1997), e em vitamina E (Kerry et al, 2000; citado por Ponte et al., 2008), e quando consumida em quantidades consideráveis, pode influenciar de forma significativa a qualidade do produto final (Edwards, 2005). Contudo, de modo a que o produto final manifeste um melhor perfil de ácidos gordos e se torne mais benéfico para a saúde dos consumidores, é comum reforçar a ração com ácidos gordos polinsaturados (Wood et al., 1999 e 2003; Lee et al., 2006) e vitamina E (Wen et al., 1997, Jensen et al., 1998), sobretudo na alimentação dos animais de sistemas de produção intensiva (Lauridsen et al., 1997).

### **2.3. Sistema de Produção e os consumidores**

Os consumidores têm um papel fundamental no desenvolvimento do mercado, na medida em que são quem decide as necessidades e interesses a considerar (Steenkamp, 1987, citado por Verbeke et al., 1999).

Nos países europeus, o mercado de produtos biológicos encontra-se em evolução (Thamsborg et al., 1999; Hermansen et al., 2004; Von Borell e Sørensen, 2004; Vaarst et al., 2005; Tuyttens et al., 2008) e, no caso específico das aves, também já se verifica uma expansão deste mercado, objectivando-se ir de encontro aos novos interesses do consumidor (Fanatico et al., 2005). Esta expansão no mercado dos produtos biológicos reflecte um aumento da preocupação do consumidor relativamente ao efeito dos sistemas de produção, e a associação comum a produtos mais saudáveis e com relações benéficas com ambiente e bem-estar animal (Edwards, 2005). Alguns consumidores já compram estes produtos na expectativa de encontrarem um melhor sabor ou uma maior qualidade, ou ainda porque se tornou uma tendência (Vaarst et al., 2005).

### **3. Qualidade da carne**

A qualidade de um produto, nomeadamente alimentar, é um conceito multifacetado e de definição mutável ao longo dos tempos, pois com a constante mudança nos valores da sociedade, os gostos e preferências dos consumidores variam e, conseqüentemente, varia a sua percepção de qualidade. A escolha e decisão de compra dos consumidores são baseadas essencialmente no seu conceito de qualidade. Este conceito de qualidade engloba um conjunto de factores como as características intrínsecas (aparência, cor, estrutura, composição, entre outros) e as características extrínsecas do mesmo (informação nutricional e do tipo de produção, preço, marca e origem) (Issanchou, 1996). Entre as características intrínsecas destacam-se os aspectos sensoriais e nutricionais (Aumaître, 1999).

#### **3.1. Características Sensoriais**

Os critérios de avaliação sensorial variam consoante o tipo de produto em questão. A tenrura, a suculência e o complexo odor-sabor são os atributos principais na avaliação de qualidade da carne (Aumaître, 1999; Wood et al., 1999). Também a cor da carne é um parâmetro importante (Bekhit e Faustman, 2005; Cuvelier et al., 2006), assumindo-se como a primeira impressão do consumidor face ao produto.

A tenrura da carne é, no entanto, o factor sensorial que mais se destaca na escolha dos consumidores (Brooks et al., 2000; Morgan et al., 1991), e onde a "carne dura" é

considerada um parâmetro inaceitável (Wood et al., 1999), encontrando-se os consumidores dispostos a pagar mais por uma carne mais tenra (Boleman et al., 1997). Este importante parâmetro sensorial é sobretudo preocupante na carne de ruminantes e suínos.

### **3.1.1. Tenrura**

As possíveis ligações entre a tenrura e a composição da carne foram questionadas ao longo dos tempos tendo sido dado um especial relevo ao nível de gordura, nomeadamente à concentração de gordura intramuscular (Wood et al., 1999; Kriese et al., 2007).

O desenvolvimento do *rigor mortis* e da actividade proteolítica durante a refrigeração da carcaça são parâmetros envolvidos na tenrura da carne (Kriese et al., 2007), cuja a variação é sobretudo imputada a mudanças na estrutura das proteínas do músculo ocorridas durante o período entre o abate e o consumo da carne (Wood et al., 1999). De modo a obter uma carne com tenrura mais consistente é importante standardizar os procedimentos *ante* e *post-mortem* das carcaças (Kriese et al., 2007).

A tenrura da carne é também influenciada pela idade do animal, diminuindo ao longo desta (Hoffman et al., 2007), e apresenta uma relação controversa com a taxa e extensão do pH. Foi verificado que a carne de ruminante com um pH final mais elevado se encontrava associada a uma carne com maior taxa de tenderização, apresentando uma melhor tenrura final (Bouton et al., 1973; citado por Silva et al., 1999). Todavia, a relação descrita entre o pH final e a tenrura só foi verificada para valores de pH entre 5,8 e 6,2 (Silva et al., 1999).

Para a avaliação da tenrura da carne existem vários métodos (Honikel, 1998), sendo a avaliação final dos consumidores o derradeiro teste. No entanto, a avaliação efectuada pelos consumidores é de difícil implementação na prática (Røbotten et al., 2000). Um dos métodos indirectos de avaliação da tenrura mais utilizados é a determinação da força de corte em texturómetro com lâmina de Warner-Bratzler, que exhibe uma elevada correlação com as pontuações que se verificam no painel sensorial de avaliadores (Morgan et al., 1991).

### **3.1.2. Cor**

A cor é um importante factor na avaliação da carne por parte dos consumidores (Cuvelier et al., 2006), que a utilizam como indicador primário da qualidade (Millar et al., 1994; Honikel, 1998), sobretudo na análise da frescura e salubridade dos produtos alimentares (Mancini e Hunt, 2005).

A cor pode ser medida pela análise do valor das suas coordenadas, brilho ou luminosidade (*lightness*,  $L^*$ ), índice de vermelhos (*redness*,  $a^*$ ) e índice de amarelos (*yellowness*,  $b^*$ ), com base na escala de cor Commission International de L' Eclairage (CIE, 1976) (Santé et al., 1996; Mercier et al., 1998). O valor de  $L^*$  diz respeito à luz reflectida (100=branco e 0= preto), o de  $a^*$  varia entre o positivo (vermelho) e o negativo (verde) e o  $b^*$  varia entre o positivo (amarelo) e negativo (azul) (Muchenje et al., 2009).

A mioglobina é a proteína da carne responsável pela cor que esta apresenta (Mancini e Hunt, 2005), dependendo não só da quantidade presente mas também do seu estado químico, e a sua estabilidade é afectada por factores como a temperatura e o pH (Bekhit e Faustman, 2005). A variabilidade da cor da carne deve-se sobretudo a parâmetros como: a concentração de oxigénio, o pH e a temperatura, que afectam os processos de oxigenação e de oxidação de mioglobina (Honikel, 1998). Existe uma correlação entre o pH e as coordenadas da cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) (Santé et al., 1996) e esta correlação é frequente negativa entre pH e o parâmetro colorimétrico  $L^*$ . Esta correlação negativa entre o pH e o  $L^*$  pode ser imputada ao facto da cor do músculo depender do grau de reflectância da luz na água livre e da oxigenação da mioglobina. Para valores de pH mais elevados há uma diminuição da quantidade de água livre para reflectir a luz e há um aumento a actividade enzimática, repercutindo-se numa menor oxigenação da mioglobina (Ledward et al., 1992; citado por Page et al., 2001) e, conseqüentemente, a carne apresenta uma cor mais escura.

Também o tipo de sistema de produção animal e a dieta inerente afectam a cor do músculo, uma vez que há variação da concentração de glicogénio e de antioxidantes armazenados (como a vitamina E) e, conseqüentemente, o pH, a taxa de consumo de oxigénio e o estado químico da mioglobina são afectados (Mancini e Hunt, 2005). Ainda a raça é um factor a considerar na variabilidade da cor do músculo (Lynch et al., 2002).

Na produção intensiva, devido ao tipo de alimentação e produção (com o nível de actividade física reduzida), os músculos apresentam um pH final mais baixo, uma concentração de glicogénio maior e por isso, uma cor mais clara. Contrariamente, na produção extensiva (convencional ou biológica), onde a alimentação é diferente da anterior e a actividade física é mais intensa, os músculos apresentam um pH final mais elevado e uma concentração de glicogénio menor (Vestergaard et al., 2000) e, conseqüentemente, a cor apresentada é mais escura. É importante realçar que, a actividade física inerente ao tipo de sistema de produção animal exerce uma maior influência na cor da carne do que o tipo e composição da dieta fornecida (Mancini e Hunt, 2005).

A uniformidade da cor da carne, nomeadamente de ave, é um atributo sensorial bastante importante (Qiao et al., 2001) e os consumidores associam frequentemente à carne uma determinada cor, que é dependente da espécie animal. Na “carne vermelha”, o “brilho” da cor vermelha é visto pelos consumidores como uma indicação de frescura da carne,

havendo discriminação face à cor acastanhada que esta possa apresentar (Morrissey et al., 1994). Nas “carnes brancas”, como a de peru, há preferência pela cor rosa brilhante (Santé et al., 1996), e a descoloração é determinante para a não aceitabilidade da carne, sendo caracterizada pela passagem de cor rosa/amarelado (indicativo de frescura da carne) para amarelo/acastanhado (indicativo de ocorrência de oxidação) (Mercier et al., 1998). A descoloração na carne de peru, nomeadamente do peito, encontra-se relacionada com o sistema oxidativo, e o uso de antioxidantes como a vitamina E poderá atrasar o processo de descoloração da carne (Santé et al., 1996).

### **3.2. Valor Nutricional**

A carne e derivados são bastante variáveis no nível de gordura, consoante a espécie animal, a idade e a parte da carcaça avaliada. O nível e composição de gordura são também afectados pela alimentação fornecida ao animal (Valsta et al., 2005) e, por isso, dentro da mesma espécie, a composição de ácidos gordos e de gordura também poderão variar (Jakobsen, 1999).

Na tentativa de obtenção de um produto final com maior qualidade (Jakobsen, 1999), mais saudável e mais “apetecível” aos olhos do consumidor (Jiménez-Colmenero et al., 2001), houve um crescimento do interesse em manipular o perfil de ácidos gordos da carne e subprodutos (Jakobsen, 1999; Wood et al., 2003). A finalidade da modificação da gordura animal é a produção de produtos de elevada qualidade (Jakobsen, 1999), sendo recomendado pelos especialistas, médicos e nutricionistas (Gotto et al., 1990), uma diminuição do consumo de gordura na alimentação, nomeadamente de ácidos gordos saturados e de colesterol, e ainda, um aumento da proporção de ácidos gordos insaturados na dieta (Jakobsen, 1999).

#### **3.2.1. Composição da carne em ácidos gordos**

Ao conjunto de ácidos gordos presentes no tecido adiposo intramuscular e nas fibras musculares dá-se a designação de gordura intramuscular. O tecido adiposo intramuscular inclui as células adiposas, isoladas ou em grupo, que se encontram ao longo das fibras e da área interfascicular e contém sobretudo triglicéridos, enquanto os lípidos das fibras musculares incluem: triglicéridos, fosfolípidos e colesterol (Raes et al., 2004). A gordura intramuscular pode ser dividida em duas fracções lipídicas, a fracção polar, que diz respeito aos fosfolípidos das membranas, e a fracção neutra, constituída pelos triglicéridos (Wood et al., 2003). A composição dos ácidos gordos intramusculares é afectada por diversos parâmetros de natureza genética (raça, espécie e sexo), ambiental e nutricional, onde a composição da dieta é o factor mais importante (Raes et al., 2004).

No músculo, o índice de fosfolípidos é relativamente constante e pouco variável com a espécie, raça, alimentação e idade, sendo afectado pelo tipo predominante de fibra muscular. Os músculos constituídos predominantemente por fibras vermelhas, músculos mais oxidativos, contêm maior proporção de fosfolípidos (devido à maior quantidade de mitocôndrias) que os músculos constituídos predominantemente por fibras brancas, os músculos glicolíticos, e como tal, têm uma maior percentagem de ácidos gordos polinsaturados (Wood et al., 2003; Raes et al., 2004). Por outro lado, os triglicéridos são dependentes do nível de gordura e localização no músculo e são constituídos sobretudo por ácidos gordos saturados e monoinsaturados, sendo a fracção de polinsaturados muito variável, sobretudo consoante a espécie animal (Raes et al., 2004).

A carne é constituída por ácidos gordos saturados (SAT), monoinsaturados (MONO) e polinsaturados (POLI). Os SAT mais comuns na carne são os ácidos palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), o MONO mais representativo é o ácido oleico (C18:1) enquanto nos POLI, os predominantes são os ácidos linoleico (C18:2), araquidónico (C20:4) e  $\alpha$ -linolénico (C18:3) (Valsta et al., 2005).

O ácido linoleico (C18:2) e o ácido  $\alpha$ -linolénico (C18:3) são ácidos gordos essenciais, pois não podem ser sintetizados no organismo dos mamíferos e, como tal, têm de ser fornecidos através da alimentação. Estes ácidos gordos são os precursores de POLI de cadeia longa, nomeadamente dos ácidos araquidónico (C20:4) e docosatetraenóico (C22:4), da família n-6 (POLI n-6) (Raes et al., 2004), e dos ácidos eicosapentaenóico (C20:5), docosapentaenóico (C22:5) e docosahexaenóico (C22:6), da família n-3 (POLI n-3) (Wood e Enser, 1997; Connor, 2000), que se formam nos tecidos devido a alongamentos da cadeia e processos de dessaturação (Jakobsen, 1999).

Os ácidos gordos POLI n-3 encontram-se intimamente ligados a um potencial benéfico para a saúde (Connor, 2000), porém o teor consumido pela população é ainda considerado inadequado. Assim, alimentos funcionais que contenham quantidades consideráveis destes ácidos gordos são considerados bastante recomendáveis na dieta humana (Mantzioris et al., 2000). A carne de ave é uma boa fonte de POLI, nomeadamente da família n-3 (Howe et al., 2006), e a composição em ácidos gordos é, deste modo, um parâmetro determinante na avaliação da qualidade desta carne (Bavelaar e Beynen, 2003). Foi mostrado que o perfil de POLI n-3 na carne de ave, sobretudo do ácido C18:3, pode ser rapidamente melhorado pela sua inclusão nas dietas dos animais, por exemplo através da incorporação de óleos vegetais (López-Ferrer et al., 1999) ou óleos de peixe (Hulan et al., 1988), ambos ricos em ácidos gordos n-3. Contudo, o sabor da carne poderá ser negativamente influenciado, pois a incorporação destes produtos ricos em n-3 potencia a oxidação lipídica da carne (O'keefe et al., 1995; Mercier et al., 2001). Para além da

alimentação, também a genética dos animais influencia expressivamente a composição de ácidos gordos na carne de ave, nomeadamente o nível de deposição de gordura intramuscular. Este é um factor de extrema importância, uma vez que, ao fazer variar a fracção de lípidos neutros no teor de lípidos totais, promove uma considerável variação na percentagem relativa dos diferentes ácidos gordos (Raes et al, 2004).

Num estudo ao perfil de ácidos gordos no peito de *broiler*, foi verificado que os ácidos gordos predominantes são os verificados na generalidade das carnes (anteriormente descritos): os ácidos palmítico e esteárico como SAT o oleico como MONO e o linoleico e araquidónico como POLI (Ponte et al., 2008). Segundo a bibliografia encontrada, o peru apresenta um perfil de ácidos gordos semelhante ao de *broiler* (Marusich et al., 1975; citado por Higgins et al., 1998).

É ainda de referir que, segundo Aumaître (1999), o tecido adiposo da carne de ave contém proporções apropriadas de MONO e POLI, e a composição destes ácidos gordos insaturados na alimentação das aves, como o peru, afecta sobretudo a composição de triglicéridos (Mercier et al., 1998), uma vez que é sobretudo a fracção lipídica neutra que varia com a incorporação de ácidos gordos (Raes et al., 2004).

### **3.2.2. Índices Nutricionais**

Devido às implicações que o consumo de gordura e de colesterol têm para a saúde, a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003), juntamente com outras instituições internacionais, formularam recomendações nutricionais que visam proporcionar uma dieta mais equilibrada. Essas recomendações incluem os seguintes parâmetros: o total de lípidos na alimentação deverá providenciar 15-30 % da energia total da dieta, e dentro dessa energia, os SAT não deverão exceder os 10 %, os POLI n-6 deverão variar entre 5-8 % enquanto os POLI n-3 deverão variar 1-2 % e ainda, as gorduras *trans* não deverão exceder os 2 %. Para o cálculo da proporção de MONO, subtrai-se ao total de lípidos a proporção de SAT, POLI e gorduras *trans*. No respeitante ao teor de colesterol consumido, este não deverá exceder as 300 mg/dia (Chizzolini et al., 1999).

Os rácios polinsaturados n-6/polinsaturados n-3 (n-6/n-3) e polinsaturados/saturados (POLI/SAT) são dois importantes índices nutricionais frequentemente utilizados na avaliação da qualidade nutricional da carne (Jakobsen, 1999). O rácio n-6/n-3 é extremamente afectado pelo perfil de ácidos gordos, sendo a alimentação um factor chave na sua variação.

O rácio POLI/SAT é sobretudo afectado por factores genéticos, como o nível de

gordura do animal (Raes et al., 2004). De acordo com as recomendações nutricionais, o rácio POLI/SAT deverá ser superior a 0,4 ( $\text{POLI/SAT} > 0,4$ ) enquanto o rácio n-6/n-3 deverá ser inferior a 4 ( $\text{n-6/n-3} < 4$ ) (Wood e Enser, 1997; Wood et al., 2003).

Na dieta ocidental, o baixo valor do rácio POLI/SAT (Hu et al., 2001), juntamente com o baixo consumo de POLI n-3, que conduz a um rácio n-6/n-3 demasiado elevado e, consequentemente desequilibrado (Simopoulos, 2002), tornaram-se factores de risco para a saúde dos consumidores.

A famosa expressão “nós somos o que comemos” é aplicável aos humanos, monogástricos, aves e pré-ruminantes, mas já não o é para os ruminantes. Assim, a quantidade e composição de ácidos gordos na dieta são factores que influenciam fortemente o perfil de ácidos gordos dos produtos animais (Jakobsen., 1999). O enriquecimento da alimentação dos animais em ácidos gordos n-3 e n-6 não é um benefício para os animais propriamente dito, mas para a obtenção de produtos mais saudáveis para os humanos (Jakobsen, 1999).

Nos monogástricos e aves, os ácidos gordos n-6 e n-3 são absorvidos e incorporados nos tecidos lipídicos quase sem sofrer qualquer modificação (Wood e Enser, 1997). Deste modo, é comum afirmar-se que a composição dos ácidos gordos intramusculares, sobretudo a nível dos triglicéridos, é um “espelho” da sua dieta (Jakobsen, 1999; Raes et al., 2004). E uma vez que, os ácidos C18:2 e C18:3 não podem ser sintetizados no organismo destes animais, a sua concentração nos tecidos encontra-se dependente da sua proporção na dieta. Contrariamente, os teores de SAT e de MONO, podendo ser sintetizados pelo organismo destes animais, são menos influenciados pela alimentação fornecida (Wood e Enser, 1997). No caso dos ruminantes, devido às constantes hidrogenações que ocorrem a nível do rúmen, onde ocorre a saturação dos ácidos gordos insaturados, o mesmo não poderá ser dito (Raes et al., 2004; Wood e Enser, 1997). Estas regulares hidrogenações são responsáveis pelas pequenas variações na composição dos ácidos gordos intramusculares nestes animais (Raes et al., 2004). Os ácidos gordos n-6 e n-3 fornecidos na alimentação dos ruminantes são frequentemente hidrolisados pelos microrganismos do rúmen e hidrogenados em SAT, sobretudo em C18:0 (Jakobsen, 1999), existindo por isso nos músculos destes animais um maior teor de SAT comparativamente aos teores de MONO e de POLI, tornando o rácio POLI/SAT inferior ao recomendado. Por outro lado, as constantes hidrogenações características dos ruminantes conferem-lhes um rácio n-6/n-3 favorável, contrastando com um rácio n-6/n-3 que se apresenta bastante acima dos limites recomendados nos monogástricos e nas aves (Wood e Enser, 1997).

A pastagem é rica em C18:3, apresentando por isso um rácio nutricional n-6/n-3 favorável, que se encontra dentro dos limites recomendáveis. Contudo, foi verificado que os não ruminantes, nomeadamente as aves, que consumiam pastagem não apresentavam necessariamente uma razão n-6/n-3 favorável e que esta era francamente superior à manifestada na pastagem e ao valor recomendado. Esta desigualdade poderá ser atribuída à forma assumida pelo C18:3 da pastagem, que se encontra estereificado nos lípidos estruturais desta, os galactolípidos dos cloroplastos, e como tal, é provável que o sistema digestivo das aves não tenha capacidade para digeri-los de modo a libertar o C18:3 e, assim, diminuir a referida razão para valores mais convenientes (Ponte et al., 2008). Ainda de acordo com estes autores, o consumo de pastagem influencia positivamente o teor de POLI n-6 de cadeia longa mas porém, não melhora substancialmente o teor de POLI n-3 de cadeia longa, sendo a melhor opção uma suplementação directa destes ácidos gordos na alimentação dos animais.

### **3.2.3. Ácido Linoleico Conjugado: CLA**

Para além do efeito benéfico dos POLI, também os isómeros de ácido linoleico conjugado (CLA) têm propriedades benéficas para a saúde humana (Raes et al., 2004). Estes exercem efeitos positivos no sistema imunitário, na composição corporal (Cook et al., 1993) e na aterosclerose (Lee et al., 1994), apresentando ainda propriedades anticarcinogénicas (Belury, 2002) e antidiabéticas (Houseknecht et al., 1998). Por isso, ao longo dos tempos, tem havido um crescente aumento do interesse no CLA. A carne e derivados contribuem em cerca de 25-30 % do consumo diário de CLA nas populações ocidentais (Schmid et al., 2006).

O CLA consiste num grupo de isómeros geométricos e posicionais do ácido C18:2, com um sistema conjugado de duplas ligações (todos os isómeros tem ligações duplas com um único carbono no meio). Estas ligações duplas tanto podem ter configurações *trans* (*t*) ou *cis* (*c*) e podem ocorrer em diferentes posições (7, 9; 8, 10; 9, 11; 10, 12; ou 11, 13) ao longo da cadeia de dezoito carbonos. Os isómeros mais comuns e com maior actividade biológica são o *c9t11* e o *t10c12* (Martin e Valeille, 2002), sendo que o primeiro corresponde a cerca de 80 % do total de CLA (Schmid et al., 2006). Estes isómeros apresentam actividades diferentes e mecanismos de acção em tecidos e órgãos específicos, estando o *c9t11* sobretudo associado às propriedades anticarcinogénicas, enquanto o *t10c12* se encontra associado aos efeitos no metabolismo dos lípidos e na composição corporal (Pariza et al., 2001).

A biossíntese de CLA pode ocorrer através de: isomerização microbiana do C18:2 da dieta, biohidrogenações dos POLI no tracto digestivo dos ruminantes e dessaturação de

ácidos gordos *trans* no tecido adiposo e glândula mamária (Schmid et al., 2006). Também a síntese endógena é uma via de produção de CLA, e foi encontrada tanto em ruminantes como em não ruminantes, apresentando-se com uma maior expressão no caso dos ruminantes devido às constantes hidrogenações ocorridas pela acção dos microrganismos do rúmen (Bessa et al., 2000). Assim é de esperar que a carne das espécies ruminantes apresentem maiores níveis de CLA que a dos não ruminantes, nomeadamente a das aves (Schmid et al., 2006). Num estudo de Chin et al. (1992) verificou-se que carne de ave apresentava um baixo teor de CLA, apresentando valores inferiores a 1 mg/g de carne para este parâmetro (Chin et al., 1992, citado por MacRae et al., 2005).

É ainda de focar que, existem vários factores que influenciam o nível de CLA, sendo o mais importante a alimentação, pois esta fornece os substratos (nomeadamente o C18:2) para a sua formação. Deste modo, o nível de CLA varia não só de espécie para espécie, mas também de animal para animal, e consoante o tecido animal em questão (Schmid et al., 2006).

### **3.3. Colesterol**

O colesterol e ésteres derivados encontram-se apenas nos produtos animais, e são sintetizados no organismo, fazendo parte integrante das membranas biológicas (Jakobsen, 1999). Este é um composto nutricionalmente importante da carne e quando em excesso poderá tornar-se prejudicial ao organismo. O seu teor varia entre 30 a 120 mg/100g de carne (Valsta et al., 2005), sendo o máximo recomendado 300 mg/dia (Chizzolini et al., 1999; WHO, 2003).

O colesterol é um composto relativamente estável, podendo sofrer oxidação sob determinadas condições (Hayes, et al., 1991), e a obtenção dos óxidos de colesterol ocorre pela remoção do hidrogénio instável pelos peroxi ou oxi-radicais dos POLI (Morrissey et al., 1994). Foram identificadas oito formas de óxidos de colesterol, todas prejudiciais ao organismo e responsáveis por efeitos biológicos indesejáveis (Baggio et al., 2002), dando-se sobretudo ênfase ao colestaneetriol e ao 25-hidroxicolesterol, que são os maiores responsáveis pelo início da formação de depósitos ateroscleróticos (Baggio et al., 2005).

O teor de colesterol pode variar com a nutrição, nomeadamente com o perfil de ácidos gordos presentes na dieta (Komprda et al., 2003). Baggio et al. (2005) verificou que o perfil de ácidos gordos presente na carne afectava a proporção e o grau de oxidação de colesterol, constatando que quanto maior o teor de ácidos gordos insaturados, maior o grau de oxidação do colesterol.

Os SAT com maiores propriedades aterogénicas são os ácidos mirístico e palmítico,

que são os grandes responsáveis pela elevação do nível de colesterol e do nível de lipoproteínas de baixa densidade, também conhecidas por LDL-Colesterol (Gotto et al., 1990), que têm um efeito nocivo na saúde humana. De acordo com Hayes et al. (1991), o mirístico é o ácido gordo mais preocupante, sendo considerado o mais hipercolesterolémico. O ácido esteárico, sendo em grande parte convertido em ácido oleico, tem efeito neutro face à elevação do colesterol sanguíneo. Especial atenção deverá ser dada aos ácidos insaturados *trans*, na medida em que podem ser ainda mais aterogénicos que os SAT (Baggio et al., 2002). Por outro lado, a presença de MONO e POLI na dieta reduz o nível de LDL-Colesterol, podendo ainda os POLI serem responsáveis pela diminuição do nível de lipoproteínas de elevada densidade, também denominadas por HDL-Colesterol (Gotto et al., 1990).

O tipo de fibras presentes no músculo pode também constituir um factor de variação do colesterol. Os músculos constituídos por fibras musculares predominantemente oxidativas apresentam teores de colesterol total mais elevados comparativamente aos músculos constituídos por fibras predominantemente glicolíticas. O colesterol total presente no músculo depende de uma correlação directa entre os fosfolípidos e o colesterol membranar, e o teor mais elevado de colesterol nas fibras oxidativas é resultante de uma maior riqueza em mitocôndrias e de um menor diâmetro interno em corte transversal, proporcionando um maior rácio sarcolena/volume total (Alasnier et al., 1996).

A carne de peru, segundo os artigos de Baggio et al. (2002 e 2005), apresenta um baixo teor de lípidos totais e de colesterol, assim como uma elevada proporção de POLI (característico da carne de ave), esperando-se por isso um impacto mais benéfico a nível do colesterol sanguíneo com o consumo desta carne.

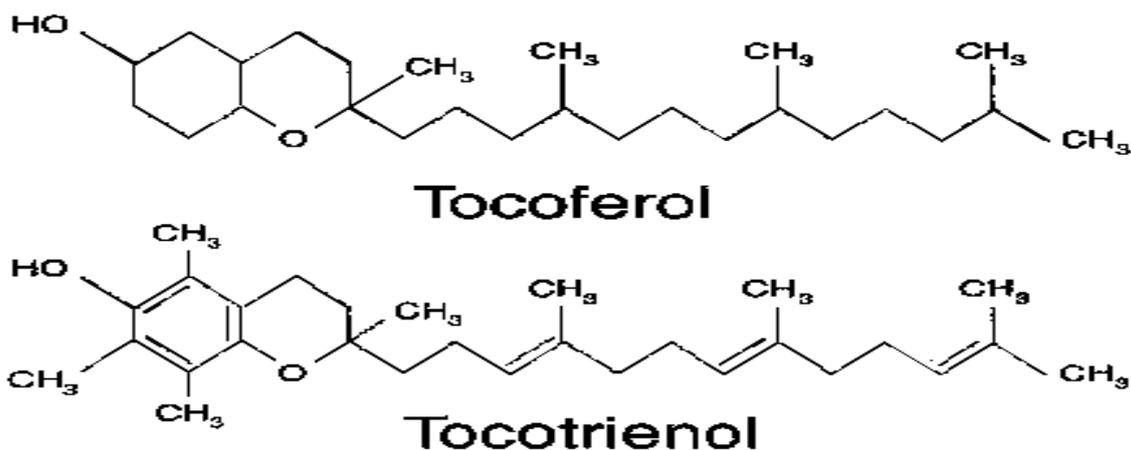
### **3.4. Vitamina E**

A vitamina E é um poderoso antioxidante presente nos tecidos biológicos e cuja actividade tem sido positivamente correlacionada com a inibição da oxidação lipídica (Morrissey et al., 1998), que juntamente com o desenvolvimento microbiano, formam os principais condicionantes da estabilidade da qualidade da carne (Buckley et al., 1995). A vitamina E representa uma descrição genérica de todos os tocoferóis, tocotrienóis e seus derivados, apresentando todos actividade biológica do RRR-tocoferol (Traber e Packer, 1995).

Os tocoferóis e tocotrienóis são moléculas bastante semelhantes estruturalmente, ambas constituídas por um anel 6-cromanol e uma cadeia lateral de dezasseis carbonos na posição carbono 2. É esta cadeia lateral que os distingue, sendo o tocoferol constituído por

uma cadeia fitil saturada enquanto o tocotrienol é constituído por uma cadeia análoga, mas com três duplas ligações nos carbonos 3', 7' e 11', denominada por cadeia isoprenoide insaturada (Yoshida et al., 2001). Tanto o tocoferol como o tocotrienol apresentam quatro isómeros:  $\alpha$ -;  $\beta$ -;  $\gamma$ -;  $\delta$ -, que diferem entre si pelo número e posição do grupo metilo ligado ao anel cromanol, sendo a forma mais activa e abundante o  $\alpha$ -tocoferol. Este isómero de tocoferol é considerado a maior forma de vitamina E e a que exerce a maior actividade biológica (Packer et al., 2001). Contudo, apesar do isómero  $\alpha$ -tocoferol ser o que se apresenta em maior concentração na carne, podem aparecer os outros isómeros, dependendo das carnes e da disponibilidade desses isómeros na dieta dos animais (Quaresma et al., 2008; Ponte et al., 2008).

Figura 1: Estrutura do tocoferol e tocotrienol (adaptado de <http://www.fao.org/docrep/v4700s/v4700s04.gif>)



A oxidação lipídica da carne é um dos factores que mais contribui para a degradação da sua qualidade, afectando negativamente o seu valor nutricional e os seus atributos organolépticos, reduzindo deste modo a aceitabilidade dos consumidores. O valor nutricional e características organolépticas da carne são corrompidos pela oxidação de ácidos gordos polinsaturados, pigmentos como a mioglobina e vitaminas lipossolúveis, e pela ocorrência de mudanças a nível do sabor, cor e textura (Morrissey et al., 1994; Morrissey et al., 1998). A referida oxidação ocorre inicialmente a nível dos POLI que constituem a membrana fosfolipídica (Mercier et al., 2001; Yoshida et al., 2003), muito possivelmente logo após abate, onde as mudanças bioquímicas na carne favorecem a oxidação pelo desequilíbrio originado na relação entre factores pró e antioxidantes (Morrissey et al., 1994). A

concentração de vitamina E, sobretudo do isómero  $\alpha$ -tocoferol, e o grau de insaturação dos ácidos gordos presentes no músculo são os principais intervenientes desta oxidação (Morrissey et al., 1994). A vitamina E, principal antioxidante lipossolúvel da carne, apresenta uma função de extrema importância na preservação das qualidades intrínsecas da carne, pela promoção da estabilidade oxidativa da membrana celular. Por outro lado, o grau de insaturação é uma condicionante à referida estabilidade (Morrissey et al., 1998), tendo sido verificada uma correlação positiva entre o grau de insaturação dos ácidos gordos e a extensão do ataque oxidativo, quanto mais insaturados os ácidos gordos se apresentarem maior a susceptibilidade à oxidação e, conseqüentemente, maior a ampliação desta (Wood et al., 2003).

O  $\alpha$ -tocoferol, maior antioxidante dos tecidos (Wood e Enser, 1997; Sell, 1996), localiza-se no interior da membrana celular em justaposição à cadeia fosfolipídica, funcionando como um “*scavenger*” de radicais livres (Higgins et al., 1998). Este antioxidante actua *post mortem*, de modo a “atrasar” a degradação lipídica da carne (Sell, 1996).

A estabilidade oxidativa dos tecidos depende da concentração de  $\alpha$ -tocoferol presente nestes (Sheldon et al., 1997), tendo-se verificado que a carência deste isómero de vitamina E torna as membranas bastante permeáveis e mais susceptíveis aos mecanismos de oxidação, podendo ainda afectar a fluidez destas (Sen et al., 2006). No que diz respeito ao tecido muscular, a concentração de  $\alpha$ -tocoferol está intimamente dependente do tipo de fibra muscular presente no músculo (Jensen et al., 1997), tendo sido observado que os músculos mais oxidativos apresentavam maior capacidade de armazenagem do referido antioxidante (Jakobsen, 1999). Esta constatação, juntamente com o facto de os músculos oxidativos possuírem um maior número de componentes subcelulares, como as mitocôndrias e microsommas, comparativamente aos músculos glicolíticos, confere-lhes esta capacidade mais elevada. No entanto, estes tipos de músculo requerem maiores concentrações de  $\alpha$ -tocoferol para uma melhor prevenção face aos danos oxidativos a que são expostos (Jensen et al., 1998). É frequente atribuir-se uma relação entre a variação da estabilidade oxidativa dos tecidos e o nível de vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol) presente nos mesmos, com o grau de actividade física exercida pelos diferentes músculos (Sheldon, 1984; citado por Sheldon et al., 1997). Nas aves, os músculos do peito são considerados do tipo glicolítico e apresentam menor actividade física que a perna, cujos músculos são considerados do tipo oxidativo (Jakobsen, 1999; Jensen et al., 1998), e por isso o peito apresenta menores necessidades de acumulação de  $\alpha$ -tocoferol nos seus tecidos (Mercier et al., 1998). Porém, embora a quantidade de  $\alpha$ -tocoferol no músculo seja um factor importante no ataque oxidativo, também os níveis de POLI e de pró-oxidantes existentes na carne têm de ser considerados.

Na carne de aves e derivados, os fosfolípidos contêm elevada concentração de POLI na sua constituição (Higgins et al., 1998) e por isso apresentam maior propensão em oxidarse, sendo este factor determinante para o tempo de conservação deste tipo de carne (Marusich et al., 1975, citado por Higgins et al., 1998). Os perus são das espécies avícolas, as que necessitam de maior e contínua suplementação de vitamina E na dieta (Wen et al., 1997). Esta maior necessidade em vitamina E por parte do peru, comparativamente a outras espécies avícolas, não resulta de um maior teor em ácidos gordos polinsaturados, mas de uma menor capacidade em armazenar a vitamina E (Marusich et al., 1975; citado por Higgins et al., 1998; Mercier et al., 2001). Morrissey et al. (1998) mostraram que o regime alimentar dos perus deveria conter pelo menos 300 mg de acetato de  $\alpha$ -tocoferil (suplemento comum de vitamina E adicionado nas rações) por quilograma de ração, de modo a assegurar uma estabilidade oxidativa aceitável da carne destes animais.

Segundo um estudo em perus realizado por de Lanari et al. (2004), foi verificado que o efeito do tipo de músculo na armazenagem de  $\alpha$ -tocoferol pode ser explicado pelas diferenças na capacidade oxidativa e pelo nível de gordura entre a perna e peito. Relativamente ao sexo, foi averiguado que as fêmeas de peru acumulavam maior quantidade de lípidos no músculo do que os machos e, como tal, tinham maior índice de absorção de vitaminas lipossolúveis, como a vitamina E. Observou-se ainda que, o factor idade também exerceu influência na deposição lipídica no músculo, e conseqüentemente, na acumulação de vitamina E, tendo-se verificado que quanto mais velhos os animais, maior a deposição lipídica.

#### **4. Impacto do sistema *outdoor* na qualidade da carne de ave: Enquadramento actual**

O acesso ao *outdoor* encontra-se intimamente relacionado com os sistemas *free-range*, que estão associados ao consumo de pastagem e invertebrados. Porém, o valor nutritivo e sensorial derivado do consumo de tais produtos ainda se encontra sob investigação (Walker and Gordon, 2003).

##### **4.1. Impacto Sensorial**

As aves de produção *free-range* (convencional extensivo e modo de produção biológico) consomem um teor moderado de pastagem. No entanto, o efeito do consumo de pastagem na *performance* das aves e na qualidade da carne de *broiler* ainda não é totalmente conhecido. Resultados de pesquisas nesta área, como os trabalhos desenvolvidos por Ponte et al. (2008) e Fanático et al. (2005 e 2007), sugerem que o

consumo de pastagem poderá promover o desempenho das aves na produção de carne de *broiler* com características sensoriais mais apreciadas pelos consumidores.

Num trabalho de Fanático et al. (2005) que visou a avaliação do impacto sistema de produção (*outdoor versus indoor*) e do genótipo na qualidade do peito de *broiler* foi verificado que o parâmetro colorimétrico  $b^*$ , índice de amarelos, foi significativamente influenciado pelo acesso ao *outdoor*, e conseqüentemente pela ingestão de pastagem, apresentando o sistema de produção *free-range* os maiores valores deste índice. Tal constatação foi também verificada em outros estudos que referiram como justificação a riqueza da pastagem em  $\beta$ -carotenos (Ponte et al., 2008), que como é sabido dá a cor amarelada à carne. Fanático et al. (2005) também verificaram o efeito do sexo sobre o parâmetro colorimétrico  $b^*$ , apresentando as fêmeas, pelo seu maior nível de gordura, o maior valor deste índice.

No referido trabalho (Fanático et al., 2005) foi também possível observar que os peitos de *broiler* mais velhos, os peitos de *broiler* do *outdoor*, manifestavam um maior valor do parâmetro colorimétrico  $a^*$ , apresentando uma maior concentração de pigmentos vermelhos.

No que diz respeito ao parâmetro  $L^*$ , segundo os trabalhos de Fanático et al. (2005) e Ponte et al. (2008), este manteve um valor constante, revelando que o sistema de produção não exerceu influência no brilho da carne, apresentando os animais de origem *outdoor* e de origem *indoor* semelhante valor para este parâmetro da cor.

A tenrura é o atributo sensorial chave na escolha do consumidor (Brooks et al., 2000). Muitas são as explicações para a variação da tenrura da carne. Fletcher (2002) propõe como justificação para as diferenças de tenrura entre peitos de aves de diferentes sistemas de produção a diferença de idade ao abate. Segundo este autor, animais com maior idade ao abate apresentam uma maior maturidade e, conseqüentemente, um maior número de ligações cruzadas e um maior teor de colagénio, que originam carnes menos tenras.

Num trabalho de Fanático et al. (2005) foi verificado que os peitos de *broiler* de origem *indoor* (idade ao abate mais precoce) se apresentaram como os mais tenros, manifestando uma força de corte (o método indirecto utilizado na predição da tenrura) significativamente menor à manifestada nos peitos de origem *outdoor* (idade ao abate mais tardia). Ponte et al. (2008) também constataram semelhantes resultados com as suas pesquisas.

## 4.2. Impacto Nutricional

A pastagem é uma importante fonte de nutrientes, sendo particularmente rica em ácido linolénico e vitaminas lipossolúveis, como a vitamina E e o  $\beta$ -caroteno. O acesso dos animais à pastagem possibilita a produção de uma carne com elevados teores de ácidos gordos polinsaturados da família n-3 e com uma maior protecção antioxidante, resultado de uma maior ingestão de vitamina E e  $\beta$ -caroteno (Ponte et al., 2008). Em termos teóricos, a ingestão de pastagem resultaria num incremento da qualidade nutricional da carne. Contudo, a contribuição da pastagem para a qualidade nutricional da carne de origem *free-range* ainda não está completamente definida, carecendo por isso de um estudo mais aprofundado.

Segundo os trabalhos de Mourão et al. (2008) e Ponte et al. (2008), a pastagem não exerceu um efeito significativo nos teores de lípidos totais, colesterol total e  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E). Contudo, de acordo com os mesmos estudos, o perfil de ácidos gordos na carne de *broiler* apresentou uma influência significativa do consumo de pastagem. Com a incorporação de pastagem na dieta ocorreu um aumento significativo do teor de POLI, da família n-6 e da família n-3, na carne dos animais. No entanto, não foram observadas diferenças no rácio n-6/n-3, apesar da pastagem ser uma fonte de POLI sobretudo da família n-3. A aparente divergência entre a riqueza da pastagem em POLI da família n-3 e a constância do rácio n-6/n-3, parece indicar que as aves são incapazes de incorporar os n-3 da pastagem na quantidade que seria espectável. Tal situação parece resultar da incapacidade do tracto digestivo das aves em digerir os lípidos estruturais da pastagem, onde se encontram os n-3 (Ponte et al., 2008), variando deste modo o teor de n-3 e n-6 na mesma proporção. Foi todavia constatado que a incorporação de pastagem é favorável ao rácio POLI/SAT, resultando assim num rácio mais elevado e mais favorável para a saúde humana.

Como pode ser constatado ao longo da Revisão Bibliográfica, não foram encontradas muitas referências para os parâmetros em estudo em peito de peru. Como tal, foi de total interesse estudar os objectivos previamente indicados nesta carne.

### **III. Materiais e Métodos**

A realização deste estudo decorreu no laboratório da secção de bioquímica da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa e teve como objectivo a avaliação do efeito do sistema de produção e do sexo na caracterização nutricional e sensorial da gordura intramuscular do peito de peru biológico e industrial. A análise nutricional incidiu na quantificação do teor de lípidos totais, colesterol e vitamina E, e na caracterização do perfil de ácidos gordos, enquanto a avaliação sensorial envolveu a análise dos parâmetros: tenrura e cor da carne.

#### **1. Animais e Dietas**

Para a realização deste trabalho foram utilizados 29 amostras de peito de peru, 13 peitos de peru de origem biológica: 7 peitos de macho e 6 peitos de fêmea, e 16 peitos de origem industrial: 8 peitos de macho e 8 peitos de fêmea. As amostras de peito de peru biológico, originárias da Herdade Freixo do Meio localizada em Montemor-o-Novo, eram provenientes de perus pretos, de Estirpe Betina, alimentados à base de ração biológica (RB) e pastagem, e abatidos ambos os sexos aos 6 meses de idade. As amostras de peito de peru industriais, oriundas da empresa de transformação Kilom localizada em Bucelas, eram derivadas de perus brancos, de estirpe comercial BUT 9, alimentados com ração industrial e abatidos às 14-16 e 18-20 semanas de idade, fêmea e macho respectivamente. A ração fornecida aos animais deste sistema de produção foi específica para macho (ração industrial para macho - RIM) e para fêmea (ração industrial para fêmea - RIF).

No quadro da página seguinte (Quadro 2) encontra-se a composição nutricional das rações fornecidas aos perus (RB, RIM e RIF) a nível dos teores de lípidos totais, isómeros de vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$ -tocoferol e  $\gamma$ -tocoferol) e perfil de ácidos gordos.

Quadro 2: Teor de Lípidos Totais, isómeros de vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$ -tocoferol e  $\gamma$ -tocoferol) e perfil de ácidos gordos presente nas rações de peru (RB, RIM e RIF).

	RB	RIM	RIF
LT <sup>1</sup>	5,5	14	8,8
Vitamina E			
$\alpha$ -TF <sup>2</sup>	58,8	80,9	75,8
$\beta$ -TF <sup>3</sup>	36,2	41,8	43,2
$\gamma$ -TF <sup>4</sup>	2,9	8,1	5,0
Ácidos Gordos <sup>5</sup>			
C14:0	1,34	2,24	2,66
C16:0	11,4	13,88	12,81
C18:0	3,05	2,57	2,1
C18:1 cis-9	24,27	27,73	25,96
C18:2 n-6	54,07	50,87	52,99
C18:3 n-3	5,87	2,7	3,47

(LT- lípidos totais, expresso em mg/g de ração)<sup>1</sup>; ( $\alpha$ -TF:  $\alpha$ -tocoferol, expresso em mg/kg ração)<sup>2</sup>; ( $\beta$ -TF:  $\beta$ -tocoferol, expresso em mg/kg ração)<sup>3</sup>; ( $\gamma$ -TF:  $\gamma$ -tocoferol, expresso em mg/kg ração)<sup>4</sup> (Ácidos Gordos, expressos em % do total de ácidos gordos na ração)<sup>5</sup>

## 2. Análises Bioquímicas

### 2.1. Processamento das amostras

Das amostras de peito de peru, foi seleccionado apenas o músculo do peito, desprovido de tecido adiposo e respectivas fáscias de tecido conjuntivo. O músculo foi limpo de imediato e homogeneizado com o auxílio de uma picadora Moulinex (3-5 segundos), e de seguida dividido em amostras com pequenas porções de acordo com a especificidade das análises a efectuar. As amostras de músculo utilizadas para a análise do colesterol e vitamina E foram embaladas a vácuo e mantidas a uma temperatura de  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  até à execução das análises. Enquanto as amostras de carne para análise do teor de lípidos totais e ácidos gordos foram congeladas a uma temperatura de  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sendo posteriormente liofilizadas e armazenadas em exsiccadores com sílica de gel activada, até à realização das respectivas análises.

### 2.2. Procedimentos analíticos

Toda a metodologia inerente ao estudo e análise da carne de peru foi baseada nos protocolos técnicos previamente definidos pela secção de Bioquímica da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa, procedimentos esses já anteriormente adaptados ao estudo da carne e utilizados para o estudo dos parâmetros em análise.

## **2.3. Determinação da Matéria Seca**

### **2.3.1. Procedimento Técnico**

A matéria seca das amostras em estudo foi determinada por liofilização, de acordo com o método descrito por Rosenkranz (1983). O método consistiu na pesagem de 20,0 g da amostra para um copo de plástico (em duplicado) e posterior congelação a uma temperatura de  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Seguidamente as amostras recolhidas foram colocadas num liofilizador (Edwards Modulyo) ajustado a  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  e 10 bar, durante 72 horas. Findo o período de liofilização, as amostras foram pesadas e o produto liofilizado foi armazenado num exsiccador de vidro com sílica de gel activada aguardando posterior análise.

### **2.3.2. Cálculos**

O teor de matéria seca, expresso em g por g de carne, foi calculado segundo a seguinte relação algébrica:

$$\text{MS} = m_1/m_0$$

Onde,

MS = matéria seca

$m_1$  = massa da toma de ensaio expressa em g após 72 horas de liofilização

$m_0$  = massa da toma de ensaio expressa em g antes da liofilização

As amostras só foram consideradas liofilizadas quando, após as 72 horas no liofilizador, os valores de duas pesagens de cada amostra, efectuadas com 1 hora de intervalo, não excedessem 1 % de variação. Caso tal não fosse verificado, o período de liofilização era estendido até se atingir o objectivo mencionado.

## **2.4. Extracção e quantificação dos lípidos totais**

### **2.4.1. Procedimento Técnico:**

O método adoptado para a técnica de extracção e quantificação dos lípidos encontra-se de acordo com o descrito por Fritsche et al. (2000).

Na noite da véspera da realização da técnica, os balões de rotoevaporador foram pesados e desidratados numa estufa (estufa de aquecimento Struers) a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Terminada a

desidratação, foram retirados para um exsiccador de vidro com sílica de gel activada e foram pesados 1 hora depois.

Para cada amostra foi pesado 0,2500 g de músculo liofilizado para tubos de 16 ml, em duplicado. A cada tubo foram adicionados 2,5 ml de metanol com adição de 25 mg/l de butilhidroxitolueno (BHT)\* e deixou-se humedecer a amostra durante 5 minutos. Os tubos foram agitados no vortex durante 10 segundos e colocados no banho-maria com ultra-sons (modelo MX B14), durante 5 minutos a uma temperatura de 30 °C, com uma agitação regular. De seguida procedeu-se quatro extracções:

1ª Extracção: Foram adicionados 5 ml de diclorometano com adição de 25 mg/l de BHT, agitando no vortex durante 10 segundos, e colocados no banho de ultra-sons, durante 5 minutos, a 30°C. O homogeneizado foi centrifugado a 2500 rotação por minuto (rpm) durante 5 minutos (Centrifuga Sigma, modelo 6K10).

Recolheu-se a fase líquida de cada tubo, que foi filtrada para um tubo de plástico de 50 ml.

2ª Extracção: Ao resíduo da centrifugação anterior foram adicionados 7,5 ml de solução de diclorometano/metanol (4:1 v/v) com adição de 25 mg/l de BHT, procedendo-se de forma semelhante à extracção anterior. Agitaram-se os tubos no vortex durante 10 segundos, e colocaram-se no banho de ultra-sons, durante 10 minutos, a 30 °C. De seguida procedeu-se a uma centrifugação a 2500 rpm durante 5 minutos.

Novamente, a fase líquida de cada tubo foi recolhida e filtrada para o mesmo tubo de plástico de 50 ml.

3ª Extracção: À fase sólida resultante da centrifugação anterior foram adicionados 7,5 ml de solução de diclorometano/metanol com adição de 25 mg/l de BHT, tendo-se executado o protocolo anterior com excepção do tempo de agitação no banho-maria com ultra-sons que foi apenas de 5 minutos. Mais uma vez, o sobrenadante foi aspirado para o tubo de plástico de 50 ml, anteriormente referido.

4ª Extracção: Para finalizar, foram adicionados 7,5 ml de solução de n-Hexano com adição de 25 mg/l de BHT à fase sólida e repetiu-se o protocolo da 1ª extracção.

A cada tubo de 50 ml, onde foram recolhidos os vários extractos, foram adicionados 7,5 ml de cloreto de potássio a 0,8 % e procedeu-se a uma agitação por inversão. Seguidamente os tubos foram centrifugados, a 3500 rpm durante 20 minutos. As fases orgânicas foram aspiradas e filtradas com um filtro separador de fases (Papel de filtro nº 1 Whatman Inc.) humedecido com diclorometano para um balão de rotoevaporador (2 balões

por amostra) previamente desidratado e pesado, como descrito anteriormente. Os solventes dos balões foram evaporados em rotoevaporador (rotoevaporador Heidolph, modelo VV1), a 35 °C, e os resíduos foram desidratados na estufa, a 70 °C durante 2 horas, e arrefecidos no exsicador. Uma hora depois, os balões foram pesados para determinar os lípidos totais.

\*Nota: O butilhidroxitolueno (BHT) é um antioxidante que foi adicionado na proporção de 25 mg por cada litro de solução.

#### **2.4.2. Cálculos:**

O cálculo do teor lipídico, expresso em mg/g de carne, foi obtido pela equação:

$$\text{Lípidos totais} = (\Delta M \times 1000/m) \times MS \times 0,01$$

Em que,

$$\Delta M = M2 - M1$$

M2 = massa do balão com resíduo, expressa em g

M1 = massa do balão, expressa em g

MS = matéria seca, expressa em percentagem da matéria húmida

m = massa da amostra, expressa em g

O teor de lípidos totais de cada amostra foi obtida a partir da média aritmética de duas determinações efectuadas em paralelo, tendo sido aceite um coeficiente de variação inferior a 15 % entre duplicados, e tendo sido repetidas as análises sempre que o coeficiente de variação ultrapassasse esse patamar.

### **2.5. Quantificação simultânea do teor de colesterol total e vitamina E**

#### **2.5.1. Procedimento Técnico:**

Para esta técnica adoptou-se o método Cromatografia Líquida de alta pressão (HPLC) em fase normal para carne fresca, onde ocorre uma saponificação directa e há extracção dos resíduos lipofílicos com n-hexano.

### Saponificação e extracção:

Descongelou-se previamente a carne e pesou-se para cada amostra 0,7500 g de músculo homogeneizado para tubos de 16 ml, em duplicado. A estes tubos foram adicionados 0,2 g de ácido ascórbico e 5,5 ml de solução de saponificação (solução metanólica de hidróxido de potássio 11 %, preparada extemporaneamente\*). Para evitar a aglomeração do músculo, a amostra foi de imediato agitada no vortex. Seguidamente, substituiu-se a atmosfera dos tubos por azoto e a mistura foi novamente agitada até à homogeneização total da amostra. O processo de saponificação decorreu em banho-maria, a 80 °C e 200 rpm, durante 15 minutos, seguido de 1 minuto de arrefecimento em água fria. Após o arrefecimento dos tubos, adicionou-se à mistura 1,5 ml de água destilada (Água Milli-Q) e 3 ml de n-hexano com adição de 25 mg/l de BHT e seguiu-se uma agitação vigorosa no vortex durante 2 minutos e uma centrifugação de 5 minutos a 2500 rpm (Centrifuga Sigma, modelo 6K10), de forma a acelerar a separação de fases. Aspirou-se a fase superior (n-hexano) para pequenos tubos, aos quais se adicionou sulfato de sódio anidro (uma pequena quantidade na ponta da espátula). Procedeu-se novamente a uma agitação rápida no vortex (cerca de 10 segundos) e filtrou-se uma alíquota das fases superiores do n-hexano com o filtro hidrofóbico 0,45 µm para vials âmbar de 1,5 ml para a análise por HPLC.

\*Esta solução era de preparação extemporânea e como tal, tinha de ser preparada no dia de realização da técnica, de acordo com o volume necessário para cada dia. Para a preparação da solução metanólica de hidróxido de potássio a 11% (P/V) foram dissolvidas 11 g de hidróxido de potássio em 45 ml de água destilada, perfazendo-se o volume com etanol até aos 100 ml.

## **2.5.2. Análise por cromatografia líquida de alta pressão (HPLC)**

### **2.5.2.1. Equipamento:**

O sistema HPLC utilizado é um Agilent série 1100, composto por uma bomba quaternária (Agilent G1311A), desarejador de solvente (Agilent G1322A), uma coluna de sílica de fase normal (Zorbax Rx-Sil, 4,6 mm ID x 250 mm; 5 µm de tamanho de partícula), forno termostaticado (Agilent G1316A), um detector de fotodíodos (Agilent G1315A) e um detector de fluorescência (Agilent G1321A). O software utilizado na análise por HPLC foi HP ChemStation for LC 3D.

Na análise simultânea de colesterol e vitamina E (tocoferóis e tocotrienóis) nas amostras, foi utilizada uma coluna de sílica de fase com detecção de fluorescência para a

vitamina E (excitação a um comprimento de onda de 295 nm e emissão a um comprimento de onda de 325 nm) e o detector de fotodíodos UV-visível para o colesterol (comprimento de onda de 202 nm). Os níveis de colesterol total e vitamina E (tocoferóis e tocotrienóis) foram calculados em duplicado e, apenas foram aceites os resultados cujo coeficiente de variação se verificava inferior a 10 %. Sempre que tal não se verificou, as análises foram repetidas.

#### **2.5.2.2. Reagentes:**

- Fase móvel: 1 % Isopropanol em n-hexano, preparada por adição de 1 ml de Isopropanol em 99 ml de n-hexano.

#### **2.5.2.3. Procedimento técnico:**

O volume injectado da amostra variou de 20 a 100 µl, de forma a obter volumes dentro do intervalo de linearidade das duas curvas padrão. A fase móvel foi constituída por 1 % Isopropanol em n-hexano com um fluxo de 1ml/minuto, com recurso a uma coluna de sílica de fase normal ajustada a 20 °C e a um detector fotodíodos ajustados a 206 nm, e o tempo de corrida do método foi de 17 minutos.

#### **2.5.3. Cálculos:**

Os teores de colesterol e vitamina E (tocoferóis e tocotrienóis) na carne são calculados com base numa técnica de padrão externo, a partir do cálculo da área do pico da curva padrão *versus* concentração. A curva padrão foi obtida por análise de regressão usando sete concentrações diferentes de soluções padrão em triplicado (Prates et al., 2006). O teor total de colesterol foi expresso em mg/100 g de carne enquanto o teor de vitamina E (tocoferóis e tocotrienóis) foi expresso em µg/g de carne.

Para a detecção do teor de vitamina E e do teor total de colesterol foram usadas curvas de calibração, duas curvas de calibração foram utilizadas para a determinação do perfil de vitamina E (representada nas amostras de peito de peru pelos homólogos tocoferol  $\alpha$ -;  $\beta$ - e  $\gamma$ -) e foi utilizada uma curva de calibração para o colesterol, respectivamente para as áreas dos picos a que foi feita a detecção.

### **2.6. Transesterificação combinada dos ácidos gordos totais**

#### **2.6.1. Procedimento Técnico:**

O método adoptado para a técnica encontra-se de acordo com o descrito por Raes et al. (2001).

Pesou-se para cada amostra 0,2500 g de músculo liofilizado para tubos de 16 ml, em duplicado. A cada tubo foi adicionado 1 ml de tolueno seco com adição de 25 mg/l de BHT, 100 µl de solução padrão Éster Metílico de Ácidos Gordos (FAME)\* e 3 ml de solução de metóxido de sódio 0,5 M\*. Seguidamente, as amostras foram colocadas na estufa (estufa de aquecimento Struers), a 50 °C, durante 30 minutos. Findo os 30 minutos, retiraram-se as amostras, que arrefeceram à temperatura ambiente. Após o arrefecimento, adicionou-se a cada amostra 2 ml da solução de ácido clorídrico/metanol (v/v), agitou-se no vortex durante 10 segundos e as amostras foram colocadas novamente na estufa, a 50 °C, durante 10 minutos. Após um novo arrefecimento à temperatura ambiente, adicionou-se às amostras 2 ml de água *Milli Q* e extraiu-se duas vezes com 3 ml de n-Hexano. Seguidamente agitou-se no vortex (10 segundos) e procedeu-se a uma centrifugação de 2500 rpm, durante 5 minutos (Centrífuga Sigma, modelo 6k10). Recolheu-se os sobrenadantes de cada amostra para outro tubo de 16 ml e adicionou-se a este 0,5 g de sulfato de sódio anidro, agitando-se a mistura no vortex durante 10 segundos. Centrifugou-se novamente a mistura (centrifugação a 2500 rpm, durante 5 minutos) e aspirou-se o solvente para um tubo graduado. De seguida, procedeu-se à evaporação do solvente sob uma corrente de azoto, à temperatura ambiente, até obter um volume exacto de 2 ml. Por último, filtrou-se o solvente através de uma seringa de filtro hidrofóbico 0,45 µm para um vial para a posterior determinação do perfil de ácidos gordos totais.

\* É de notar que,

- Solução de FAME: 20 mg de padrão interno FAME C19:0/ml de n-hexano.
- Metóxido de sódio 0,5 M: Solução de Metóxido de sódio 0,5 mol por cada litro de metanol de anidro.
- Solução de ácido clorídrico/metanol 1/1 (v/v): Mistura de ácido clorídrico a 37 % e metanol num volume de 1/1.

## **2.6.2. Determinação do perfil de ácidos gordos totais por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama**

### **2.6.2.1. Equipamento utilizado:**

- HP 6890 série 11;
- Sistema de cromatografia gasosa de injeção manual, equipado com uma coluna capilar de sílica (Sp<sup>TM</sup> 2560, 100m x 0,25 mm; 0,20 µm de tamanho e partícula) e um detector de ionização de chama.

### 2.6.2.2. Reagentes químicos e soluções:

- Gás de arraste: Hélio comercial;
- Fase estacionária: coluna capilar de sílica (0.32 mm di. X 30m);
- Mistura padrão de ácidos gordos.

### 2.6.2.3. Procedimento técnico:

O procedimento técnico decorreu nos laboratórios da Estação Zootécnica de Santarém.

Os ésteres metílicos dos ácidos gordos foram separados e quantificados por cromatografia gasosa, de acordo com a técnica citada por Fritsche et al. (2000).

A temperatura foi programada para subir 4° C/minuto entre 180 °C e 200 °C e mantida neste valor durante 10 minutos. Seguidamente, sofreu novamente um aumento, à velocidade de 4 °C/minuto até ao 210 °C, e foi mantida neste valor durante 14,5 minutos.

Volume injectado: 20 µl de amostra;

Temperatura do detector: 250 °C;

Temperatura do injector: 250 °C;

Gás de arraste: Hélio comercial com um fluxo de 1,0 ml/minuto e *split fatia* de 100:1.

Os ácidos gordos estereificados foram identificados por comparação dos respectivos tempos de retenção com os padrões da Sigma e pelo uso de quadros de comprimento equivalente de cadeia (CEC) descritos por Christie et al. (1989).

As percentagens das áreas dos picos foram obtidas com a recorrência ao software da Varian e os valores foram expressos em percentagem do total da resposta não corrigida no detector.

Os quadros de CEC permitiram a identificação de alguns ácidos gordos, usando o  $T_r$  dos saturados com o número par que os antecederam e precediam segundo a fórmula abaixo explicitada para a determinação do valor CEC.

$$CEC = (2 (\log (I / n) / \log (n+2 / n))) + nCEC$$

Em que,

I = tempo de retenção do ácido gordo desconhecido

n = tempo de retenção do saturado anterior

$n+2$  = tempo de retenção do saturado com mais dois átomos de carbono

$n_{CEC}$  = nº de átomos de carbono do saturado anterior

Após a obtenção de um resultado consultou-se a tabela de identificação CEC (Christie, 1989) para localizar o ácido gordo mais próximo do valor obtido.

### 2.6.3. Cálculos:

O teor total de cada ácido gordo, expresso em g/100 g de carne ou percentagem do total de ácidos gordos, foi calculado pela relação:

$$\text{Teor total de FAME} = (\text{Teor relativo de FAME} \times F \times \text{LT})$$

Onde,

Teor relativo de FAME = teor de ácido gordo, expresso em percentagem

F = factor de correcção, em g do ácido gordo/g de FAME

LT = lípidos totais, expresso em g/g de músculo.

O factor de correcção F é calculado pela expressão:

$$F = 0,933 - 0,143/\text{LT}$$

Sendo,

LT = lípidos totais da amostra expressos em g/g de carne

O teor relativo de FAME na amostra é dado pela equação:

$$\text{Teor relativo de FAME} = (A_x \times 100) / (A_t - A_{BHT} - A_{PI})$$

Em que,

$A_x$  = área do ácido gordo a determinar

$A_t$  = área total dos picos

$A_{BHT}$  = área correspondente ao BHT

$A_{PI}$  = área correspondente ao padrão interno

### **3. Análise sensorial**

Na análise sensorial foram avaliados os parâmetros pH, cor e tenrura das amostras de peito de peru.

As amostras de peito recolhidas para análise dos parâmetros sensoriais foram limpas, embaladas a vácuo e congeladas a uma temperatura de  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  até à realização da respectiva análise.

#### **3.1. Medição do pH**

O pH das amostras foi medido com o recurso a um potenciómetro com termómetro, portátil e com eléctrodos de penetração (Hanna Instruments 99163).

Para a medição do pH efectuaram-se três medições em diferentes locais das amostras de peito. Os valores finais são resultantes da média aritmética dos valores obtidos nas três medições.

#### **3.2. Análise da cor**

A cor das amostras foi medida com um colorímetro Minolta Chroma (modelo CR300).

O sistema utilizado neste trabalho foi o CIE  $L^* a^* b^*$ , em que  $L^*$  é o valor da luminosidade e varia de 0 (preto) a 100 (branco) enquanto os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  são as coordenadas de cromaticidade, o  $a^*$  mede a proporção entre as cores verde e vermelho e o  $b^*$  mede a proporção entre o azul e o amarelo.

Os valores de  $a^*$  e de  $b^*$  variam entre +60 (vermelho e amarelo, respectivamente) e -60 (verde e azul, respectivamente).

#### **3.3. Análise da tenrura**

O método utilizado no trabalho para a medição da força de corte é um dos mais comuns e mede a resistência da carne ao corte por uma lâmina e é um modo indirecto de determinar a tenrura da carne.

Para a determinação da força de corte as amostras foram previamente cozidas em banho-maria até atingirem uma temperatura de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  no seu centro geométrico. Após o arrefecimento à temperatura ambiente, foram preparadas 3 a 5 amostras em forma de paralelepípedo com  $1\text{ cm}^2$  de secção e com eixo de maior dimensão paralelo ao sentido das

fibras musculares. A força de corte foi determinada com um texturómetro TA-tx2i Texture Analyser (Stable Micro Systems), equipado com uma lâmina do tipo Warner-Bratzler e ligado a um computador com software Texture Expert Exceed (Stable Micro Systems). O texturómetro registou a força máxima necessária para cortar a amostra. Os cortes efectuaram-se no sentido perpendicular ao das fibras musculares e a força máxima foi expressa em quilograma.

Os resultados obtidos para cada amostra são a média aritmética dos cortes efectuados.

#### **4. Análise Estatística**

A análise estatística dos dados foi efectuada por análise de variância com recurso ao programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2004) através do procedimento *General linear models* (GLM). O método utilizado envolveu um modelo que incluiu os efeitos principais: sexo e sistema de produção e a sua interacção.

## IV. Resultados e Discussão

### 1. Lípidos totais e Colesterol

Os teores de lípidos totais e de colesterol total na carne são usualmente quantificados e avaliados em estudos onde se pretende avaliar a qualidade nutricional da fracção lipídica da carne. O interesse sobre estes dois parâmetros não é recente e resulta da sua relação com a saúde humana. O teor de lípidos totais representa um paradoxo, pois enquanto as recomendações nutricionais sugerem a redução no seu consumo, a qualidade sensorial da carne é negativamente influenciada pela diminuição dos seus teores, sendo necessário encontrar um intervalo de valores onde se cumpra os objectivos de ambas as variantes. No que diz respeito ao teor de colesterol, a ingestão em excesso deste constituinte celular tem sido associada a diversas patologias do foro cardiovascular sendo por isso recomendável limitar o seu consumo de forma a não exceder um máximo diário de 300 mg. Os resultados da análise aos referidos parâmetros encontram-se no Quadro 3.

Quadro 3 – Efeito do sistema de produção e do sexo sobre os teores de lípidos totais e colesterol total na carne do peito de peru (resultados apresentados como média  $\pm$  SEM).

	Biológico		Intensivo		Significância		
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	S	SP	S*SP
LT <sup>1</sup>	9,61 $\pm$ 0,001	9,73 $\pm$ 0,001	4,88 $\pm$ 0,001	7,15 $\pm$ 0,001	n.s.	**	n.s.
CLT-T <sup>2</sup>	31,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	29,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	49,8 <sup>c</sup> $\pm$ 0,009	37,1 <sup>b</sup> $\pm$ 0,009	*	n.s.	***

Significância: n.s.(não significativo); \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001;

<sup>a, b, c</sup>: letras diferentes na mesma linha supracitada correspondem a probabilidades diferentes

(LT: lípidos totais, expresso em mg/g de carne)<sup>1</sup>; (CLT-T: colesterol total, expresso em mg/100 g carne)<sup>2</sup>

S: sexo; SP: sistema de produção; S\*SP: interação entre o sexo (S) e sistema de produção (SP)

#### 1.1. Lípidos Totais

A análise do teor de lípidos totais em peito de peru (Quadro 3) revelou que este parâmetro foi significativamente influenciado pelo sistema de produção, tendo-se encontrado teores significativamente ( $P<0,05$ ) mais elevados de lípidos totais no peito de peru biológico (9,61-9,73 mg/g de carne) comparativamente ao presente no peito de peru intensivo (4,88-7,15 mg/g), não se verificando para este parâmetro uma influência significativa do factor sexo ( $P\geq 0,05$ ).

Os resultados obtidos para o teor de lípidos totais presentes no peito de peru intensivo e no peito de peru biológico são intermédios aos encontrados na bibliografia que,

sem discriminação do sexo dos animais em análise e da respectiva idade ao abate, apresentaram uma considerável variabilidade entre estudos, com o teores de lípidos totais a variarem entre 5 mg/g (Baggio et al., 2002) e 10-20 mg/g (Komprda, et al., 2003; Chartrin et al., 2006).

A diferença no teor de lípidos totais no peito de peru associada aos diferentes sistemas de produção deverá ser vista como resultante da diferente genética, diferente alimentação, e diferente idade ao abate, uma vez que a carne em comparação é proveniente de animais de duas estirpes com base genética distinta, que são abatidos a diferentes idades (os perus criados biologicamente são abatidos mais tardiamente comparativamente aos perus criados em sistema industrial). Considerou-se ainda que, o teor de lípidos totais no peito de peru poderia ser influenciado pelo teor de lípidos totais na dieta, nomeadamente nas rações. Contudo, a análise da ração de ambos os sistemas de produção (Quadro 2) não confirmou essa suposição, tendo-se inclusive verificado que a dieta com teores mais altos de lípidos totais proporcionou os peitos de peru mais magros. Deste modo, a diferença observada no teor de lípidos totais em peito de peru poderá ser atribuída a diferentes factores como: a alimentação, a genética e a maturidade ao abate, podendo resultar do efeito isolado de uma das referidas variáveis ou do efeito combinado de duas ou até das três variáveis, uma vez que, cada um destes factores isoladamente poderia, em teoria, ser responsável por esta diferença.

Considerando que, os teores de lípidos totais observados neste estudo, se encontram em ambos os sistemas de produção e sexos, abaixo dos 5 %, conclui-se que o peito de peru poderá ser considerado uma carne magra, em concordância com o estabelecido pelo Food Advisory Committee (1990).

## **1.2. Colesterol**

No que respeita ao teor de colesterol total (Quadro 3), verificou-se que o peito de peru proveniente do sistema de produção intensivo apresenta teores de colesterol total significativamente ( $P < 0,05$ ) superiores comparativamente ao teor de colesterol presente no peito de peru proveniente do sistema de produção biológico. No sistema de produção intensivo verificou-se que o peito de peru macho apresentava um teor de colesterol total (49,8 mg/100 g de carne) significativamente superior ( $P < 0,05$ ) ao observado no peito de peru fêmea (37,1 mg/100 g de carne), enquanto no sistema de produção biológico não se observaram diferenças significativas no teor de colesterol total entre os dois sexos (29-31,3 mg/100 g de carne).

Os teores de colesterol total observados no peito de peru industrial são em termos médios semelhantes aos valores apresentados por Chizzolini et al. (1999) para o peito de peru (sem pele), enquanto o peito de peru biológico apresentou valores consideravelmente abaixo dos referenciados.

A disparidade nos teores de colesterol pode resultar de diferenças genéticas entre as duas estirpes em comparação, podendo também estar associada a diferenças na maturidade ao abate. Tal sugestão resulta do facto de no sistema de produção biológico ambos os sexos serem abatidos à mesma idade, o que não se verifica no sistema de produção intensivo, onde os perus do sexo feminino são abatidos mais cedo comparativamente aos do sexo masculino, devido ao seu maior ritmo de deposição de gordura. Deste modo, poderá ser feita uma associação entre as diferenças no teor de colesterol observadas aos factores: genética e idade (ambos referidos anteriormente), e também aos factores nutrição e sistema de produção, que no seu conjunto podem originar diferenças significativas na composição do músculo do peito (Chizzolini et al., 1999). Os músculos constituídos por fibras musculares predominantemente oxidativas apresentam um teor de colesterol total mais elevado comparativamente aos músculos constituídos por fibras predominantemente glicolíticas. Isto porque, o colesterol total presente no músculo depende de uma correlação directa com os fosfolípidos e o colesterol membranar, e o teor mais elevado de colesterol nas fibras oxidativas é resultante da combinação de dois factores: a maior riqueza em mitocôndrias e de um menor diâmetro interno em corte transversal, proporcionando um maior rácio sarcolena/volume total (Alasnier et al., 1996). A nutrição do animal pode também influenciar de forma significativa o teor de colesterol total presente no tecido muscular, tal situação parece resultar do perfil de ácidos gordos presentes na dieta, nomeadamente o nível de ácidos gordos polinsaturados. Quanto maior o teor de ácidos gordos polinsaturados na dieta, sobretudo da família n-3, menor é o teor de colesterol que o músculo apresenta (Komprda et al., 2003).

## 2. Vitamina E

A oxidação lipídica é, a par com o desenvolvimento microbiano, responsável pela perda das qualidades nutricionais e organolépticas da carne (Buckley et al., 1995; Castellini et al., 2005), sendo conseqüentemente responsável por importantes prejuízos econômicos. A vitamina E, principal antioxidante lipossolúvel da carne, pode graças à sua ação *scavenger* de radicais livres, atrasar a progressão da oxidação lipídica (Morrissey et al., 1998), preservar as qualidades nutricionais e organolépticas da carne por mais tempo e conseqüentemente, alargar o tempo de conservação da carne. Os resultados da análise ao teor de vitamina E no peito de peru encontram-se no Quadro 4.

Quadro 4 – Efeito do sistema de produção e do sexo sobre os teores de vitamina E (isômeros  $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$ -tocoferol e  $\gamma$ -tocoferol) na carne do peito de peru (resultados apresentados como média  $\pm$  SEM).

	Biológico		Intensivo		Significância		
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	S	SP	S*SP
$\alpha$ -TF <sup>1</sup>	1,46 $\pm$ 0,271	1,15 $\pm$ 0,254	3,04 $\pm$ 0,293	2,59 $\pm$ 0,293	n.s.	**	n.s.
$\beta$ -TF <sup>2</sup>	0,22 $\pm$ 0,042	0,26 $\pm$ 0,045	0,25 $\pm$ 0,039	0,27 $\pm$ 0,039	n.s.	n.s	n.s.
$\gamma$ -TF <sup>3</sup>	0,12 <sup>b</sup> $\pm$ 0,041	0,47 <sup>a</sup> $\pm$ 0,045	0,12 <sup>b</sup> $\pm$ 0,039	0,13 <sup>b</sup> $\pm$ 0,039	**	***	***

Significância: n.s.(não significativo); \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001;

<sup>a, b, c</sup>: letras diferentes na mesma linha supracitada correspondem a probabilidades diferentes

( $\alpha$ -TF:  $\alpha$ -tocoferol, expresso em  $\mu$ g/g carne)<sup>1</sup>; ( $\beta$ -TF:  $\beta$ -tocoferol, expresso em  $\mu$ g/g carne)<sup>2</sup>

( $\gamma$ -TF:  $\gamma$ -tocoferol, expresso em  $\mu$ g/g carne)<sup>3</sup>

S: sexo; SP: sistema de produção; S\*SP: interação entre o sexo (S) e sistema de produção (SP)

Considerando que os mamíferos e aves não têm a capacidade de sintetizar a vitamina E, os seus teores nos tecidos são totalmente dependentes da dieta (Jensen et al., 1998). No caso em estudo, os animais foram submetidos a diferentes regimes alimentares, os perus criados no sistema biológico (ambos os sexos) foram alimentados à base de ração biológica (RB) com reforço a pastagem (não analisada neste estudo), enquanto os perus do sistema de produção intensivo tiveram uma alimentação à base de ração adequada à sua fase de crescimento, com uma composição de acabamento diferente entre macho (RIM) e fêmea (RIF). Assim, o teor de vitamina E existente na carne destes animais é essencialmente dependente da quantidade de vitamina E na ração e ainda, no caso dos perus criados em sistema biológico, do teor da vitamina E presente na pastagem, uma vez que esta é considerada uma boa fonte desta vitamina (Kerry et al., 2000; citado por Ponte et al., 2008).

A análise das rações (Quadro 2) permitiu verificar que todas (RB, RIM e RIF) continham os mesmos isómeros de vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$ -tocoferol e  $\gamma$ -tocoferol), que também foram identificados no peito de peru de ambos os sistemas de produção, independentemente do sexo dos animais.

O  $\alpha$ -tocoferol, principal isómero da vitamina E nos tecidos biológicos, apresentou-se como o isómero da vitamina E presente em maior concentração no peito de peru, independentemente do sexo e do sistema de produção. A superioridade na concentração do  $\alpha$ -tocoferol no peito de peru relativamente a outros isómeros da vitamina E é comum para a carne de aves (Ponte et al., 2008) e também para carne de mamíferos (Wood e Enser, 1997).

Da análise ao quadro 4 verificou-se que, o teor de  $\alpha$ -tocoferol manifestou-se significativamente ( $P < 0,05$ ) variável com o sistema de produção, apresentando o peito de animais oriundos de produção industrial um maior teor deste isómero de vitamina E (2,59-3,04  $\mu\text{g/g}$  carne) comparativamente ao peito de animais oriundos de sistema de produção biológica (1,15-1,46  $\mu\text{g/g}$  carne), não se verificando uma influência significativa do factor sexo ( $P \geq 0,05$ ) para este parâmetro. Da análise das rações de acabamento do peru dos dois sistemas de produção (Quadro 2) verificou-se que a ração utilizada no acabamento do peru intensivo (RIM e RIF) apresentava teores de  $\alpha$ -tocoferol consideravelmente superiores à ração do peru biológico (RB), o que vai de encontro aos teores de  $\alpha$ -tocoferol encontrados no peito de peru, justificando-se assim as diferenças encontradas no peito de peru dos dois sistemas de produção. A semelhança verificada no teor de  $\alpha$ -tocoferol entre sexos do mesmo sistema de produção poderá ser imputada ao teor semelhante deste isómero de vitamina E nas rações fornecidas (Quadro 2): no sistema de produção intensivo, RIM e RIF apresentam teor semelhante de  $\alpha$ -tocoferol, enquanto no sistema biológico é fornecida a mesma ração a ambos os sexos.

Num estudo de quantificação do teor  $\alpha$ -tocoferol em peito de peru industrial da estirpe BUT (sem discriminação do sexo dos animais) alimentados com uma ração suplementada com acetato de  $\alpha$ -tocoferil (200 mg/g de ração), verificaram-se valores relativamente próximos dos apresentados nos peitos de peru criado intensivamente (Mercier et al., 2001). No que diz respeito aos teores de  $\alpha$ -tocoferol apresentados nos peitos de peru do sistema de produção biológico foram encontrados teores semelhantes num estudo de Mercier et al. (1998) em peito de peru da estirpe BUT (sem discriminação ao sexo dos animais) alimentados com rações enriquecidas de acetato  $\alpha$ -tocoferil (30 mg/g de ração).

No que respeita aos teores de  $\beta$ -tocoferol (Quadro 4), estes apresentaram valores semelhantes ( $P \geq 0,05$ ), independentemente do sexo e do sistema de produção, não se observando diferenças significativas ( $P \geq 0,05$ ) entre os peitos de peru em análise. Esta semelhança poderá ser, novamente, atribuída à ração, uma vez que as rações fornecidas

aos animais (RIM, RIF e RB) apresentaram um teor de  $\beta$ -tocoferol relativamente próximo (Quadro 2).

Na ausência de bibliografia referente ao parâmetro  $\beta$ -tocoferol em peito de peru, procedeu-se à comparação dos resultados obtidos neste estudo com outros estudos realizados em carne de animais de capoeira. Ponte et al. (2008), determinou valores de  $\beta$ -tocoferol em peito de *broiler* (estirpe Ross abatidos aos 35 e aos 81 dias de idade) inferiores aos quantificados neste estudo para o peito de peru, no entanto, o teor deste isômero da vitamina E na ração fornecida aos *broilers* também era consideravelmente inferior ao teor determinado em todas as rações de peru.

Relativamente ao teor de  $\gamma$ -tocoferol (Quadro 4), foi observado que no sistema de produção intensivo os peitos de machos e fêmeas apresentavam teores de  $\gamma$ -tocoferol (0,12-0,13  $\mu\text{g/g}$  de carne) semelhantes ( $P \geq 0,05$ ), contrastando com o divergente ( $P < 0,05$ ) teor de  $\gamma$ -tocoferol manifestado entre os sexos no sistema de produção biológico, apresentando o peito de fêmea (0,47  $\mu\text{g/g}$  de carne) o maior teor deste isômero de vitamina E. A diferença observada no teor de  $\gamma$ -tocoferol, entre peitos de machos e fêmeas biológicos ocorreu apesar dos dois sexos terem sido submetidos ao mesmo manejo alimentar (beneficiando da mesma ração e pastagem) e de terem sido abatidos com a mesma idade. Deste modo, uma vez que, tanto a dieta como a idade são iguais para os perus biológicos de ambos os sexos, a desigualdade verificada apenas poderá ser imputada à maior capacidade de deposição de gordura por parte da fêmea, que por isso, apresentou uma maior capacidade de acumulação de vitamina E (Lanari et al., 2004). No que diz respeito ao teor deste isômero de vitamina E no peito de perus criados intensivamente, este assumiu valores semelhantes para ambos os sexos, e tal não é verificado nas rações fornecidas aos animais (RIM e RIF), que contêm um teor de  $\gamma$ -tocoferol diferente. A semelhança no teor de  $\gamma$ -tocoferol presente no peito dos dois sexos de peru industrial pode ser atribuída, mais uma vez, aos diferentes ritmos de deposição de gordura entre macho e fêmea, pois é verificado que embora a fêmea proveniente do sistema industrial tenha à disposição uma ração com o menor teor de  $\gamma$ -tocoferol (RIF) comparativamente com a ração fornecida ao macho (RIM), ambos os sexos apresentaram semelhante teor deste isômero de vitamina E.

Um estudo efectuado por Lanari et al. (2004), revelou que o teor de  $\gamma$ -tocoferol presente no peito de galinha comercial (estirpe Cobb), alimentada com uma dieta base com vários tipos de suplementos, não apresentava valores em consonância (quase todos expressivamente superiores) com os teores verificados para este isômero de vitamina E nos peitos de peru em estudo.

É de salientar que, os resultados de vitamina E obtidos nos peitos de peru biológicos, também deveriam ser resultantes do consumo de pastagem. Contudo, foi constatado que os peitos de peru proveniente de produção biológica não apresentavam um melhor teor de

vitamina E (para qualquer dos isómeros detectados) comparativamente aos peitos de peru proveniente de sistema de produção industrial, que manifestaram um teor global de vitamina E expressivamente superior.

Num estudo de Ponte et al. (2008) onde foi comparado o teor de isómeros de vitamina E para dois grupos de *broilers*, um grupo alimentado apenas à base de ração e o outro grupo alimentado com a mesma ração e também com pastagem, verificou-se que o consumo de pastagem teve um baixo impacto no teor de vitamina E presente no peito dos animais com recurso a esta. Constatou-se deste modo que a pastagem, apesar de ser uma boa fonte de vitamina E, não parece ter contribuído para um significativo aumento dos teores desta vitamina no peito de *broiler*, tendo-se verificado semelhante facto no peito de peru do presente estudo. A comparação dos nossos resultados, com os obtidos por Ponte et al. (2008) em *broilers* permite também constatar que, apesar da ração do *broiler* ser mais pobre em vitamina E do que a ração de peru, o peito de *broiler* apresenta teores desta vitamina mais elevados do que os observados no peito de peru. Esta diferença no teor de vitamina E verificada entre peito de *broiler* e peito de peru poderá ser resultante de uma menor capacidade de acumulação de vitamina E por parte do peru, encontrando-se em consonância com resultados previamente obtidos (Marusich et al., 1975; citado por Higgins et al., 1998; Wood e Enser, 1997; Mercier et al., 2001).

### 3. Ácidos gordos

O perfil de ácidos gordos da carne é um importante parâmetro na definição da qualidade nutricional desta (Wood e Enser, 1997). Em termos globais foram identificados no peito de peru em estudo 32 ácidos gordos, independentemente do sistema de produção e do sexo, dos quais 12 pertencem à família dos ácidos gordos saturados (SAT), 6 pertencem à família dos ácidos gordos monoinsaturados (MONO), 12 pertencem à família dos ácidos gordos polinsaturados (POLI) e 1 é pertencente à família dos ácidos gordos *trans* (TFA), o ácido *trans-trans* octadecanóico (C18:2 *trans-trans*). No extenso perfil de ácidos gordos, foi possível ainda identificar o ácido ruménio (C18:2 *cis-9-trans-11*), principal isómero do ácido linoleico conjugado (CLA) (Quadro 5).

No que diz respeito à família dos SAT, esta foi representada no peito de peru pelos seguintes ácidos gordos: Cáprico (C10:0), Láurico (C12:0), Mirístico (C14:0), Pentadecanoico (C15:0), Palmítico (C16:0), Margárico (C17:0), Esteárico (C18:0), Araquídico (C20:0), Heneicosanóico (C21:0), Beênico (C22:0), Tricosanóico (C23:0) e Lignocérico (C24:0), apresentando-se os ácidos palmítico e esteárico como os SAT mais representativos. A família dos MONO foi representada no peito de peru (Quadro 5) pelos ácidos Miristoleico (C14:1 *cis-9*), Palmitoleico (C16:1 *cis-9*), Heptadecanóico (C17:1 *cis-9*), Oleico (C18:1 *cis-9*), Eicosanóico (C20:1 *cis-9*) e outros isómeros do C18:1 (C18:1 outros). Dentro da família MONO, o ácido oleico revelou-se o predominante. Relativamente à família dos POLI, foi verificado que esta foi representada no peito de peru (Quadro 5) pelos ácidos gordos das famílias n-6 e n-3. Da família n-6 identificaram-se os ácidos Linoleico (C18:2 n-6),  $\gamma$ -linolénico (C18:3 n-6), Eicosadienóico (C20:2 n-6), Eicosatrienóico n-6 (C20:3 n-6), Araquidónico (C20:4 n-6), Docosadienóico (C22:2 n-6) e Docosatetraenóico (C22:4 n-6). No que respeita aos ácidos gordos da família n-3, identificaram-se o  $\alpha$ -Linolénico (C18:3 n-3), o Eicosatrienóico n-3 (C20:3 n-3), o Eicosapentaenóico (C20:5 n-3), o Docosapentaenóico (C22:5 n-3) e o Docosahexaenóico (C22:6 n-3). No peito de peru foi verificado que, os ácidos linoleico e araquidónico eram os n-6 mais representativos e que o  $\alpha$ -Linolénico era o n-3 preponderante.

Pela análise do Quadro 5, observou-se que os principais ácidos gordos presentes no peito de peru, em ambos os sistemas de produção e sexos (C16:0, C18:0, C18:1 *cis-9*, 18:2 n-6; 20:4 n-6, 18:3 n-3), são coincidentes com os principais ácidos gordos presentes no peito de *broiler* (Ponte et al., 2008), embora se tenham observado diferenças nas proporções respectivas de cada ácido gordo.

Quadro 5: Efeito do sistema de produção e do sexo sobre o perfil de ácidos gordos na carne do peito de peru (resultados apresentados como média ± SEM).

	Biológico		Intensivo		Significância		
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	S	SP	S*SP
<b>SAT<sup>1</sup></b>							
C10:0	0,24 <sup>a</sup> ± 0,025	0,16 <sup>b</sup> ± 0,027	0,15 <sup>b</sup> ± 0,023	0,24 <sup>a</sup> ± 0,023	n.s.	n.s.	**
C12:0	0,05 ± 0,005	0,04 ± 0,006	0,04 ± 0,005	0,04 ± 0,005	n.s.	n.s.	n.s.
C14:0	0,74 <sup>b</sup> ± 0,044	0,65 <sup>bc</sup> ± 0,047	0,59 <sup>c</sup> ± 0,041	0,88 <sup>a</sup> ± 0,041	*	n.s.	***
C15:0	0,11 <sup>a</sup> ± 0,012	0,12 <sup>a</sup> ± 0,013	0,11 <sup>a</sup> ± 0,012	0,07 <sup>b</sup> ± 0,012	n.s.	*	**
C16:0	20,33 ± 0,858	18,96 ± 0,926	21,34 ± 0,802	20,0 ± 0,802	n.s.	n.s.	n.s.
C17:0	0,23 <sup>a</sup> ± 0,014	0,24 <sup>a</sup> ± 0,015	0,21 <sup>a</sup> ± 0,013	0,17 <sup>b</sup> ± 0,013	n.s.	*	n.s.
C18:0	11,30 ± 0,509	10,62 ± 0,55	9,98 ± 0,476	10,51 ± 0,476	n.s.	n.s.	n.s.
C20:0	0,11 ± 0,015	0,09 ± 0,017	0,10 ± 0,014	0,08 ± 0,014	n.s.	n.s.	n.s.
C21:0	0,03 ± 0,010	0,03 ± 0,010	0,04 ± 0,009	0,05 ± 0,009	n.s.	n.s.	n.s.
C22:0	0,32 ± 0,080	0,32 ± 0,087	0,09 ± 0,075	0,01 ± 0,075	n.s.	*	n.s.
C23:0	0,01 <sup>b</sup> ± 0,005	0,00 <sup>c</sup> ± 0,006	0,01 <sup>b</sup> ± 0,005	0,03 <sup>a</sup> ± 0,005	n.s.	*	**
C24:0	0,13 ± 0,050	0,04 ± 0,054	0,02 ± 0,047	0,001 ± 0,047	n.s.	n.s.	n.s.
<b>MONO<sup>2</sup></b>							
C14:1 <i>cis</i> -9	0,07 ± 0,015	0,04 ± 0,016	0,08 ± 0,014	0,10 ± 0,014	n.s.	*	n.s.
C16:1 <i>cis</i> -9	2,84 ± 0,525	1,57 ± 0,568	3,37 ± 0,492	3,80 ± 0,492	n.s.	*	n.s.
C17:1 <i>cis</i> -9	0,07 ± 0,019	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,018	0,03 ± 0,018	n.s.	n.s.	n.s.
C18:1 <i>cis</i> -9	20,80 ± 1,426	22,21 ± 1,540	20,38 ± 1,334	19,37 ± 1,334	n.s.	n.s.	n.s.
C18:1 outros	1,94 <sup>b</sup> ± 0,081	1,81 <sup>b</sup> ± 0,088	1,52 <sup>c</sup> ± 0,076	2,26 <sup>a</sup> ± 0,076	***	n.s.	***
C20:1 n-9	0,17 ± 0,014	0,15 ± 0,015	0,18 ± 0,013	0,14 ± 0,013	*	n.s.	n.s.
<b>POLI n-6<sup>3</sup></b>							
C18:2 n-6	23,43 <sup>bc</sup> ± 1,367	26,35 <sup>ab</sup> ± 1,476	29,41 <sup>a</sup> ± 1,278	22,50 <sup>c</sup> ± 1,278	n.s.	n.s.	**
C18:3 n-6	0,04 <sup>c</sup> ± 0,006	0,04 <sup>c</sup> ± 0,006	0,11 <sup>a</sup> ± 0,006	0,07 <sup>b</sup> ± 0,006	**	***	**
C20:2 n-6	0,27 <sup>bc</sup> ± 0,027	0,23 <sup>c</sup> ± 0,029	0,32 <sup>b</sup> ± 0,025	0,42 <sup>a</sup> ± 0,025	n.s.	***	*
C20:3 n-6	0,22 <sup>c</sup> ± 0,033	0,16 <sup>c</sup> ± 0,035	0,38 <sup>b</sup> ± 0,031	0,63 <sup>a</sup> ± 0,031	**	***	***
C20:4 n-6	6,20 ± 0,762	5,46 ± 0,823	4,86 ± 0,713	7,13 ± 0,713	n.s.	n.s.	n.s.
C22:2 n-6	0,68 ± 0,107	0,98 ± 0,116	0,26 ± 0,100	0,54 ± 0,100	*	***	n.s.
C22:4 n-6	0,73 <sup>c</sup> ± 0,086	0,52 <sup>c</sup> ± 0,104	0,95 <sup>b</sup> ± 0,081	1,45 <sup>a</sup> ± 0,081	n.s.	***	***
<b>POLI n-3<sup>4</sup></b>							
C18:3 n-3	1,41 <sup>b</sup> ± 0,136	1,85 <sup>a</sup> ± 0,147	1,84 <sup>a</sup> ± 0,128	0,97 <sup>c</sup> ± 0,128	n.s.	n.s.	***
C20:3 n-3	0,08 ± 0,013	0,08 ± 0,014	0,06 ± 0,013	0,05 ± 0,013	n.s.	*	n.s.
C20:5 n-3	0,11 <sup>b</sup> ± 0,014	0,10 <sup>b</sup> ± 0,015	0,11 <sup>b</sup> ± 0,013	0,20 <sup>a</sup> ± 0,013	*	**	**
C22:5 n-3	0,75 <sup>a</sup> ± 0,096	0,71 <sup>a</sup> ± 0,104	0,45 <sup>b</sup> ± 0,090	0,88 <sup>a</sup> ± 0,090	n.s.	n.s.	*
C22:6 n-3	0,68 ± 0,107	0,98 ± 0,116	0,26 ± 0,100	0,54 ± 0,100	*	***	n.s.
<b>TFA<sup>5</sup></b>							
C18:2 <i>tt</i>	0,01 <sup>b</sup> ± 0,004	0,01 <sup>b</sup> ± 0,004	0,02 <sup>a</sup> ± 0,004	0,01 <sup>b</sup> ± 0,004	n.s.	n.s.	*
<b>CLA<sup>6</sup></b>							
C18:2 <i>c9t11</i>	0,04 ± 0,006	0,03 ± 0,007	0,02 ± 0,006	0,03 ± 0,006	n.s.	n.s.	n.s.

Significância: n.s. (não significativo); \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001;

a, b, c: letras diferentes na mesma linha supracitada correspondem a probabilidades diferentes

S: sexo; SP: sistema de produção; S\*SP: interação entre o sexo (S) e o sistema de produção (SP)

SAT<sup>1</sup>: Ácidos gordos saturados (expresso em % do total de ácidos gordos)

MONO<sup>2</sup>: Ácidos gordos monoinsaturados (expresso em % do total de ácidos gordos)

POLI n-6<sup>3</sup>: Ácidos gordos polinsaturados da família n-6 (expresso em % do total de ácidos gordos)

POLI n-3<sup>4</sup>: Ácidos gordos polinsaturados da família n-3 (expresso em % do total de ácidos gordos)

TFA<sup>5</sup>: Ácidos gordos *trans* (expresso em % do total de ácidos gordos)

CLA<sup>6</sup>: ácido linoleico conjugado (expresso em % do total de ácidos gordos)

No que diz respeito aos SAT, os mais importantes na carne em estudo são os ácidos mirístico e o palmítico, frequentemente implicados na variação do teor de colesterol, e o ácido esteárico. Os teores dos ácidos palmítico e esteárico presentes no peito de peru não apresentaram diferenças ( $P \geq 0,05$ ) entre sistema de produção nem entre sexos, com o ácido palmítico a representar 18,96-21,34 % do total de ácidos gordos, enquanto o ácido esteárico foi responsável por 9,98-11,30 % do total de ácidos gordos. Por outro lado, encontrou-se uma interacção significativa entre sistema de produção e sexo para o teor do ácido mirístico, verificando-se que, no sistema intensivo, os peitos de fêmeas apresentaram um teor deste SAT significativamente superior aos de machos (0,88 *versus* 0,59 % do total de ácidos gordos, respectivamente), sem que tal se tenha observado no sistema de produção biológico (0,65-0,74 % do total de ácidos gordos). A aparente divergência observada nos teores deste ácido gordo entre os dois sistemas de produção poderá estar associada a diferenças na composição das rações de acabamento de machos e fêmeas provenientes do sistema de produção industrial (RIM e RIF, Quadro 2), diferenças essas que podem ter condicionado uma maior síntese endógena deste ácido gordo por parte das fêmeas do sistema intensivo, comparativamente com os restantes peitos de peru que receberam rações de acabamento com uma composição nutricional diferente (Quadro 2).

Numa análise ao perfil de ácidos gordos no peito de peru comercial realizada por Has-Schön et al. (2008), foi observado um teor de ácido esteárico semelhante ao teor presente nas amostras de peito de peru deste trabalho. Relativamente ao teor de ácido palmítico não foi encontrada bibliografia que fosse de encontro com os resultados apresentados neste estudo e as referências bibliográficas encontradas (Kralik et al., 2005; Has-Schön et al., 2008) apontaram para valores superiores deste SAT no peito de aves (peru e galinha). Num estudo realizado por Kralik et al. (2005) relativamente ao perfil de ácidos gordos presentes no peito de galinhas criadas *indoor* e *outdoor*, verificou-se que o teor de ácido mirístico se aproximava dos valores apresentados nos peitos de peru analisados neste trabalho.

Relativamente à família MONO, o ácido oleico (C18:1 *cis*-9) assume-se como o mais relevante na carne por ser o mais representativo (Webb e O'Neill, 2008) e pelas suas benéficas propriedades hipocolesterolémicas, e o seu teor não foi afectado ( $P \geq 0,05$ ) nem pelo sistema de produção nem pelo sexo dos animais (Quadro 5), apresentando valores entre 19,37-22,21 % do total de ácidos gordos. A semelhança no teor de ácido oleico verificada nos peitos em estudo não pode ser imputada ao teor deste MONO nas rações, pois este ácido gordo manifestou variabilidade nas rações analisadas (Quadro 2).

Num estudo de quantificação e comparação da composição de ácidos gordos no peito de peru comercial realizado por Has-Schön et al. (2008), foi observado um teor de ácido oleico análogo ao obtido no presente trabalho.

No que diz respeito aos POLI, estes são divididos em duas importantes famílias, a família n-6 e a família n-3. Os POLI n-6 predominantes na carne de ave são o ácido linoleico (C18:2), seguido do ácido araquidónico (C20:4), sendo o ácido  $\alpha$ -linolénico o POLI predominante da família n-3 (Ponte et al., 2008), o que está de acordo com os resultados obtidos neste trabalho.

Os teores do ácido linoleico variaram ( $P < 0,05$ ) nos grupos em comparação, havendo uma interacção significativa entre o sistema de produção e o sexo dos animais, verificando-se que no sistema intensivo, os peitos de machos apresentaram o valor mais elevado (29,41 % do total de ácidos gordos) e os peitos de fêmeas o valor mais baixo (22,50 % do total de ácidos gordos), enquanto no sistema biológico os peitos de peru (macho e fêmea) apresentaram valores intermédios (23,43-26,35 % do total de ácidos gordos). No que diz respeito ao ácido araquidónico, nem o sistema de produção nem o sexo dos animais tiveram um efeito significativo ( $P \geq 0,05$ ), apresentando valores entre 4,86-7,13 % do total de ácidos gordos. Na família n-3, o  $\alpha$ -linolénico (C18:3 n-3) é o ácido gordo predominante no peito de peru sendo o precursor dos POLI n-3 de longa cadeia, os ácidos eicosapentaenóico ou EPA (C20:5) e docosahexaenóico ou DHA (C22:6) (Wood et al., 1999). Também para o ácido  $\alpha$ -linolénico (C18:3 n-3) se encontrou uma interacção significativa ( $P < 0,05$ ), verificando-se que os peitos de macho do sistema intensivo (1,84 % do total de ácidos gordos) e os peitos de fêmea do biológico apresentaram os teores mais elevados (1,85 % do total de ácidos gordos), enquanto que o macho biológico apresentou um teor intermédio (1,41 % do total de ácidos gordos) e a fêmea do sistema intensivo o teor mais baixo (0,97 % do total de ácidos gordos). Os POLI n-3 de cadeia longa, EPA e DHA, também revelaram variabilidade dos seus teores no peito de peru em estudo ( $P < 0,05$ ). No que respeita aos teores de EPA, os peitos de fêmeas do sistema intensivo apresentaram um teor significativamente mais elevado que os peitos dos restantes grupos de animais em comparação. Relativamente ao teor de DHA, foi observado que os peitos de macho de sistema intensivo apresentaram o valor mais baixo de todos os peitos em estudo.

A alimentação fornecida aos animais, rações e pastagem, influencia a composição dos ácidos gordos presentes na carne, designadamente o seu teor em POLI. Contudo, pela análise das rações fornecidas aos perus (Quadro 2) verificou-se que o teor de POLI n-6 e n-3 presentes nestas (os ácidos linoleico e  $\alpha$ -linolénico) não se apresentaram em conformidade com o teor apresentado destes ácidos gordos nos peitos dos animais (Quadro 5), e que o consumo de pastagem não foi sinónimo de um melhor teor de ácido  $\alpha$ -linolénico na carne. É importante salientar que o ácido  $\alpha$ -linolénico presente na pastagem se encontra frequentemente na forma estrutural, sendo possível que as aves não o consigam digerir e, como tal, o reforço da alimentação em pastagem poderá não originar resultados significativos no teor deste n-3 (Ponte et al., 2008). Deste modo, as diferenças nos teores de

POLI não são exclusivamente dependentes da alimentação fornecida. Uma possível justificação para as desigualdades observadas poderá decorrer da diferente genética (entre sistemas de produção e entre sexos) e da diferente maturidade (diferente idade ao abate), que poderão ter afectado (isolada ou conjuntamente) o perfil de ácidos gordos presente na carne.

Num estudo em peito de peru comercial realizado por Has-Schön et al. (2008), foi verificado um teor de ácido linoleico que se aproximava do manifestado no peito de peru macho comercial do presente trabalho, não tendo sido encontrado suporte bibliográfico em conformidade com os teores deste n-6 presentes nas restantes amostras. No mesmo estudo foi também observado um teor de ácido araquidónico relativamente próximo do teor presente no peito de peru analisado neste trabalho. Castellini et al. (2006) verificaram num trabalho de quantificação do perfil de ácidos gordos em peitos de galinha comercial e peitos de galinha biológica, um teor ácido  $\alpha$ -linolénico inferior ao verificado nos peitos de peru em estudo. No mesmo estudo foi observado um teor de EPA próximo ao apresentado no peito de peru fêmea comercial analisado neste trabalho. Contudo, o teor de EPA verificado em peito de galinha biológica manifestou-se superior ao teor apresentado no peito de peru biológico do presente trabalho. Foi também observado (Castellini et al., 2006) que o teor médio de DHA presente nos peitos de galinha comercial e biológica era semelhante ao teor presente no peito de peru analisado neste trabalho.

A família TFA (Quadro 5) foi representada neste estudo pelo o ácido *trans-trans* octadecanóico (C18:2 *tt*). O teor deste TFA nos grupos em comparação variou significativamente ( $P < 0,05$ ), verificando-se que o teor deste TFA foi mais elevado ( $P < 0,05$ ) nos peitos de machos de sistema intensivo do que nos restantes peitos analisados, que apresentaram um teor similar deste TFA (0,02 *versus* 0,01 % do total de ácidos gordos, respectivamente). A disparidade verificada no teor no ácido *trans-trans* octadecanóico poderá ser imputada à nutrição dos animais, embora não tenhamos dados relativos deste TFA nas rações (Quadro 2). Contudo, é possível que a alimentação fornecida aos animais contenha algum teor de C18:2 *tt* (não detectado na análise primária ao perfil de ácidos gordos das rações) que se reflectiu nos resultados obtidos.

Não foi encontrada bibliografia de suporte aos resultados obtidos no presente trabalho relativamente ao teor de ácidos gordos *trans*.

O teor de CLA presente no peito de peru diz respeito ao ácido ruménico (C18:2 *c9t11*), que se apresenta como o isómero de CLA mais representativo na carne, envolvendo cerca de 80 % do total de CLA (Fritsche e Steinhardt, 1998). O ácido ruménico presente no peito de peru manifestou um teor análogo ( $P \geq 0,05$ ) para todas as amostras em estudo, apresentando um valor entre 0,02-0,04 % do total de ácidos gordos (Quadro 5). A presença de CLA nas amostras de peito de peru não foi de todo inesperada uma vez que foi verificado

que a síntese endógena poderia levar à produção de CLA em não ruminantes (Gläser et al., 2000; citado por Ponte et al., 2008). A semelhança verificada no teor deste isómero de CLA nas amostras do peito de peru analisadas poderá ser devida a uma produção endógena idêntica deste ácido gordo, independente do sistema de produção e do sexo dos animais.

A única referência bibliográfica encontrada respeitante ao teor de CLA em aves, nomeadamente na carne de galinha, encontra-se numa unidade diferente à utilizada no presente trabalho (Chin et al., 1992; citado por MacRae et al., 2005). Contudo, é importante mencionar que o referido estudo revelou um teor esperado de CLA na carne de ave relativamente baixo, que assumiu valores inferiores a 1 mg/g de carne.

Numa análise genérica destes resultados (Quadro 5) verifica-se que, de um modo geral, a diferença no perfil de ácidos gordos entre sistemas de produção e sexos não foram muito acentuadas. Verifica-se ainda que existe uma maior diferença no teor de POLI do que nos teores de MONO e SAT, e que essa diferença não é atribuível apenas ao sistema de produção ou ao sexo dos animais, dado que na maioria dos casos a interacção entre estes factores foi significativa ( $P < 0,05$ ).

#### 4. Valor Nutricional

A composição da fracção lipídica da carne pode apresentar oscilações que comprometem a qualidade nutricional desta, com potenciais implicações na saúde humana. É por isso de total interesse caracterizar o perfil lipídico da carne e calcular os importantes rácios polinsaturados/saturados (POLI/SAT) e polinsaturados n-6/polinsaturados n-3 (n-6/n-3), responsáveis pela descrição qualitativa da carne, permitindo deste modo, fazer-se uma avaliação do valor nutricional de uma forma mais objectiva.

Quadro 6: Efeito do sistema de produção e do sexo sobre os somatórios parciais e rácios nutricionais da carne do peito de peru (resultados apresentados como média  $\pm$  SEM).

	Biológico		Intensivo		Significância		
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	S	SP	S*SP
<b>Somatórios Parciais</b>							
$\Sigma$ SAT <sup>1</sup>	33,59 $\pm$ 0,955	31,26 $\pm$ 1,031	32,67 $\pm$ 0,893	32,36 $\pm$ 0,893	n.s.	n.s.	n.s.
$\Sigma$ MONO <sup>2</sup>	23,96 $\pm$ 1,956	24,01 $\pm$ 2,110	24,05 $\pm$ 1,823	23,44 $\pm$ 1,823	n.s.	n.s.	n.s.
$\Sigma$ POLI <sup>3</sup>	33,94 $\pm$ 2,069	36,48 $\pm$ 2,236	38,77 $\pm$ 1,936	34,90 $\pm$ 1,936	n.s.	n.s.	n.s.
$\Sigma$ n-6 <sup>4</sup>	30,91 $\pm$ 1,885	32,77 $\pm$ 2,036	36,06 $\pm$ 1,763	32,28 $\pm$ 1,763	n.s.	n.s.	n.s.
$\Sigma$ n-3 <sup>5</sup>	3,03 $\pm$ 0,215	3,72 $\pm$ 0,232	2,71 $\pm$ 0,201	2,63 $\pm$ 0,201	n.s.	**	n.s.
<b>Rácios</b>							
n-6/n-3 <sup>6</sup>	10,23 $\pm$ 0,398	8,95 $\pm$ 0,430	13,32 $\pm$ 0,373	12,39 $\pm$ 0,373	***	**	n.s.
POLI/SAT <sup>7</sup>	1,04 $\pm$ 0,074	1,18 $\pm$ 0,080	1,19 $\pm$ 0,069	1,08 $\pm$ 0,069	n.s.	n.s.	n.s.

Significância: n.s.(não significativo); \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001;

S: sexo; SP: sistema de produção; S\*SP: interacção entre o sexo (S) e sistema de produção (SP)

$\Sigma$  SAT<sup>1</sup> = Somatório de C10:0, C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0, C21:0, C22:0, C23:0, C24:0 (expressos em % do total de ácidos gordos)

$\Sigma$  MONO<sup>2</sup> = Somatório de C14:1 cis-9, C16:1 cis-9, C17:1 cis-9, C18:1 cis-9, C18:1 outros isómeros, C20:1 cis-9 (expressos em % total de ácidos gordos)

$\Sigma$  POLI<sup>3</sup> = Somatório de C18:2 n-6 C18:3 n-6, C20:2 n-6, C20:3 n-6, C20:4 n-6, C22:2 n-6, C22:4 n-6, C18:3 n-3, C20:3 n-3, C20:5 n-3, C22:5 n-3, C22:6 n-3 (expressos em % do total de ácidos gordos)

$\Sigma$  n-6<sup>4</sup> = Somatório de C18:2 n-6 C18:3 n-6, C20:2 n-6, C20:3 n-6, C20:4 n-6, C22:2 n-6, C22:4 n-6 (expressos em % do total de ácidos gordos)

$\Sigma$  n-3<sup>5</sup> = Somatório de C18:3 n-3, C20:3 n-3, C20:5 n-3, C22:5 n-3, C22:6 n-3 (expressos em % do total de ácidos gordos)

de ácidos gordos hipercolesterolémicos (C12:0, C14:0, C16:0) (expressos em % do total de ácidos gordos)

n-6/ n-3<sup>6</sup> =  $\Sigma$  POLI n-6/  $\Sigma$  POLI n-3

POLI/SAT<sup>7</sup> =  $\Sigma$  POLI/  $\Sigma$  SAT

O valor nutricional dos peitos de peru em estudo foi avaliado pela análise dos somatórios de SAT, MONO, POLI, n-6 e n-3 e pela análise dos rácios POLI/SAT e n-6/n-3.

Pela análise do Quadro 6 verificou-se que, de entre as principais famílias de ácidos gordos, os peitos de peru analisados são essencialmente constituídos por POLI (33,94-38,77 % do total de ácidos gordos), SAT (31,26-33,59 % do total de ácidos gordos) e MONO (23,44-24,05 % do total de ácidos gordos), não apresentando diferenças significativas ( $P \geq 0,05$ ) no valor dos seus somatórios entre sistemas de produção e sexos.

No que diz respeito à família POLI, foi verificado que o  $\Sigma$  n-6 se apresentou com valores semelhantes ( $P \geq 0,05$ ) entre os dois sistemas de produção e entre os sexos, variando entre 30,91-36,06 % do total de ácidos gordos, enquanto o  $\Sigma$  n-3 se apresentou significativamente diferente ( $P < 0,05$ ) entre os dois sistemas de produção, apresentando os animais do sistema biológico valores significativamente mais elevados (3,03-3,72 % do total de ácidos gordos) do que os provenientes do sistema intensivo (2,63-2,71 % do total de ácidos gordos). Relativamente ao maior valor de  $\Sigma$  n-3 atribuído ao sistema de produção biológico, este poderá ser imputado ao consumo de pastagem, pois como é sabido, a pastagem é rica em ácidos gordos n-3 (Castellini et al., 2005).

Num estudo em peitos de galinha comercial e biológica realizado por Castellini et al. (2006), foi verificado um valor para  $\Sigma$  POLI bastante próximo do valor verificado para este parâmetro nos peitos analisados no presente estudo. Has-Schön et al. (2008) observaram, num estudo em peito de peru comercial, um valor  $\Sigma$  n-6 semelhante ao apresentado nos peitos em análise neste trabalho. No mesmo estudo foi também verificado um valor expressivamente superior para o  $\Sigma$  n-3 comparativamente ao valor verificado nos peitos de peru estudados no presente trabalho.

No que diz respeito às famílias SAT e MONO, verificou-se que o  $\Sigma$  SAT e o  $\Sigma$  MONO apresentavam valores análogos ( $P \geq 0,05$ ) para ambos os sistemas produtivos e sexos. A igualdade verificada para os referidos somatórios parciais poderá imputada à alimentação fornecida aos animais (rações e pastagem), que a par com aos factores genéticos inerentes a cada sistema de produção e sexos, deu origem a peitos de peru similares para estes parâmetros.

Num estudo em peito de peru comercial realizado por Has-Schön et al. (2008), verificou-se que os valores dos somatórios de MONO (num dos grupos de peru em estudo) eram semelhantes aos apresentados nos peitos em análise neste trabalho. No que diz respeito ao valor de  $\Sigma$  SAT, todos os valores verificados na bibliografia (Castellini et al., 2005, Castellini et al., 2006, Has-Schön et al., 2008) revelaram valores superiores aos encontrados nos peitos de peru analisados no presente trabalho.

No que diz respeito aos importantes rácios nutricionais POLI/SAT e n-6/n-3, foi verificado (Quadro 6) que estes se apresentaram de forma diferente no peito de peru em estudo.

O rácio POLI/SAT não foi afectado significativamente ( $P \geq 0,05$ ) pelos factores em estudo, apresentando valores entre 1,04-1,19 %. O rácio POLI/SAT resultante do estudo no peito de peru do presente trabalho, revelou estar em consonância com as recomendações das organizações internacionais de saúde, que requerem valores que se adequam com os valores presentes nos peitos analisados (rácio POLI/SAT > 0,4) (Wood e Enser, 1997).

Pelo contrário, o rácio n-6/n-3 foi significativamente afectado pelos factores em estudo ( $P < 0,05$ ), manifestando o peito de peru intensivo (12,39 -13,32 %) um valor superior comparativamente ao peito do peru biológico (8,95-10,23), e em ambos os sistemas produtivos foi verificado que o peito de macho apresentava o maior valor. O rácio n-6/n-3 resultante do estudo no peito de peru do presente trabalho revelou ser aquém das recomendações das organizações internacionais de saúde, que requerem valores inferiores aos apresentados nos peitos de peru analisados (rácio n-6/n-3 < 4) (Wood e Enser, 1997).

Num estudo em peito de peru comercial realizado por Has-Schön et al. (2008), observaram-se valores para o rácio POLI/SAT semelhantes (1,02-1,12) aos verificados nas amostras deste trabalho. No mesmo estudo foram também verificados valores para o rácio n-6/n-3 relativamente elevados (4,77-8,05), embora não tão altos como os verificados nos peitos de peru do presente trabalho.

## 5. Características sensoriais

As características sensoriais englobam os parâmetros tenrura, suculência, complexo odor/sabor (Aumaître, 1999; Wood et al., 1999) e a cor (Bekhit e Faustman, 2005; Cuvelier et al, 2006). No entanto, este trabalho apenas envolveu a análise dos factores tenrura e cor da carne do peito de peru, uma vez que estes são os parâmetros que se apresentam como os mais determinantes na escolha do consumidor: a tenrura como o factor chave para a aceitabilidade do consumidor (Røbotten et al., 2000) e a cor como o factor primário de decisão (Millar et al., 1994; Honikel, 1998). Segundo Santé et al. (1996) o pH é um bom indicador das características de qualidade da carne e, como tal, foi também medido nos peitos de peru em estudo. Os resultados da avaliação destes parâmetros encontram-se no Quadro 7.

Quadro 7 – Efeito do sistema de produção e do sexo sobre o pH, a Força de corte e a cor da carne do peito de peru (resultados apresentados como média  $\pm$  SEM).

	Sexo (SP)		Sistema de Produção (S)		Significância	
	Macho	Fêmea	Biológico	Intensivo	S	SP
pH	6,32 $\pm$ 0,02	6,10 $\pm$ 0,02	6,17 $\pm$ 0,02	6,24 $\pm$ 0,02	***	*
FC	2,56 $\pm$ 0,118	2,44 $\pm$ 0,122	2,73 $\pm$ 0,126	2,27 $\pm$ 0,114	n.s.	*
L*	39,05 $\pm$ 0,565	41,69 $\pm$ 0,588	39,99 $\pm$ 0,608	40,75 $\pm$ 0,547	**	n.s.
a*	7,50 $\pm$ 0,296	7,18 $\pm$ 0,307	8,21 $\pm$ 0,318	6,47 $\pm$ 0,286	n.s.	***
b*	-0,47 $\pm$ 0,241	0,38 $\pm$ 0,251	0,61 $\pm$ 0,259	-0,71 $\pm$ 0,233	**	***

Significância: n.s.(não significativo); \*P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001;

FC: Força de Corte da carne expresso em quilograma

L\*: brilho da carne (*lightness*); a\*: índice de vermelhos (*redness*); b\*: índice de amarelos (*yellowness*)

S: sexo; SP: sistema de produção

### 5.1. Valores de pH

Os valores de pH apresentados nos peitos de peru analisados (Quadro 7), foram significativamente afectados ( $P<0,05$ ) quer pelo sistema de produção (biológico *versus* intensivo) quer pelo sexo dos animais (macho *versus* fêmea). Os peitos de perus criados em sistema de produção intensiva apresentaram um maior valor de pH comparativamente aos de produção biológica, enquanto os peitos de machos apresentaram um valor mais elevado do que os peitos de fêmea.

A bibliografia encontrada referente ao valor de pH em peito de peru apresenta valores para este parâmetro expressivamente inferiores aos manifestados nos animais analisados neste trabalho. No entanto, a medição do pH dos animais envolvidos neste

estudo foi efectuada após um longo período de congelamento das amostras (cerca de 3 meses após abate), podendo os procedimentos de congelamento e descongelamento ter afectado o valor de pH nos músculos do peito, repercutindo-se em valores diferentes dos observados na bibliografia.

Santé et al. (1996) mediram o pH em peito de peru comercial (Estirpe BUT 9, com 15 semanas de idade) e verificaram que os peitos mais escuros apresentavam valores de pH último (24 horas após o abate) que rondavam os 6,00, valor inferior ao encontrado nas amostras estudadas neste trabalho. Noutro estudo dos mesmos autores (Santé et al., 2000), onde a medição do pH em peru comercial (estirpe BUT 9, com 12 semanas de idade) foi efectuada através de 4 diferentes métodos, também se encontraram novamente valores do pH último inferiores aos encontrados nos peitos de peru analisado neste trabalho. Fraqueza et al. (2006), também relataram valores de pH último em peru comercial (estirpes BUT 9 e BIG 6, com 16-20 semanas de idade) inferiores (5,83) aos encontrados nos peitos em estudo.

No que diz respeito à diferença do valor de pH entre os peitos de animais criados em sistema biológico e os peitos dos animais criados intensivamente, esta poderá ser imputada às práticas de manejo dos diferentes sistemas de produção envolvidos. Nos sistemas *outdoor*, os animais encontram-se em condições de bem-estar mais favorecidas, reduzindo o *stress* pré-abate e a taxa de consumo de glicogénio e, como tal, o pH apresentou-se com valores mais baixos (Castellini et al., 2002) comparativamente ao valor de pH apresentado nos peitos dos animais do sistema intensivo, que pelo maior *stress* pré-abate a que frequentemente se encontram sujeitos, consomem maior concentração de glicogénio, traduzindo-se num valor de pH superior (Owens e Sams, 2000). Relativamente à diferença verificada no valor de pH entre sexos, esta pode ser atribuída à diferente predisposição genética dos dois sexos, expressando os machos maiores níveis de *stress*, repercutindo-se deste modo em valores de pH mais elevados.

## **5.2. Força de corte**

Para a avaliação da tenrura da carne do peito de peru determinou-se a força de corte, que é o método de análise indirecto mais utilizado para a determinação deste parâmetro. Quanto maior o valor apresentado para a força de corte (FC) menos tenra será a carne avaliada (Jung et al., 2000).

Pela análise dos resultados obtidos (Quadro 7) verificou-se que o sistema de produção influenciou significativamente ( $P < 0,05$ ) a FC, apresentando os peitos de peru oriundos do sistema de produção intensivo um valor significativamente mais baixo. O sexo

dos animais não influenciou significativamente ( $P \geq 0,05$ ) o valor de FC no peito de peru, revelando que, independentemente do sistema de produção, a tenrura do peito de macho é semelhante à do peito de fêmea.

Na ausência de bibliografia referente à análise FC no peito de peru, comparou-se os resultados obtidos com os verificados no peito de *broiler*, para este parâmetro.

Numa análise da força de corte em peito de *broiler* (estirpe Ross, abatidos aos 56 e 81 dias de idade) oriundos de dois sistemas de produção diferentes, verificou-se que a FC aumentava com a idade e que o peito dos animais produzidos no sistema *indoor* era mais tenro. Os autores encontraram no sistema *indoor* valores para a FC de 1,98 e 2,10 kg/cm<sup>2</sup> no peito de *broiler* de 56 e de 81 dias de idade, respectivamente, e no sistema *outdoor* valores para o mesmo parâmetro de 2,25 e 2,71 kg/cm<sup>2</sup> no peito de *broiler* de 56 e de 81 dias de idade, respectivamente (Castellini et al., 2002). Num estudo em peito de galinhas criadas intensiva e extensivamente (Ross e Kabir, respectivamente), abatidas em ambos os sistemas produtivos aos 81 dias de idade, foi observado que os valores obtidos da FC eram mais elevados no peito de animais oriundos do sistema extensivo (2,44 kg/cm<sup>2</sup>) comparativamente com os peitos de animais provenientes de sistema intensivo (1,99 kg/cm<sup>2</sup>) (Castellini et al., 2006). Comparando os estudos referidos anteriormente, é possível constatar que o valor de FC presente no peito do macho de sistema intensivo, 1,98 kg/cm<sup>2</sup> (Castellini et al., 2002), é muito próximo do valor obtido no peito de fêmea de sistema intensivo, 1,99 kg/cm<sup>2</sup> (Castellini et al., 2006), sendo ambos os animais da mesma estirpe comercial (Ross) e abatidos à mesma idade (81 dias de idade), o que sugere não haver grandes diferenças de tenrura entre animais dos dois sexos.

A disparidade verificada no valor da força de corte nos peitos de peru de diferentes sistemas de produção pode ser, novamente, atribuída às práticas de manejo características de cada sistema produtivo. Os peitos de animais produzidos em sistema de produção *outdoor* apresentam, frequentemente, uma maior FC, e conseqüente menor tenrura, reflectindo a maior execução de exercício própria deste tipo de sistema produtivo (Castellini et al., 2002). A idade apresentada pelos animais também poderia ser um factor preponderante na variação da FC, uma vez que com o aumento da idade há uma diminuição da tenrura da carne (traduzindo-se numa elevação do valor da FC) (Touraille et al., 1991; citado por Castellini et al., 2002). Contudo, a diferença de idades apresentada entre os sexos não foi suficientemente expressiva para influenciar o parâmetro tenrura, e como tal, os peitos de peru macho e de fêmea oriundos do mesmo sistema de produção apresentaram valores de FC próximos, manifestando deste modo uma tenrura semelhante.

### 5.3. Parâmetros da cor

A cor da carne do peito de peru foi medida pela análise do valor das suas coordenadas, brilho ou luminosidade (*lightness*,  $L^*$ ), índice de vermelhos (*redness*,  $a^*$ ) e índice de amarelos (*yellowness*,  $b^*$ ), com base na escala de cor Commission International de L' Eclairage (CIE, 1976).

Pela observação dos resultados da análise aos parâmetros colorimétricos apresentados no peito de peru (Quadro 7), verificou-se que o  $L^*$  foi significativamente influenciado ( $P < 0,05$ ) pelo sexo dos animais, apresentando as fêmeas um valor mais elevado. Relativamente ao índice de vermelhos representado pelo parâmetro  $a^*$ , este apresentou valores significativamente ( $P < 0,05$ ) diferentes no peito de animais dos dois sistemas de produção e valores semelhantes ( $P \geq 0,05$ ) no peito dos animais de sexo diferente, manifestando os peitos de animais oriundos de sistema de produção biológica uma tonalidade vermelha mais elevada. O índice de amarelos, representado pelo parâmetro  $b^*$ , foi significativamente influenciado ( $P < 0,05$ ) tanto pelo sistema de produção como pelo sexo, apresentando um valor mais elevado no peito de animais produzidos biologicamente e no peito de fêmeas.

A bibliografia encontrada (Fraqueza et al., 2006; Has-Schön et al., 2008; Mercier et al., 1998) não apresentou valores em consonância com os resultados apresentados no presente estudo para os parâmetros colorimétricos  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

No que diz respeito à diferença nos valores de  $L^*$  entre sexos, onde o peito de fêmea se apresenta significativamente ( $P < 0,05$ ) mais claro do que o de macho, esta pode ser imputada aos diferentes valores de pH apresentados nos peitos de macho e de fêmea. Deste modo, o menor pH apresentado nos peitos das fêmeas, comparativamente com os peitos de machos, poderá ser a causa do maior brilho ( $L^*$ ) apresentado no peito destas, pois um menor valor de pH traduz-se numa maior quantidade de água livre (pela aproximação ao ponto isoeléctrico das proteínas) e, conseqüentemente, num maior grau de reflectância da luz incidente. No que respeita ao sistema de produção, verifica-se que a pequena diferença no pH (apesar de significativa) não se reflectiu expressivamente no valor de  $L^*$ .

Numa análise ao parâmetro colorimétrico  $L^*$ , em peito de peru comercial, Chiang et al. (2008) verificaram que o peitos de machos se apresentavam significativamente mais claros (apresentando um maior valor de  $L^*$ ) do que os peitos de fêmea, contrariamente ao ocorrido neste estudo. No entanto, o valor de pH apresentado no referido estudo foi resultante da média do pH presente no peito de macho e de fêmea, não se podendo concluir se este parâmetro foi o responsável pelo diferente valor de  $L^*$  verificado.

A diferença verificada no valor de  $a^*$ , que se manifestou mais elevado no peito de animais oriundos de sistema de produção biológica do que no peito de animais criados em

sistema industrial, poderá ser atribuída à maior exercitação muscular realizada no sistema de produção *outdoor*, que eleva a concentração de pigmentos de mioglobina e, conseqüentemente, o valor do  $a^*$  da carne (Fletcher, 1999; citado por Castellini et al., 2006). Também a idade apresentada pelos perus poderá ser um factor com influência na variação do valor de  $a^*$ . De facto, foi constatado que no caso dos bovinos, quanto maior a idade, maior a maturidade e, conseqüentemente, maior a concentração de pigmentos. Na ausência de bibliografia para o caso das aves, assume-se semelhante constatação. No que diz respeito ao sistema de produção, os animais oriundos do *outdoor* apresentaram uma maior idade ao abate e, assim sendo, era de esperar que o valor do  $a^*$  se manifestasse mais elevado neste animais. Relativamente ao sexo, verificou-se que a ligeira diferença de idades entre fêmea e macho (apenas no caso do sistema de produção intensivo), não terá sido suficientemente expressiva para causar diferença na concentração de pigmentos e, conseqüentemente, no valor de  $a^*$ .

A superioridade do valor do parâmetro colorimétrico  $b^*$  nos peitos de animais produzidos em modo biológico é possivelmente devida à ingestão de pastagem pelos animais deste sistema de produção. A pastagem é rica em  $\beta$ -carotenos (Ponte et al., 2008), que facilmente se depositam na gordura e lhe conferem a cor amarela (Muramoto et al., 2003). No que diz respeito ao sexo, a superioridade do valor deste parâmetro no peito de fêmea poderá ser imputada ao maior ritmo de deposição de gordura por parte destas, com a conseqüente elevação da absorção de vitaminas lipossolúveis (Lanari et al., 2004), como a vitamina A. Como é sabido, a vitamina A é um precursor de  $\beta$ -carotenos, que como foi referido anteriormente, confere a cor amarela à carne.

## V. Considerações Finais

Da análise nutricional efectuada ao peito de peru verificou-se que:

- 1) O teor de lípidos totais foi variável com o sistema de produção, apresentando os peitos de peru biológico um maior teor em lípidos totais comparativamente com os peitos de peru intensivo. Todavia, os valores obtidos para este parâmetro em todos os peitos de peru analisados enquadraram-se dentro da classe das carnes magras, uma vez que em ambos os sistemas de produção e sexos foi manifestado um teor abaixo de 5 %.
- 2) No que diz respeito ao teor de colesterol, este apresentou-se variável com o sistema de produção e com o sexo do animal, apresentando os perus provenientes do sistema intensivo o teor mais elevado deste composto. Foi observado que o peito de peru macho proveniente de sistema intensivo apresentava o maior teor de colesterol de todos os grupos em comparação.
- 3) As propriedades antioxidantes foram avaliadas pela quantificação de vitamina E. Os resultados revelaram que, dos seus isómeros estudados ( $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$ -tocoferol e  $\gamma$ -tocoferol), o  $\alpha$ -tocoferol foi o mais representativo, sendo o seu teor mais elevado nos animais provenientes do sistema intensivo.
- 4) O perfil de ácidos gordos presente no peito de peru de animais provenientes de ambos sistemas de produção e sexos, apresentou como ácidos gordos predominantes o palmítico e esteárico da família dos ácidos gordos saturados, o oleico da família dos ácidos gordos monoinsaturados, e o linoleico, o araquidónico e o  $\alpha$ -linolénico da família dos ácidos gordos polinsaturados. Destes ácidos gordos principais, apenas se verificaram diferenças significativas nas proporções dos ácidos linoleico e  $\alpha$ -linolénico, mas que não podem ser atribuídas nem ao sistema de produção nem ao sexo dos animais dada a interacção significativa que se verificou.
- 5) De entre as principais famílias de ácidos gordos foi observado que os peitos de peru analisados neste trabalho são essencialmente constituídos por POLI, SAT e MONO, e os seus somatórios manifestaram semelhantes proporções independentemente do sistema de produção e do sexo dos animais.
- 6) No que diz respeito aos rácios nutricionais avaliados, foi observado que os peitos de peru apresentaram um rácio POLI/SAT de acordo com as recomendações das organizações internacionais de saúde (POLI/SAT > 0,4), enquanto o rácio n-6/n-3 apresentou valores, para todos os grupos em comparação, superiores ao limite recomendado (n-6/n-3 < 4).

Pela avaliação dos parâmetros sensoriais, tenrura e cor, e pela medição do pH das amostras no peito de peru em estudo foi constatado que:

- 1) O sistema de produção influenciou expressivamente a força de corte e o índice de vermelhos da carne ( $a^*$ ), apresentando os peitos de animais biológicos uma maior força de corte, e conseqüente menor tenrura, e um maior valor de  $a^*$ .
- 2) O efeito do sexo foi significativo para o brilho da carne ( $L^*$ ), apresentando as fêmeas os maiores valores de  $L^*$  e manifestando, por isso, uma coloração mais clara da carne.
- 3) O pH e índice de amarelos ( $b^*$ ) foram influenciados tanto pelo sexo como pelo sistema de produção. O parâmetro  $b^*$  apresentou-se com teores superiores nos peitos de origem de biológica e nos peitos de fêmea, enquanto o pH apresentou um valor mais elevado nos peitos provenientes de produção intensiva e nos peitos de macho.

O mercado biológico de aves é um mercado em expansão que é cada vez mais procurado por consumidores que buscam produtos que acreditam serem mais seguros, nomeadamente pela ausência da utilização de produtos menos benéficos, como pesticidas e aminoácidos sintéticos, e em cuja produção haja uma maior preocupação com o bem-estar animal e impacto ambiental. No entanto, é fundamental realçar que a produção avícola intensiva origina produtos de elevada qualidade e com custos menores de produção e de aquisição do produto final. Portanto, cabe ao consumidor decidir quais as características a que quer dar uma maior relevância, tendo sempre em consideração que ambas as produções originam produtos de elevada qualidade.

## VI. Referências Bibliográficas

- Alasnier, C., H. Rémignon, e G. Gandemer. 1996. Lipid characteristics associated with oxidative and glycolytic fibers in rabbit muscle. *Meat Science* 43:213-224.
- ANCAVE. 2008. Consumo de carne de Peru em Portugal de 2000-2006 (Documento policopiado).
- Anónimo 2007 - Gain Report: Poultry and Products 2007 (Documento policopiado).
- Aumaître, A. 1999. Quality and safety of animal products. *Livestock Production Science* 59:113-124.
- Baggio, S.R., E. Vicente, e N. Bragagnolo. 2002. Cholesterol oxides, cholesterol, total lipid and fatty acid composition in turkey meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:5981-5986.
- Baggio, S.R., A.M.R. Miguel, e N. Bragagnolo. 2005. Simultaneous determination of cholesterol oxides, cholesterol and fatty acids in processed turkey meat products. *Food Chemistry* 89:475-484.
- Bavelaar, F.J., e A.C. Beynen. 2003. Relationships between dietary fatty acid composition and either melting point or fatty acid profile of adipose tissue in broilers. *Meat Science* 64:133-140.
- Bekhit, A.E.D., e C. Faustman. 2005. Metmyoglobin reducing activity. *Meat Science* 71:407-439.
- Belury, M.A. 2002. Inhibition of carcinogenesis by conjugated linoleic acid: potencial mechanisms of action. *Journal of Nutrition* 132:2995-2998.
- Bessa, R.J.B., J. Santos-Silva, J.M.R. Ribeiro, e A.V. Portugal. 2000. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. *Livestock Production Science* 63:201-211.
- Biesalski, H.K. 2005. Meats as a component of a healthy diet- are there any risks or benefits if meat is avoid in the diet? *Meat Science* 70:509-524.

- Boher, D., E. Becker, P. Cícero do Nascimento, M. Dessuy, e L. Machado de Carvalho. 2007. Comparison of graphite furnace and hydride generation atomic absorption spectrometry for the determination of selenium status in chicken meat. *Food Chemistry* 104:868-875.
- Boleman, S.J., S.L. Boleman, R.K. Miller, J.F. Taylor, H.R. Cross, T.L. Wheeler, M.Koohmaraie, S.D. Shackelford, M.F. Miller, R.L. West, D.D. Johnson, e J.W. Savell. 1997. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. *Journal of Animal Science* 74:2187-2194.
- Bouton P.E., F.D. Carroll, P.V. Harris, e W.R. Shorthose. 1973. Influence of pH and fiber contractions state upon factors affecting tenderness of bovine muscle. *Journal of Food Science* 38:404-407.
- Brooks, J.C., J.B. Belew, B.D. Griffin, D.L. Gwartney, D.S. Hale, W.R. Henning, D.D. Johnson, J.B. Morgan, F.C. Jr. Parrish, J.O. Reagan, e J.W. Savell. 2000. National beef tenderness survey-1998. *Journal of Animal Science* 78:1852-1860.
- Buckley, D.J., P.A. Morrissey, e J.L. Gray. 1995. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *Journal of Animal Science* 73:3122-3130.
- Castellini, C., C. Mugnai, e A. Dal Bosco. 2002. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science* 60:219-225.
- Castellini, C. 2005. Organic poultry production system and meat characteristics. XVII<sup>th</sup> European Symposium on quality of poultry meat: 47-52.
- Castellini, C., A. Dal Bosco, C. Mugnai, e M. Pedrazzoli. 2006. Comparison of two chicken genotypes organically reared: oxidative stability and other qualitative traits of the meat. *Italian Journal of Animal Science* 5:29-42.
- Castellini, C., S. Bastianoni, C. Granai, A. Dal Bosco, e M. Brunetti. 2006. Sustainability of poultry production using the emergy approach: comparison of conventional and organic rearing systems. *Agriculture Ecosystems and Environment* 114:343-350.

- Chartrin, P., K. Méteau, H. Juin, M.D. Bernadet, G. Guy, C. Larzul, H. Rémignon, J. Mourot, M.J. Duclos, e E. Baéza. 2006. Effects of the intramuscular fatty levels on sensory characteristics of duck breast meat. *Poultry Science* 85:914-922.
- Chin, S.F., W. Liu, J.M. Storkson, Y.L. Ha, e M.W. Pariza. 1992. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *Journal of Food Composition and Analysis* 5:185-197.
- Chizzolini, R., E. Zanardi, V. Dorigoni, e S. Ghidini. 1999. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Trends in Food Science and Technology* 10:119-128.
- Christie, W. 1989. The preparation of derivates of fatty acids. 55 pp in *Gas chromatography and lipids*, ed. William W. Christie-The oil press, Oxford, England.
- Connor, W.E. 2000. Importance of  $\omega$ 3 fatty acids i health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 71-175.
- Cook, M.E., C.C. Miller, Y. Park, M.W. Pariza. 1993. Immune modulation by altered nutrient metabolism: nutritional control of induced growth depression. *Poultry Science* 72:1301-1305.
- Cuvelier, C., A. Clinquart, J.F. Hocquette, J.F. Cabaraux, I. Dufrasne, L. Istasse, e J.L. Hornick. 2006. Comparison of composition and quality traits of meat from young finishing bulls from Belgium Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds. *Meat Science* 74:522-531.
- Devendra, C. 2007. Perspectives on animal production systems in Ásia. *Livestock Science* 106:1-18.
- Edwards, S.A. 2005. Product quality attributes associated wit outdoor pig production. *Livestock Production Science* 94:5-14.
- Fanatico, A.C., L.C. Cavitt, P.B. Pillai, J.L. Emmert, e C.M. Owens. 2005. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with or without outdoor acess: Meat Quality. *Poultry Science* 84:1785-1790.

- Fanatico, A.C., P.B. Pillai, J.L. Emmert, E.E. Gbur, J.F. Meullenet, e C.M. Owens. 2007. Sensory attributes of slow- and fast-growing chicken genotypes raised indoors or with outdoor access. *Poultry Science* 86:2441-2449.
- Ferreira, M.M.C., M.A. Morgano, S.C. Nascimento de Queiroz, e D.M.B. Mantovani. 2000. Relationships of the minerals and fatty acid contents in processed turkey meat products. *Food Chemistry* 69:259-265.
- Fischler. 1990. *L'Homnivore*. Odile Jacob, Paris.
- Fletcher, D.L. 1999. Broiler breast meat color variation, pH and texture. *Poultry Science* 78:1323-1327.
- Fletcher, D.L. 2002. Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal* 58:131-145.
- Food Advisory Committee. 1990. Report on review of food labelling and advertising. HMSO London, UK (Documento policopiado).
- Fraqueza, M.J., A.S. Cardoso, M.C. Ferreira, e A.S. Barreto. 2006. Incidence of Pectoralis Major turkey muscles with light and dark color in a Portuguese slaughterhouse. *Poultry Science* 85:1992-2000.
- Fritsche, J., e H. Steinhardt. 1998. Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in german foods and evaluation of daily intake. *Food Research and Technology* 206:77-82.
- Fritsche, J., S. Fritsche, M.B. Solomon, M.M. Mossoba, M.P. Yurawecz, e K. Morehouse. 2000. Quantitative determination of conjugated linoleic acid isomers in beef fat. *European Journal of Lipid Science and Technology* 102:667-672.
- Gläser, K.R., C. Wenk, e M.R. Scheeder. 2002. Effects of feeding pigs increasing levels of C18:1 trans fatty acids on fatty acid composition of backfat and intramuscular fat as well as backfat firmness. *Archiv der Tierernährung* 56:117-130.
- Haas, G., F. Wetterich, F., U. Köpke. 2001. Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture Ecosystems and Environment* 83:43-53.

- Has-Schön, E., Z. Škrtić, Z., G. Kralik. 2008. Beneficial effects of different dietary oils of cholesterol level and fatty acids profile of turkey pectoral muscle. *Italian Journal of Animal Science* 7:161-171.
- Hayes, K.C., A. Pronczuck, S. Lindsey, e D. Diersen-Schade. 1991. Dietary saturated fatty acids (12:0; 14:0; 16:0) differ in their impact in plasma cholesterol and lipoproteins in nonhuman primates. *American Journal of Clinical Nutrition* 53:491-498.
- Hermansen, J.E., K. Strudsholm, e K. Horsted. 2004. Integration of organic animal production into land use with special reference to swine and poultry. *Livestock Production Science* 90:11-26.
- Higgins, F.M., J.P. Kerry, D.J. Buckley, e P.A. Morrissey. 1998. Effect of dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation on  $\alpha$ -tocopherol distribution in raw turkey muscles and its effect on the storage stability of cooked turkey meat. *Meat Science* 50:373-383.
- Hoffman, L.C., M. Kroucamp, e M. Manley. 2007. Meat quality characteristics of springbok (*Antidorcas marsupialis*). 4: Sensory meat evaluation as influenced by age, gender and production region. *Meat Science* 76:774-778.
- Honikel, K.O. 1998. Reference methods for assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science* 49:447-457.
- Houseknecht, K.L., J.P. Vanden Heuvel, S.Y. Moya-Camarena, C.P. Portocarrero, L.W. Peck, K.P. Nickel, e M.A. Belury. 1998. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the zucker diabetic fatty rat. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 244:678-682.
- Hovi, M., A. Sundrum, e S.M. Thamsborg. 2003. Animal health and welfare in organic livestock production in Europe: current state and future challenges. *Livestock Production Science* 80:41-53.
- Howe, P., B. Meyer, S. Record, e K. Baghurst. 2006. Dietary intake of long-chain  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. *Nutrition* 22:47-53.

<http://www.fao.org/docrep/v4700s/v4700s04.gif>

- Hu, F.B., J.E. Manson, e W.C. Willett. 2001. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *Journal of the American College of Nutrition* 20:5-19.
- Hulan, H.W., R.G. Ackman, W.M.N. Ratnayake, e F.G. Proudfoot. 1988. Omega-3 fatty acid levels and performance of broilers chickens fed redfish meal or oil. *Canadian Journal of Animal Science* 68:533-547.
- INE. 2008. Consumo de carne de Ave em Portugal de 2000-2007.
- Issanchou, S. 1996. Consumer expectations and perceptions of meat and meat product quality. *Meat Science* 43:S5-S19.
- Jakobsen, K. 1999. Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives. *20th Nordic Lipid Symposium* 101:S475-S483.
- Jensen, C., C. Lauridsen, e G. Bertelsen. 1998. Dietary vitamin E: Quality and storage stability of pork and poultry. *Trends in Food Science and Technology* 9:62-72.
- Jiménez-Colmenero, F., J. Carballo, S. Cofrades. 2001. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science* 59:5-13.
- Jung, S., M. Ghoul, M., e M. Lamballerie-Anton. 2000. Changes in lysosomal enzyme activities and shear values of high pressure treated meat during ageing. *Meat Science* 56:239-246.
- Kanner, J., B. Hazan, e L. Doll. 1988. Catalytic "free" iron in muscle foods. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 36:412-415.
- Kerry, J.P., D.J. Buckley, e P.A. Morrissey. 2000. Improvement of oxidative stability of beef and lamb with vitamin E. pp 229-262 in *Antioxidants in Muscle Foods*. E.A. Decker, C. Faustman, C. Lopez-Bote, ed. Wiley-Interscience, New York.
- Komprda, T., J. Zelemka, E. Fajmonová, P. Bakaj, e P. Pechová. 2003. Cholesterol content in meat of some poultry and fish species as influenced by live weight and total lipid content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:7692-7697.

- Kouba, M. 2003. Quality of organic animal products. *Livestock Production Science* 80:33-40.
- Kralik, G., S. Ivanković, e Z. Škrtić. 2005. Fatty acid composition of poultry meat produced in indoor and outdoor rearing systems. *Agriculture Scientific and Professional Review* 11:38-42.
- Kriese, P.R., A.L. Soares, P.D. Guarnieri, S.H. Prudencio, E.I. Ida, e M. Shimokomaki. 2007. Biochemical and sensorial evaluation o intact and boned broiler breast meat tenderness during ageing. *Food Chemistry* 104:1618-1621.
- Lanari, M.C., A.K. Hewavitharana, C. Becu, e S. de Jong. 2004. Effect of dietary tocopherols and tocotrienols on the antioxidant status and lipid stability of chicken. *Meat Science* 68:155-162.
- LaRosa, J.C., D. Hunninghake, D. Bush, M.H. Criqui, G.S. Getz, A.M. Gotto, Jr., S.M. Grundy, L. Rakita, R.M. Robertson, e M.L. Weisfeldt. 1990. The cholesterol facts. A summary of the evidence relating dietary fats, serum cholesterol, and coronary heart disease. A joint statement by the American Heart Association and the National Heart, Lung and Blood Institute. *Circulation* 81:1721-1733.
- Lauridsen, C., D.J. Buckley, e P.A. Morrissey. 1997. Influence of dietary fat and vitamin E supplementation on  $\alpha$ -tocopherol levels and fatty acid profiles in chicken muscle membranal fractions and susceptibility to lipid peroxidation. *Meat Science* 46:9-22.
- Ledward, D.A., D.E. Johnston, e M.K. Knight. 1992. The chemistry of muscle-based foods. pp 128-139. The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Cambridge, U.K.
- Lee, K.N., D. Kritchevsky, M.W. Pariza. 1994. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis. *Atherosclerosis* 108:19-25.
- Lee, S., C. Faustman, D. Djordjevic, H. Faraji, e E.A. Decker. 2006. Effect of antioxidants on stabilization of meat products fortified with n-3 fatty acids. *Meat Science* 72:18-24.

- Lombardi-Boccia, G., A. Aguzzi, M. Capelloni, G. Di Lullo, e M. Lucarini. 2003. Total-diet study: dietary intakes macro elements and trace elements in Italy. *British Journal of Nutrition* 90:1117-1121.
- López-Ferrer, S., M.D. Baucells, A.C. Barroeta, e M.A. Grashorn. 1999. n-3 Enrichment of chicken meat using fish oil: Alternative substitution with rapeseed and linseed oils. *Poultry Science* 78:355-365.
- Lynch, A., D.J. Buckley, K. Galvin, A.M. Mullen, D.J. Troy, e J.P. Kerry. 2002. Evaluation of rib steak colour from Friesian, Hereford and Charolais heifers pastured or overwintered prior to slaughter. *Meat Science* 61:227–232.
- MacRae J., L. O'Reilly, e P. Morgan. 2005. Desirable characteristics of animal products from human health perspective. *Livestock Production Science* 94:95-103.
- Mancini, R.A., e M.C. Hunt. 2005. Current research in meat colour. *Meat Science* 71:100-121.
- Mantzioris, E., L.G. Cleland, R.A. Gibson, M.A. Neumann, N. Damasi, e M.J. James. 2000. Biochemical effects of a diet containing foods enriched with n-3 fatty acids. *American Journal of Clinical Nutrition* 72:42-48.
- Martin, J.C., e K. Valeille. 2002. Conjugated linoleic acids: all the same or to everyone its own function? *Reproduction Nutrition Development* 42:525-536.
- Marusich, W.L., E. DeRitter, E.F. Ogrinz, J. Keating, M. Mitrovic, e R.H. Bunnell. 1975. Effect of supplemental vitamin E in control of rancidity in poultry meat. *Poultry Science* 54:831-844.
- Mercier, Y., P. Gatellier, M. Viau, H. Remignon, e M. Renerre. 1998. Effect of dietary fat and vitamin E on lipid and protein oxidation in turkey meat during storage. *Meat Science* 48:301-317.
- Mercier, Y., P. Gatellier, A. Vincent, e M. Renerre. 2001. Lipid and protein oxidation in microsomal fraction from turkeys: influence of dietary fat and vitamin E supplementation. *Meat Science* 58:125-134.

- Millar, S., R. Wilson, B.W. Moss, e D.A. Ledward. 1994. Oxymyoglobin formation in meat and poultry. *Meat Science* 36:397-406.
- Morão, J.L., V.M. Pinheiro, J.A.M. Prates, R.J.B. Bessa, L.M.A. Ferreira, C.M.G.A. Fontes, e P.I.P. Ponte. 2008. Effect of dietary dehydrated pasture and citrus pulp on the performance and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science* 87: 733-743.
- Morgan, J.B., J.W. Savell, D.S. Hale, R.K. Miller, D.B. Griffin, H.R. Cross, e S.D. Shackelford. 1991. National beef tenderness survey. *Journal of Animal Science* 69:3274-3283.
- Morrissey, P.A., D.J. Buckley, e P.J.A. Sheehy. 1994. Vitamin E and meat quality. *Proceedings of the Nutrition Society* 53:289-295.
- Morrissey, P.A., P.J.A. Sheehy, K. Galvin, J.P. Kerry, e D.J. Buckley. 1998. Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science* 49:S73-S86.
- Muchenje, V., K. Dzama, M. Chimonyo, P.E. Strydom, A. Hugo, e J.G. Raat. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. *Food Chemistry* 112:279-289.
- Muramoto, T., N. Nakanishi, M. Shibata, e K. Aikawa. 2003. Effect of dietary  $\beta$ -carotene supplementation on beef color stability during display of two muscles from Japanese black steers. *Meat Science* 63:39-42.
- O'keefe, S.F., F.G. Proudfoot, e R.G. Ackman. 1995. Lipid oxidation in meats of  $\omega$ -3 fatty acid-enriched broilers chickens. *Food Research International* 28:417-424.
- Owens, C.M, e A.R. Sams. 2000. The influence of transportation on turkey meat quality. *Poultry Science* 79:1204-1207.
- Packer, L., S.U. Weber, e G. Rimbach. 2001. Molecular aspects of alpha-tocotrienol antioxidant action and cell signalling. *Journal of Nutrition* 131:369S-373S.
- Page, J.K., D.M. Wulf, e T.R. Schwotzer. 2001. A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science* 79:678-687.

- Pariza, M.W., Y. Park, e M.E. Cook. 2001. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress in Lipid Research* 40:283-298.
- Ponte, P.I.P., C.M.C. Rosado, J.P. Crespo, D.G. Crespo, J.L. Morão, S.P. Alves, M.A. Chaveiro-Soares, J.L.A. Brás, I. Mendes, L.T. Gama, J.A.M. Prates, L.M.A. Ferreira, e C.M.G.A. Fontes. 2008. Pasture intake improves the performance and meat sensory attributes of free-range broilers. *Poultry Science* 87: 71-79.
- Ponte, P.I.P., J.A.M. Prates, J.P. Crespo, D.G. Crespo, J.L. Morão, S.P. Alves, R.J.B. Bessa, M.A. Chaveiro-Soares, L.M.A. Ferreira, e C.M.G.A. Fontes. 2008. Improving the lipid nutritive value of poultry meat through the incorporation of a dehydrated leguminous-based forage in the diet for broiler chicks. *Poultry Science* 87: 1587-1594.
- Ponte, P.I.P., J.A.M. Prates, J.P. Crespo, D.G. Crespo, J.L. Morão, S.P. Alves, R.J.B. Bessa, M.A. Chaveiro-Soares, L.M.A. Ferreira, e C.M.G.A. Fontes. 2008. Restricting the intake of a cereal-based feed in free-range pasture poultry: Effects on performance and meat quality. *Poultry Science* 87: 2032-2042.
- Ponte, P.I.P., S.P. Alves, R.J.B. Bessa, L.M.A. Ferreira, L.T. Gama, J.L.A. Brás, C.M.G.A. Fontes e J.A.M. Prates. 2008. Influence of pasture intake on the fatty acid composition, and cholesterol, tocopherols, and tocotrienols content in meat from free-range broilers. *Poultry Science* 87:80-88.
- Portugal, A.V. 2002. Production systems of animal origin food in the future. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias* 97:63-70.
- Prates, J.A.M., M.A.G. Quaresma, R.J.B. Bessa, C.M.G.A. Fontes, e C.M.P.M. Alfaia. 2006. Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and  $\beta$ -carotene in Barrosã-PDO veal. *Food Chemistry* 94:469-477.
- Qiao, M., D.L. Fletcher, J.K. Northcutt, e D.P. Smith. 2002. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poultry Science* 81:422-427.
- Quaresma, M.A.G., I.T. Rodrigues, R.P. Silva, N. Santos, J. Breda, R.J.B. Bessa, J.P.C. Lemos, J.A.M. Prates e A.S. Barreto. 2008. Vitamin E in the Montado's wild boar meat: the conjugation of the omnivorous feeding behaviour and the

- richness of Montado. Proceedings of 54<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology 2008.
- Raes, K., S. De Smet, e D. Demeyer. 2001. Effect of double-muscling in Belgian Blue young bulls on the intramuscular fatty acid composition with emphasis on conjugated linoleic acid and poly-unsaturated fatty acids. *Animal Science* 73:253–260.
- Raes, K., S. De Smet, e D. Demeyer. 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology* 113:199-221.
- Røbotten, R., B.N. Nilsen, e K.I. Hildrum. 2000. Prediction of beef quality attributes from early post mortem near infrared reflectance spectra. *Food Chemistry* 69:427-436.
- Rosenkranz, F.D. 1983. Freeze drying. In vacuum products. West Sussex: Edwards High Vacuum International: 201-215.
- Santé, V.S., A. Lebert, G. Le Pottier, e A. Ouali. 1996. Comparison between two statistical models for prediction of turkey breast meat colour. *Meat Science* 43:283-290.
- Santé, V.S., e X. Fernandez. 2000. The measurement of pH and frozen turkey *Pectoralis superficialis* muscle. *Meat Science* 55:503-506.
- Schmid, A., M. Collomb, R. Sieber, e G. Bee. 2006. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: a review. *Meat Science* 73:29-41.
- Scollan, N., J.F. Hocquette, K. Nuernberg, D. Dannenberger, I. Richardson, e A. Moloney. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science* 74:17-33.
- Sell, J.L. 1996. Recent developments in vitamin E nutrition of turkeys. *Animal Feed Science and Technology* 60:229-240.

- Sen, C.K., S. Khanna, e S. Roy. 2006. Tocotrienols: vitamin E beyond tocopherols. *Life Sciences* 78:2088-2098.
- Sheldon, B.W. 1984. Effect of dietary tocopherol on the oxidative stability of turkey meat. *Poultry Science* 63:673-681.
- Sheldon, B.W., P.A. Curtis, P.L. Dawson, e P.R. Ferket. 1997. Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability, flavour, colour and volatile profiles of refrigerated and frozen turkey breast meat. *Poultry Science* 76:634-641.
- Silva, J.A., L. Patarata, e C. Martins. 1999. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Science* 52:453-459.
- Simopoulos, A.P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/ omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine and Pharmacotherapy* 56:365-379.
- Steenkamp, J.B. 1987. Conjoint analysis as a measurement in harm quality evaluation. *Journal of Agricultural Economics* 38:473-480
- Thamsborg, S.M., A. Roepstorff, e M. Larsen. 1999. Integrated and biological control of parasites in organic and conventional production systems. *Veterinary Parasitology* 84:169-186.
- Touraille, P.C., J. Kopp, C. Valin, e F.H. Richard. 1991. Chicken meat quality. 1. Influence of age and growth rate on physico-chemical and sensory characteristics of the meat. *Archiv fur Geflugelkunde* 45:69-76.
- Traber, M.G., e L. Packer. 1995. Vitamin E: beyond antioxidant function. *American Journal of Clinical Nutrition* 62:1501S-1509S.
- Tuytens, F., M. Heyndrickx, M. De Boeck, A. Moreels, A. Van Nuffel, E. Van Poucke, E. Van Coillie, S. Van Dongen, e L. Lens. 2008. Broiler chicken health, welfare and fluctuating asymmetry in organic versus conventional production systems. *Livestock Science* 113:123-132.

- Vaarst, M., S. Padel, M. Hovi, D. Younie, e A. Sundrum. 2005. Sustaining animal health and food safety in European organic livestock farming. *Livestock Production Science* 94:61-69.
- Valsta, L.M., H. Tapanainen, e S. Männistö. 2005. Meat fats in nutrition. *Meat Science* 70:525-530.
- Verbeke, W., M.J. Van Oeckel, N. Warnants, J. Viaene, e C.V. Boucqué. 1999. Consumer perception, facts and possibilities to improve acceptability of health and sensory characteristics of pork. *Meat Science* 53:77-99.
- Vestergaard, M., N. Oksberg, e P. Henckel. 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. *Meat Science* 54:177-185.
- Von Borell, E., e J.T. Sørensen. 2004. Organic livestock production in Europe: aims, rules, and trends with special emphasis on animal health and welfare. *Livestock Production Science* 90:3-9.
- Walker, A., e Gordon, S. 2003. Intake of nutrients from pasture by poultry. *Proceedures of Nutritional Society* 62: 253-25
- Webb, E.C. e H.A. O'Neill. 2008. The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science* 80:28-36.
- Wechsler, B. 2005. An authorisation procedure for mass-produced farm animal housing systems with regard to animal welfare. *Livestock Production Science* 94:71-79.
- Wen, J., S.N. McCarthy, F.M.J. Higgins, P.A. Morrissey, D.J. Buckley, e P.J.A. Sheehy. 1997. Effect of dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate on the uptake and distribution of  $\alpha$ -tocopherol in turkey tissues and lipid stability. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 36:65-74.
- WHO. 2003. Diet nutrition and prevention of chronic diseases. Report of joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916, Geneva.

- Wood, J.D e M. Enser. 1997. Factors influencing fatty acids in meat and role of antioxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition* 78:S49-S60.
- Wood, J.D., M. Enser, V. Fisher, G.R. Nute, R.I. Richardson, e P.R. Sheard. 1999. Manipulation meat quality and composition. *Proceedings of the Nutrition Society* 58:363-370.
- Wood, J.D., R.I. Richardson, G.R. Nute, A.V. Fisher, M.M. Campo, E. Kasapidou, P.R. Sheard, e M. Enser. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science* 66:21-32.
- Yoshida, Y., E. Niki, e N. Noguchi. 2003. Comparative study on the action of tocopherols and tocotrienols as antioxidant: chemical and physical effects. *Chemistry and Physics of lipids* 123:63-75.