

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
Faculdade de Medicina Veterinária



**Efeito de diferentes métodos de confeção no valor nutricional da carne  
de bovino - estudo experimental nas carnes Barrosã e Mertolenga**

Anabela Ferreira Lopes

Orientador: Doutor José António Mestre Prates

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

Tese especialmente elaborada para obtenção do grau de Doutor em Ciências Veterinárias,  
especialidade de Segurança Alimentar

2015



UNIVERSIDADE DE LISBOA  
Faculdade de Medicina Veterinária



**Efeito de diferentes métodos de confeção no valor nutricional da carne  
de bovino - estudo experimental nas carnes Barrosã e Mertolenga**

Anabela Ferreira Lopes

Orientador: Doutor José António Mestre Prates

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

Tese especialmente elaborada para obtenção do grau de Doutor em Ciências Veterinárias,  
especialidade de Segurança Alimentar

Júri:

Presidente: Doutor Rui Manuel de Vasconcelos e Horta Caldeira

Vogais:

- Doutor José António Mestre Prates
- Doutora Maria da Graça Tavares Rebelo Soveral Rodrigues
- Doutor José Pedro da Costa Cardoso de Lemos
- Doutor Luís Avelino da Silva Coutinho Patarata
- Doutor Miguel Nuno Geraldo Viegas Santos Elias
- Doutora Maria João dos Ramos Fraqueza

Aos meus três filhos: Afonso, Tomás e Simão  
peço-vos perdão por todo o tempo de atenção  
que vos roubei ...



## **AGRADECIMENTOS**

No momento de apresentar os resultados, no âmbito da minha tese de doutoramento, não posso deixar de expressar os meus sinceros agradecimentos às pessoas e entidades que me apoiaram e colaboraram de diversas formas e, assim, tornaram possível a realização da mesma. Pelo apoio particularmente relevante, justifica-se um agradecimento especial:

- ◆ Ao Professor Doutor José Mestre Prates, meu orientador, o meu profundo obrigada por ter aceitado a orientação deste trabalho, assim como por todo o apoio, amizade, compreensão, paciência, ensinamentos, inteira disponibilidade e confiança depositada em mim. Agradeço-lhe também toda a força que me deu no momento em que a minha vida profissional sofreu alterações.
- ◆ Ao Professor Doutor José Pedro Lemos, meu co-orientador, agradeço todo o apoio e amizade, além de toda a disponibilidade demonstrada ao longo deste trabalho e também pelo seu constante incentivo e encorajamento nos momentos mais difíceis pelos quais passei na elaboração do trabalho experimental.
- ◆ À Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa por me ter acolhido e me ter proporcionado todas as condições para a realização do trabalho que originou esta tese.
- ◆ À Doutora Cristina Mateus Alfaia, pela amizade, pela sua enorme disponibilidade e por todos os ensinamentos que me transmitiu durante a realização do trabalho experimental, tanto a nível laboratorial como na análise estatística dos resultados.
- ◆ Aos meus colegas de laboratório, pela amizade e pelos bons momentos passados em conjunto.
- ◆ À Dona Ana agradeço a atenção dispensada e prontidão em ter o material de laboratório sempre disponível na realização do trabalho experimental.
- ◆ À Doutora Ana Partidário, da Unidade de Investigação de Tecnologia Alimentar do INIAV, pelo apoio, simpatia e auxílio na realização da determinação dos aminoácidos.

- ◆ À Doutora Alexandra Carvalho, do Centro de Física da Matéria Condensada do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, pelo apoio, simpatia e auxílio na realização da determinação dos lípidos totais.
- ◆ À Estação Zootécnica Nacional – Fonte Boa, em particular à Doutora Susana Alves e ao Professor Doutor Rui Bessa, pela ajuda na identificação dos ácidos gordos.
- ◆ À Associação dos Criadores de Bovinos de Raça Barrosã e à Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos, pelo facto de terem fornecimento gratuitamente as amostras deste estudo.
- ◆ À Direção-Geral da Saúde por me ter permitido conciliar a minha actividade profissional com a realização do trabalho experimental.
- ◆ Ao meu marido, pelo apoio incondicional, confiança, compreensão, paciência, carinho e por tudo o que faz e sempre fez por mim.

Obrigada a todos ...

Durante os primeiros dois anos, o presente trabalho foi financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, através da atribuição da bolsa de doutoramento (SFRH/BD/2007/35976).





## ABSTRACT

### **The effect of different cooking methods on the nutritional value of veal - experimental study on Barrosã and Mertolenga-PDO**

Nowadays we often feel short of time when it comes to the preparation of a meal, and most of the time give no consideration as how we process it and the modifications which occur in terms of nutritional composition. It has been known for a long time that the lack of certain nutrients can lead to serious health problems; therefore it is fundamental to acknowledge the factors that contribute to minimizing the loss of food nutrients. Whereas most food of animal origin is subjected to a cooking method using a heat source before consumption, it was considered important to assess how three common household cooking methods (microwave, boiling and grilling) could influence the nutritional composition of Barrosã and Mertolengo veal (Protected Designation of Origin). Thus, in the present study, it was found that the application of the various cooking methods studied modifies the nutritional composition of the meat, without it being possible to identify globally which cooking method minimizes the loss of nutrients. According to the data obtained, it was established that in both meats, nutrients that showed higher retentions are total proteins, amino acids, total lipids, the conjugated isomers of linoleic acid, total cholesterol, iron, magnesium and zinc. In contrast, the meat nutrients that are most affected by the action of cooking methods are moisture, polyunsaturated fatty acids, potassium and  $\alpha$ -tocopherol. The results established that the retention of meat nutrients varies depending on the confection method applied. A significant effect of muscle in certain nutrients in both meats studied was also observed. The cooking methods adversely affected the nutritional quality of lipids, since in both meats there was an increase in the atherogenicity index and a decrease in hypocholesterolemic / hypercholesterolemic ratios and polyunsaturated/saturated fatty acids ratios when compared to the level obtained in raw meat.

**Key-words:** meat from ruminants, nutritional value, cooking methods, nutrient retention.

## RESUMO

### **Efeito de diferentes métodos de confeção no valor nutricional da carne de bovino - estudo experimental nas carnes Barrosã e Mertolenga**

Nos tempos que correm estamos cada vez menos disponíveis para a preparação de uma refeição, não existindo, na maioria das vezes, a preocupação de como a processamos e as alterações ocorridas em termos de composição nutricional. Tal como é sabido desde há longa data, a carência de determinados nutrientes pode conduzir a graves problemas de saúde, sendo deste modo imprescindível o conhecimento dos fatores que contribuem para minimizar a perda de nutrientes dos alimentos. Considerando que a maioria dos alimentos de origem animal antes de serem consumidos são submetidos a um método de confeção, utilizando-se uma fonte de calor, considerou-se importante avaliar a forma como três métodos de confeção de uso vulgar a nível doméstico (forno micro-ondas, água fervente e grelhagem) poderiam influenciar a composição nutricional das carnes de vitela Barrosã e de novilho Mertolengo (Denominação de Origem Protegida). Assim, no presente estudo, verificou-se que a aplicação dos vários métodos de confeção estudados altera a composição nutricional da carne, não sendo possível identificar no global qual o método de confeção que minimiza as perdas de nutrientes. De acordo com os dados obtidos, verificou-se que em ambas as carnes, os nutrientes que apresentam retenções mais elevadas são as proteínas totais, os aminoácidos, os lípidos totais, os isómeros conjugados do ácido linoleico, o colesterol total, o ferro, o magnésio e o zinco. Em contrapartida, os nutrientes da carne que são mais afetados pela ação dos métodos de confeção são a humidade, os ácidos gordos polinsaturados, o potássio e o  $\alpha$ -tocoferol. Por conseguinte, verificou-se que a retenção dos nutrientes da carne varia em função do método de confeção aplicado. Observou-se também um efeito significativo do músculo em alguns dos nutrientes determinados em ambas as carnes estudadas. Os métodos de confeção afetaram negativamente a qualidade nutricional dos lípidos, uma vez que em ambas as carnes se verificou um aumento do índice de aterogenicidade e uma diminuição dos índices hipocolesterolémico/hipercolesterolémico e ácidos gordos polinsaturados/ácidos gordos saturados, comparativamente ao teor obtido na carne crua.

**Palavras-chave:** carne de ruminantes, valor nutricional, métodos de confeção, retenção de nutrientes.

## PUBLICAÇÕES NO ÂMBITO DO TRABALHO DE DOUTORAMENTO

### Artigos e Capítulos de livros

- Lopes, A., Alfaia, C., Partidário, A., Lemos, J., & Prates, J. (2015). Influence of household cooking methods on amino acids and minerals of Barrosã-PDO veal. *Meat Science*, 99, 38-43.
- Alfaia, C., Lopes, A., & Prates, J. (2013). Cooking and diet quality: a focus on meat. In: *Diet Quality: An Evidence-Based Approach*. Eds. V.R. Preedy, L. A. Hunter, B.V. Patel, Springer, 20, pp: 257-284. ISBN 978-1-4614-7339-8.
- Lopes, A. (2011). Factores que influenciam o aquecimento dos alimentos pelo forno micro-ondas; *SPARE – Sistema de Planeamento e Avaliação de Refeições Escolares*, Direção-Geral da Saúde, Newsletter n.º 12.
- Alfaia, C., Alves, S., Lopes, A., Fernandes, M., Costa, A., Fontes, C., Bessa, R., & Prates, J. (2010). Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. *Meat Science*, 84, 769-777.

### Comunicações orais

- Lopes, A., Alfaia, C., Lemos, J., Prates, J. (2013). Qual o tipo de ácidos gordos da carne de novilho Mertolengo que é mais afetado pelos métodos de confeção?, XII Congresso de Nutrição e Alimentação da Associação Portuguesa dos Nutricionistas, Lisboa, maio 2013.
- Lopes, A., Alfaia, C., Lemos, J., Prates, J. (2012). Qual o método de confeção que minimiza o valor energético da carne bovina?, 16.º Congresso Português de Obesidade, SPEO, novembro 2012.
- Lopes, A., Alfaia, C., Lemos, J., Prates, J. (2011). Efeito dos vários métodos de confeção na composição em minerais de carne bovina DOP, 15.º Congresso Português de Obesidade, SPEO, novembro 2011, tendo à mesma sido atribuído o **prémio de melhor comunicação oral**.

- Anabela F. Lopes, Ana M.C.P.C. Partidário, Cristina M.M. Alfaia, José P. Lemos, José A.M. Prates (2011). “Determination of protein content and essential amino acids composition in cooked meat: implications for nutritional quality of meat”, X Congresso de Nutrição e Alimentação da Associação Portuguesa dos Nutricionistas, Lisboa, maio 2011.

### **Comunicações em painel**

- Lopes, A., Alfaia, C., Lemos, J., Prates, J. (2013). Composição nutricional de carne bovina – aplicação de diferentes métodos de confeção, Rede PORTFIR, INSA, Lisboa, outubro.
- Lopes, A., Alfaia, C., Lemos, J., Prates, J. (2010). Os métodos culinários afetam a retenção do colesterol total na carne. 14.º Congresso Português de Obesidade, SPEO, resumo publicado em Endocrinologia, Diabetes & Obesidade, 4, 281, novembro.
- Lopes, A., Alfaia, C., Lemos, J., Prates, J. (2009). Influence of the cooking methods on the total cholesterol and  $\alpha$ -tocopherol retention of Barrosã - PDO veal, 9.º Encontro de Química dos Alimentos, abril, Açores (Ilha Terceira).

## ÍNDICE GERAL

---

AGRADECIMENTOS.....	v
ABSTRACT.....	viii
RESUMO.....	ix
PUBLICAÇÕES NO ÂMBITO DO TRABALHO DE DOUTORAMENTO.....	x
ÍNDICE DE TABELAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS.....	xxi
<b>INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>5</b>
1.1. Conceito de carne e o seu mercado.....	7
1.2. Mercado de carne bovina com denominação de origem protegida.....	11
1.2.1. Raça Barrosã.....	18
1.2.2. Raça Mertolenga.....	21
1.3. Qualidade e composição nutricional da carne.....	23
1.3.1. Características dos nutrientes e a sua relação com a saúde humana.....	26
1.3.1.1. Proteínas e aminoácidos.....	26
1.3.1.2. Lípidos.....	28
1.3.1.2.1. Ácidos gordos.....	29
1.3.1.2.2. Colesterol.....	35
1.3.1.2.3. Qualidade nutricional dos lípidos.....	37
1.3.1.3. $\alpha$ -tocoferol.....	39
1.3.1.4. Minerais.....	40
1.4. Aplicação dos métodos de confeção nos alimentos.....	47

1.4.1. Tipos e características dos métodos de confeção aplicados aos alimentos .....	49
1.4.2. Alterações nos alimentos induzidas pelos métodos de confeção .....	57
1.4.2.1. Alterações oxidativas .....	58
1.4.2.2. Alterações sensoriais .....	59
1.4.2.3. Alterações nutricionais .....	60
<b>CAPÍTULO 2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>67</b>
2.1. Seleção das raças bovinas e colheita dos músculos.....	69
2.2. Caracterização dos métodos de confeção .....	71
2.3. Esquema do desenho experimental .....	72
2.4. Determinações laboratoriais .....	73
2.4.1. Temperatura interna .....	73
2.4.2. Rendimento .....	73
2.4.3. Valor energético .....	73
2.4.4. Humidade .....	73
2.4.5. Cinzas .....	74
2.4.6. Proteínas totais .....	74
2.4.7. Aminoácidos totais .....	75
2.4.8. Lípidos totais .....	76
2.4.9. Ácidos gordos totais e isómeros do CLA .....	77
2.4.10. Índice h/H .....	78
2.4.11. Índices de Aterogenicidade e de Trombogenicidade .....	78
2.4.12. Colesterol total e $\alpha$ -tocoferol.....	79
2.4.13. Minerais.....	80
2.4.14. Retenção dos nutrientes.....	80
2.4.15. Tratamento estatístico dos dados obtidos .....	80

<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	83
3.1. Rendimento e temperatura interna dos músculos após aplicação dos métodos de confeção .....	85
3.1.1. Rendimento.....	85
3.1.2. Temperatura interna.....	86
3.2. Efeito dos métodos de confeção no teor de proteínas totais, lípidos totais, humidade, cinzas e no valor energético .....	88
3.2.1. Proteínas totais .....	88
3.2.2. Lípidos totais.....	89
3.2.3. Humidade .....	93
3.2.4. Cinzas.....	95
3.2.5. Valor energético .....	95
3.2.6. Retenção das proteínas totais, lípidos totais, humidade e cinzas.....	96
3.2.6.1. Retenção das proteínas totais.....	96
3.2.6.2. Retenção dos lípidos totais .....	97
3.2.6.3. Retenção da humidade .....	98
3.2.6.4. Retenção das cinzas .....	99
3.3. Efeito dos métodos de confeção na composição em aminoácidos.....	100
3.3.1. Retenção dos aminoácidos .....	104
3.4. Efeito dos métodos de confeção no perfil de ácidos gordos.....	107
3.4.1. Qualidade nutricional dos lípidos.....	116
3.4.2. Retenção dos ácidos gordos.....	120
3.4.3. Efeitos dos métodos de confeção na composição em isómeros do CLA.....	127
3.4.4. Retenção do CLA total e dos seus isómeros.....	134
3.5. Efeitos dos métodos de confeção na composição em colesterol e $\alpha$ -tocoferol .....	138
3.5.1. Colesterol total.....	138
3.5.2. $\alpha$ -tocoferol.....	139
3.5.3. Retenção do colesterol total.....	139

3.5.4. Retenção do $\alpha$ -tocoferol.....	140
3.6. Efeitos dos métodos de confeção na composição mineral .....	142
3.6.1. Retenção dos elementos minerais .....	145
3.7. Contribuição do valor nutricional das carnes de vitela barrosã e de novilho mertolengo para os valores de referência dos nutrientes .....	147
3.8. Síntese dos resultados obtidos .....	153
<b>CAPÍTULO 4. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS.....</b>	<b>159</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>165</b>
<b>ANEXO I</b>	<b>186</b>



## ÍNDICE DE TABELAS

---

<b>Tabela 1.</b> Carnes de bovinos com Denominação de Origem Protegida.....	16
<b>Tabela 2.</b> Valores típicos da composição nutricional (por 100 g de parte edível) da carne de quatro espécies pecuárias.....	25
<b>Tabela 3.</b> Identificação dos aminoácidos essenciais e não essenciais. ....	27
<b>Tabela 4.</b> Nomenclatura dos ácidos gordos mais comuns.....	30
<b>Tabela 5.</b> Ingestão diária recomendada de lípidos totais e ácidos gordos.....	34
<b>Tabela 6.</b> Valor de referência (mg) dos elementos minerais para um adulto.....	41
<b>Tabela 7.</b> Vantagens e desvantagens do uso do forno micro-ondas comparativamente aos restantes métodos de confeção.....	53
<b>Tabela 8.</b> Fatores que influenciam o aquecimento dos alimentos pelo forno micro-ondas...	55
<b>Tabela 9.</b> Alterações a nível nutricional da carne bovina após aplicação de vários métodos de confeção.....	64
<b>Tabela 10.</b> Rendimento (%) e temperatura interna (°C) dos músculos LL e ST da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo ( <i>n</i> = 15).....	85
<b>Tabela 11.</b> Efeito dos métodos de confeção no teor de proteínas totais (g/100 g músculo), lípidos totais (g/100 g músculo), humidade (g/100 g músculo), cinzas (g/100 g músculo) e no valor energético (kcal) da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo ( <i>n</i> = 15).....	92
<b>Tabela 12.</b> Retenção (%) do teor de proteínas totais, lípidos totais, humidade e cinzas nos músculos LL e ST da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo ( <i>n</i> = 15).....	97
<b>Tabela 13.</b> Teor de aminoácidos (AA) totais (g/100 g de músculo) e respetiva quantificação em função do seu teor total no músculo LL da vitela Barrosã (% do total de AA), antes e após aplicação dos métodos de confeção ( <i>n</i> = 15).....	100
<b>Tabela 14.</b> Teor de aminoácidos (AA) totais (g/100 g de músculo) e respetiva quantificação em função do seu teor total no músculo LL do novilho Mertolengo (% do total de AA), antes e após aplicação dos métodos de confeção ( <i>n</i> = 15).....	102

<b>Tabela 15.</b> Retenção (%) dos aminoácidos presentes no músculo LL da vitela Barrosã, após aplicação dos diferentes métodos de confeção ( <i>n</i> = 15). .....	104
<b>Tabela 16.</b> Retenção (%) dos aminoácidos presentes no músculo LL do novilho Mertolengo, após aplicação dos diferentes métodos de confeção ( <i>n</i> = 15).....	105
<b>Tabela 17.</b> Efeito dos métodos de confeção na composição de ácidos gordos (g/100 g FAME) nos músculos LL e ST da vitela Barrosã ( <i>n</i> = 15).....	108
<b>Tabela 18.</b> Efeito dos métodos de confeção na composição de ácidos gordos (g/100 g FAME) dos músculos LL e ST do novilho Mertolengo.....	114
<b>Tabela 19.</b> Efeito dos métodos de confeção na qualidade nutricional dos lípidos dos músculos LL e ST da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo ( <i>n</i> = 15)	119
<b>Tabela 20.</b> Retenção (%) dos ácidos gordos determinados nos músculos LL e ST da vitela Barrosã ( <i>n</i> = 15).....	122
<b>Tabela 21.</b> Retenção (%) dos ácidos gordos nos músculos LL e ST do novilho Mertolengo ( <i>n</i> = 15). .....	125
<b>Tabela 22.</b> Efeito dos métodos de confeção no teor total de CLA (mg/g músculo), CLA específico (mg/g lípidos) e nos isómeros individuais (% do total de CLA) determinados nos músculos LL e ST da vitela Barrosã ( <i>n</i> = 15). .....	129
<b>Tabela 23.</b> Efeito dos métodos de confeção no teor total de CLA (mg/g músculo), CLA específico (mg/g lípidos) e nos seus isómeros individuais (% do total de CLA) determinados nos músculos LL e ST do novilho Mertolengo ( <i>n</i> = 15).....	132
<b>Tabela 24.</b> Retenção (%) do total de CLA e dos seus isómeros determinados nos músculos LL e ST da vitela Barrosã ( <i>n</i> = 15) .....	135
<b>Tabela 25.</b> Retenção (%) do total de CLA e dos seus isómeros determinados nos músculos LL e ST do novilho Mertolengo ( <i>n</i> = 15).....	137
<b>Tabela 26.</b> Teor de colesterol total (mg/g), de $\alpha$ -tocoferol ( $\mu$ g/g) e respectiva retenção (%) nos músculos LL e ST da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo, antes e após aplicação dos métodos de confeção ( <i>n</i> =15).....	141
<b>Tabela 27.</b> Teores de minerais (mg/100 g de músculo) determinados no músculo LL da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo, antes e após aplicação dos respetivos métodos de confeção ( <i>n</i> = 10) .....	142
<b>Tabela 28.</b> Retenção (%) dos minerais determinados no músculo LL da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo ( <i>n</i> = 10) .....	145
<b>Tabela 29.</b> Efeito dos métodos de confeção no teor dos nutrientes da carne, comparativamente ao teor determinado na carne crua	153

<b>Tabela 30.</b> Identificação dos métodos de confecção que conferem uma menor perda de nutrientes da carne .....	155
<b>Tabela 31.</b> Avaliação do efeito dos métodos de confecção na qualidade nutricional dos lípidos da carne .....	156
<b>Tabela 32.</b> Efeito do músculo nos teores das variáveis determinadas nas carnes de vitela Barrosã e de novilho Mertolengo .....	157

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Figura 1</b> - Disponibilidade diária, <i>per capita</i> , de carne de animais de várias espécies (g/hab/dia) .....	9
<b>Figura 2.</b> Disponibilidade diária de carne, por origem, no período de 2009 a 2012 .....	9
<b>Figura 3.</b> Produção de carne das várias espécies em Portugal (2010 – 2012) .....	10
<b>Figura 4.</b> Logotipo da Denominação de Origem Protegida .....	12
<b>Figura 5.</b> Influência da origem na qualidade dos produtos agro-alimentares .....	14
<b>Figura 6.</b> Distribuição da produção de carne de bovinos com a designação DOP .....	16
<b>Figura 7.</b> Preço ao agrupamento de carne de bovino (Euros / kg peso da carcaça – 2011) .....	17
<b>Figura 8.</b> Modalidades de escoamento da carne bovina DOP (2011) .....	18
<b>Figura 9.</b> Vaca Barrosã .....	19
<b>Figura 10.</b> Área geográfica da produção da raça Barrosã .....	20
<b>Figura 11.</b> Touro Mertolengo .....	21
<b>Figura 12.</b> Área geográfica da produção da raça Mertolenga .....	22
<b>Figura 13.</b> Componentes que contribuem para a qualidade da carne .....	24
<b>Figura 14.</b> Alterações induzidas na carne após aplicação dos métodos de confeção .....	58
<b>Figura 15.</b> Localização anatómica dos músculos estudados .....	69
<b>Figura 16.</b> Condições aplicadas nos diferentes métodos de confeção. ....	71
<b>Figura 17.</b> Esquema do desenho experimental .....	72
<b>Figura 18.</b> Contribuição, para os respetivos valores de referência, do valor energético, proteínas totais, lípidos totais, colesterol total e $\alpha$ -tocoferol determinados na carne de vitela Barrosã .....	147

- Figura 19.** Contribuição, para os respectivos valores de referência, do valor energético, proteínas totais, lípidos totais, colesterol total e  $\alpha$ -tocoferol determinados na carne de novilho Mertolengo..... 148
- Figura 20.** Contribuição, para os respectivos valores de referência, dos aminoácidos essenciais determinados na carne (músculo LL) da vitela Barrosã ..... 150
- Figura 21.** Contribuição, para os respectivos valores de referência, dos aminoácidos essenciais determinados na carne (músculo LL) do novilho Mertolengo..... 150
- Figura 22.** Contribuição, para os respectivos valores de referência, dos elementos minerais determinados na carne (músculo LL) da vitela Barrosã ..... 151
- Figura 23.** Contribuição para os respectivos valores de referência dos elementos minerais determinados na carne (músculo LL) do novilho Mertolengo ..... 152

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

---

Devido ao facto de algumas siglas estrangeiras terem uso corrente e generalizado por parte da comunidade científica internacional e nacional, o seu significado encontra-se traduzido tanto em português como em inglês (entre parêntesis). A terminologia e os símbolos das grandezas e unidades físicas utilizadas estão de acordo com o estabelecido no Sistema Internacional de Unidades (SI) transposto para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º427/83, de 7 de Dezembro, que adopta em Portugal o Sistema Internacional de Unidades.

<b>AG</b>	Ácidos gordos
<b>ALA</b>	Ácido $\alpha$ -linolénico (Alfa-Linolenic Acid)
<b>CLA</b>	Isómeros conjugados do ácido linoleico (Conjugated Linoleic Acid)
<b>cm</b>	Centímetro
<b>DDR</b>	Dose Diária Recomendada
<b>DHA</b>	Ácido docosahexaenóico
<b>DOP</b>	Denominação de origem protegida
<b>EFSA</b>	European Food Safety Authority
<b>EPA</b>	Ácido eicosapentaenóico
<b>FAME</b>	Ésteres metílicos de ácidos gordos (Fatty Acid Metyl Esters)
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization
<b>g</b>	Gramma
<b>H</b>	Hipercolesterolémico
<b>h</b>	Hipocolesterolémico
<b>HDL</b>	Lipoproteínas de alta densidade (High Density Lipoprotein)
<b>HPLC</b>	Cromatografia líquida de alta resolução (High-Performance Liquid Chromatography)
<b>IA</b>	Índice de aterogenicidade
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estatística
<b>IT</b>	Índice de trombogenicidade
<b>kcal</b>	Quilocaloria
<b>kJ</b>	Quilojoule
<b>LDL</b>	Lipoproteínas de baixa densidade (Low Density Lipoprotein)
<b>LL</b>	Músculo longuíssimo lombar

<b>mg</b>	Miligrama
<b>mg/dl</b>	Miligrama por decilitro
<b>mg/g</b>	Miligrama por grama
<b>MUFA</b>	Ácidos gordos monoinsaturados (Monounsaturated Fatty Acids)
<b>n</b>	Número
<b>ns</b>	Não significativo
<b>NP</b>	Norma Portuguesa
<b>°C</b>	Grau Celsius / centígrado
<b>P</b>	Probabilidade
<b>PUFA</b>	Ácidos gordos polinsaturados (Polyunsaturated Fatty Acids)
<b>rpm</b>	Rotação por minuto
<b>SFA</b>	Ácidos gordos saturados (Saturated Fatty Acids)
<b>ST</b>	Músculo semitendinoso
<b>TFA</b>	Ácidos gordos <i>trans</i> ( <i>Trans</i> Fatty Acids)
<b>VRN</b>	Valores de Referência dos Nutrientes
<b>VCT</b>	Valor Calórico Total
<b>µg/g</b>	Micrograma por grama
<b>µl</b>	Microlitro

## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

---

A carne teve desde sempre uma posição privilegiada na mesa das famílias ocidentais, encontrando-se no topo hierárquico dos alimentos (Holm & Mohl, 2000). De todas as fontes alimentares existentes à disposição do Homem, a carne é o alimento que o tem acompanhado desde o início da sua longa caminhada evolutiva, destacando-se dos restantes alimentos (Ramos, 2008).

Nas últimas décadas, têm-se verificado mudanças notórias no comportamento dos consumidores, havendo uma procura crescente por alimentos equilibrados do ponto de vista nutricional. Esta crescente preocupação dos consumidores com os aspectos nutricionais dos alimentos resulta da constatação de que a dieta influencia fortemente a saúde. A produção de carne vermelha no futuro sofrerá as alterações necessárias, impostas pelos consumidores e pelas entidades mundiais de saúde, no sentido de assegurar um abastecimento de carne com qualidade e salubridade excelentes, detentora de um adequado binómio nutrição/saúde. A finalidade de uma dieta equilibrada consiste em fornecer os nutrientes necessários para o normal crescimento, desenvolvimento e manutenção de uma vida saudável.

Durante a confeção das refeições, o conteúdo nutricional dos alimentos pode decrescer devido à alteração ou degradação química dos nutrientes, ou devido à solubilização e drenagem dos nutrientes dos alimentos para o meio de confeção. Por outro lado, o processamento altera a matriz do alimento original, promovendo o aumento da biodisponibilidade de alguns nutrientes. Uma correta compreensão destes dois fenómenos contribuirá para uma melhor estimativa da ingestão de nutrientes e do estado nutricional da população. Numa outra perspectiva, o desenho de formulações alimentares, de refeições e de ementas, poderá ser aperfeiçoado se for considerado o impacto do processamento no seu conteúdo nutricional. Muitas das alterações nutricionais que ocorrem durante a preparação das refeições podem ser minimizadas se forem adoptados procedimentos e tecnologias que preservem os nutrientes (Dupamato, 2009).

Os profissionais da área da saúde têm um conhecimento muito limitado sobre a composição dos alimentos após a sua confeção. Parece haver um especial interesse pela composição dos alimentos em cru, ficando o esquecimento de que existem inúmeros alimentos que só são consumidos após a aplicação de um método de confeção e que esta



ação do tratamento térmico poderá influenciar a retenção dos nutrientes fornecidos pelos alimentos.

É comum referir-se que a ingestão de um determinado nutriente fornecido por um alimento contribui com uma percentagem para os Valores de Referência do Nutriente (VRN). Contudo, se estivermos a falar de um alimento que necessite de um tratamento térmico para ficar comestível (carne, peixe, ovo, etc.) torna-se crucial conhecer a forma como os métodos de confeção irão influenciar a composição nutricional dos alimentos para melhor relacionar o seu contributo para o VRN.

Considerando um padrão alimentar saudável, todos os nutrientes têm um papel importante na satisfação das necessidades nutricionais de cada indivíduo, assim como ao nível de outras funções no organismo, desde que sejam respeitados os teores recomendados. Nos últimos tempos, os consumidores têm demonstrado uma preocupação crescente em consumir alimentos saudáveis e com a sua própria confeção, de forma a obterem um melhor nível de saúde e de bem-estar.

O objetivo geral do presente estudo consistiu em avaliar o efeito da aplicação de vários métodos de confeção de uso doméstico comum (forno micro-ondas, cozedura em água e grelhagem) na qualidade nutricional da carne de vitela Barrosã (músculo longuíssimo lombar, LL; abate aos  $7,8 \pm 0,41$  meses) e da carne de novilho Mertolengo (LL; abate aos  $16,5 \pm 1,3$  meses), ambas as raças com sistemas de produção controlados pela Denominação de Origem Protegida, bem como comparar alguns parâmetros nutricionais dessas carnes (músculos LL e semitendinoso, ST). Os objetivos específicos consistiram em determinar a composição nutricional das carnes de vitela e de novilho dos bovinos das raças anteriormente identificadas, através da determinação do teor de proteínas totais, aminoácidos totais, lípidos totais, humidade, valor energético, ácidos gordos totais, isómeros do CLA, colesterol total,  $\alpha$ -tocoferol, cinza e de minerais (ferro, zinco, magnésio e potássio). Para além do músculo LL, pretendeu-se também determinar no músculo ST a composição de alguns dos nutrientes anteriormente identificados (teor de lípidos totais, humidade, ácidos gordos totais, isómeros do CLA, colesterol total e  $\alpha$ -tocoferol), avaliando-se, assim, o efeito do músculo nas variáveis a determinar. Pretendeu-se ainda determinar o efeito da aplicação de três métodos de confeção (forno micro-ondas, cozedura em água e grelhagem) na composição nutricional da carne (músculos LL e ST) das raças estudadas e, assim, identificar o método de confeção que minimiza as perdas de nutrientes. Por último, foi ainda estudado o efeito dos métodos de confeção na qualidade nutricional dos lípidos da carne e a contribuição da carne confeccionada para os Valores de Referência dos Nutrientes (VRN).

A presente Tese encontra-se estruturada em quatro capítulos, antecedendo a estes uma primeira parte introdutória ao estudo, na qual é apresentada a relevância da execução

do presente trabalho, bem como os seus objetivos (geral e específicos). O capítulo 1 foi elaborado com base em artigos publicados por vários autores, no qual foi abordada a situação do mercado da carne bovina, a importância da composição nutricional da carne e, por último, os tipos e características dos vários métodos de confeção, bem como as alterações (oxidativas, sensoriais e nutricionais) ocorridas na composição dos alimentos após aplicação dos métodos culinários. No capítulo 2, encontram-se descritas as características das amostras recolhidas, o desenho experimental do trabalho realizado, bem como as determinações laboratoriais efectuadas (proteínas totais, aminoácidos totais, lípidos totais, humidade, ácidos gordos totais, isómeros do CLA, colesterol total,  $\alpha$ -tocoferol, cinzas, ferro, zinco, magnésio e potássio). Os resultados obtidos e a respetiva discussão apresentam-se no capítulo 3. Os resultados da composição nutricional são apresentados nas amostras estudadas antes e após aplicação dos diferentes métodos de confeção, de forma a avaliar o efeito dos métodos de confeção na composição nutricional da carne. Ainda no capítulo 3 são apresentados os dados relativos à avaliação da qualidade nutricional dos lípidos, a contribuição dos nutrientes, determinados nas amostras após aplicação dos vários tratamentos térmicos, para os respectivos valores de referência e apresentada uma síntese dos resultados obtidos. Por último, o capítulo 4 “Conclusões e perspectivas futuras” apresenta as principais conclusões decorrentes dos resultados obtidos e as perspectivas relevantes para futuras pesquisas sobre o tema.



I. Revisão

bibliográfica



## 1.1. CONCEITO DE CARNE E O SEU MERCADO

De acordo com o Decreto-Lei n.º 147/2006, de 31 de julho, entende-se por carne *“todas as partes comestíveis de animais das espécies bovina, incluindo búfalos e bisontes, suína, ovina e caprina, bem como os solípedes domésticos, de aves de criação, de coelhos e lebres e de caça de criação e de caça selvagem, próprias para consumo humano, na acepção do Regulamento (CE) n.º 853/2004, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Abril, que estabelece as regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal”*.

Desde sempre, a carne tem constituído um importante papel na dieta humana. Existe, cada vez mais, consideráveis evidências que os primatas não humanos também consumiam carne, de um modo ocasional. Nas primeiras etapas do desenvolvimento humano – caçador/recolector – o consumo de carne era pouco frequente dependendo do sucesso de caçar os animais (Southgate, 1993).

O consumo de carne é baseado na sua disponibilidade, no seu preço e na sua tradição. A sua produção é um processo muito complexo que depende não apenas da procura como também de aspetos sociais e económicos (Bender, 1992). A função do mercado consiste em averiguar o que desejam os consumidores e imediatamente satisfazer esse desejo com um determinado produto. Esta afirmação, segundo Tibério (1995), coloca em relevo um aspeto básico: o processo de comercialização deve estar orientado para o consumidor, ou seja, a produção deve orientar-se de modo a satisfazer os desejos e/ou as necessidades dos consumidores. No entanto, os produtores agrícolas em geral, e os de animais em particular, não se sentem motivados para melhorar, diversificar e reestruturar a sua produção, dadas as dificuldades encontradas na colocação dos seus produtos no mercado a preços competitivos. Para a produção de carne são utilizados, principalmente, efectivos de raças autóctones, raças exóticas, animais cruzados e machos provenientes de efectivo leiteiro. Para entender a dinâmica da produção de carne nacional, torna-se necessário recuar um pouco no tempo e mencionar as alterações de políticas e os incentivos que tiveram lugar no passado. Por volta da década de 60, foi estimulada a importação de várias raças exóticas como alternativas de produção. Algumas não sobreviveram, em termos produtivos, enquanto que outras adaptaram-se como foi o caso do Limousine e Charolêsa, e até hoje mantêm-se como forte influência na produção. Entre as décadas de 60 e 80, passaram a ser frequentes os cruzamentos industriais das raças autóctones com as raças exóticas, o que, por um lado, aumentou a capacidade de crescimento e a conformação dos filhos e, por outro, colocou em risco de extinção as raças nacionais (Telo da Gama, Carolino, Costa & Pereira de Matos, 2004).

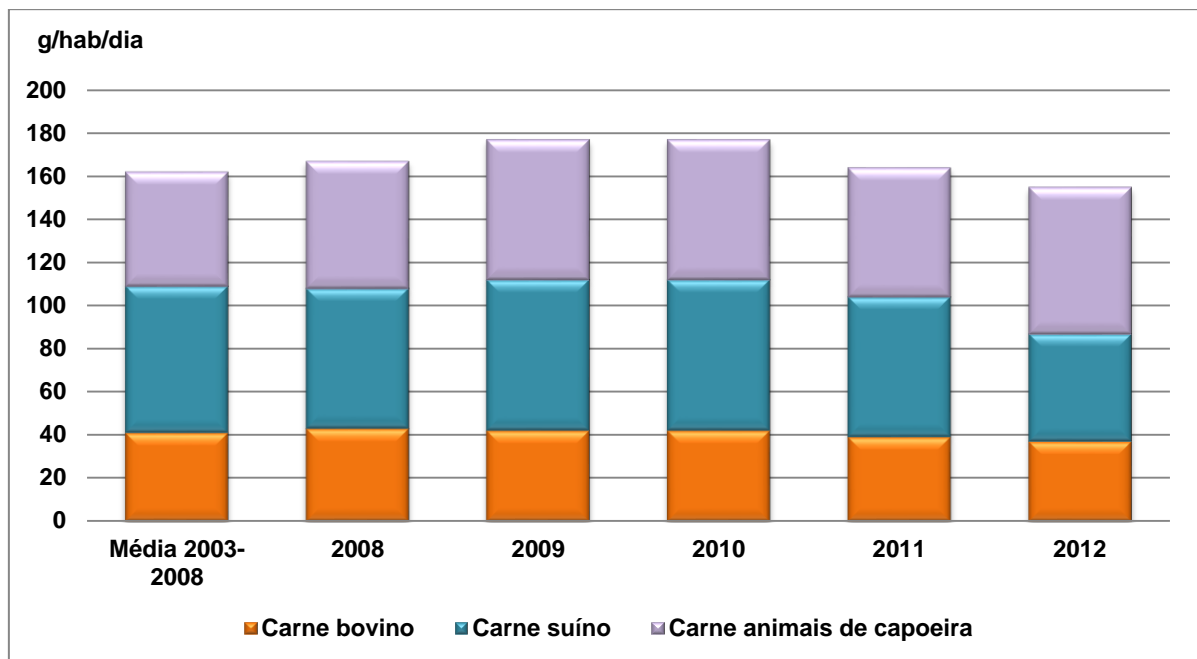
Em 1992, associadas à reforma da Política Agrícola Comum (PAC), foram instituídas as designadas medidas agro-ambientais (Regulamento n.º 2078/92) que incentivaram a adopção de práticas menos nocivas para o ambiente e a diversificação de produção agrícola. Para além disso, incentivaram a certificação de produtos tradicionais com o intuito de garantir qualidade e fornecer ao consumidor mais informações sobre o produto. Estas medidas impulsionaram de forma positiva a prevenção de extinção de várias raças e permitiram a sua afirmação comercial, contribuindo para a sua sustentabilidade.

O consumo de carne em Portugal oscila inevitavelmente com a variação do poder de compra e o consumo de carne de bovino tem manifestado uma tendência decrescente no contexto da crise que Portugal atravessa (Catita, 2014). Existem dois grandes factores de pressão sobre o sector da carne em geral, um de características conjunturais, que está relacionado com crises sanitárias e de confiança do consumidor e outro de natureza mais estrutural que se prende com normas exigentes nos domínios ambientais, segurança alimentar e de bem-estar animal, as quais virão a acarretar custos e perdas de rendimento para os produtores. As crises sanitárias devido ao aparecimento de casos de Encefalopatia Espongiforme Bovina, no final dos anos 1990 e início de 2000, conduziram a uma quebra significativa no consumo e a uma redução da oferta devido às medidas tomadas para regular o mercado, nomeadamente abate precoce de vitelos e mais tarde abate de animais com mais de trinta meses. Em algumas regiões, o declínio do consumo chegou aos 70%. Em contrapartida, este decréscimo do consumo foi acompanhado pelo aumento da procura de produtos com qualidade, nomeadamente pela procura de carne proveniente de animais das raças autóctones comercializadas com DOP, produzida em sistemas extensivos e num regime à base de pastos e forragens de produção local (Rodrigues, Pinto de Andrade & Rodrigues, 1998; Andrade, Rodrigues & Rodrigues, 1999).

Segundo o Observatório dos Mercados Agrícolas (2012) o sector da produção de carne de bovino em Portugal representou, em 2010, aproximadamente 10% do volume produzido de carnes em Portugal. A produção nacional de carne bovina tem oscilado nos últimos anos, tendo registado uma diminuição de cerca de 15% de 2008 para 2010. As quantidades totais de carne disponíveis para consumo humano decresceram a uma taxa média anual de 1,8% entre 2008 e 2012, sendo que, entre 2009 e 2012, esta tendência acentuou-se, em média, 2,7% ao ano, correspondendo a uma redução das disponibilidades diárias *per capita* absolutas em 16,2 g por habitante e equivalentes a menos 5,9 kg por habitante nestes quatro anos. As carnes que mais contribuíram para esta evolução negativa foram as carnes de bovino e de suíno. No caso da carne de bovino, o decréscimo ocorreu de forma sustentada no período em análise, com o ano 2012 a representar uma disponibilidade diária de 37,0 g/hab/dia, 6,6 g inferior a 2008 e equivalente a menos 2,4 kg

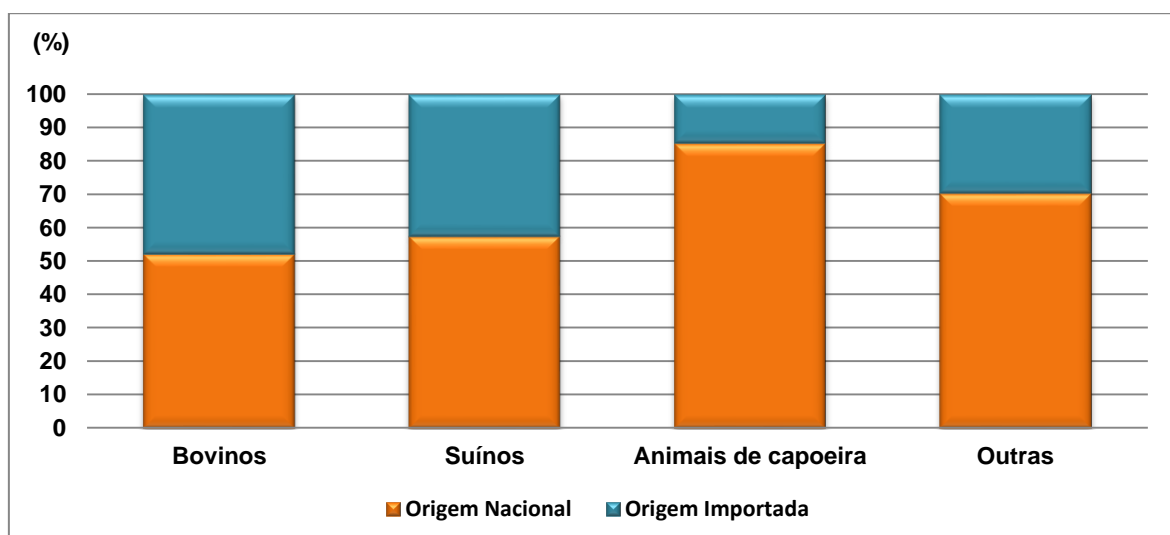
por habitante entre 2008 e 2012 (Figura 1). Seria necessário recuar dez anos, até 2002, para se encontrar um valor inferior a esta disponibilidade diária *per capita*, ano em que as quantidades disponíveis de carne de bovino para consumo foram 36,7 g/hab/dia (INE, 2014).

**Figura 1** - Disponibilidade diária, *per capita*, de carne de animais de várias espécies (g/hab/dia).



Em termos de proveniência deste produto alimentar, em média e para o período em análise (2009 a 2012), 70,9% das disponibilidades de carne para consumo tiveram origem na produção nacional.

**Figura 2.** Disponibilidade diária de carne, por origem, no período de 2009 a 2012.

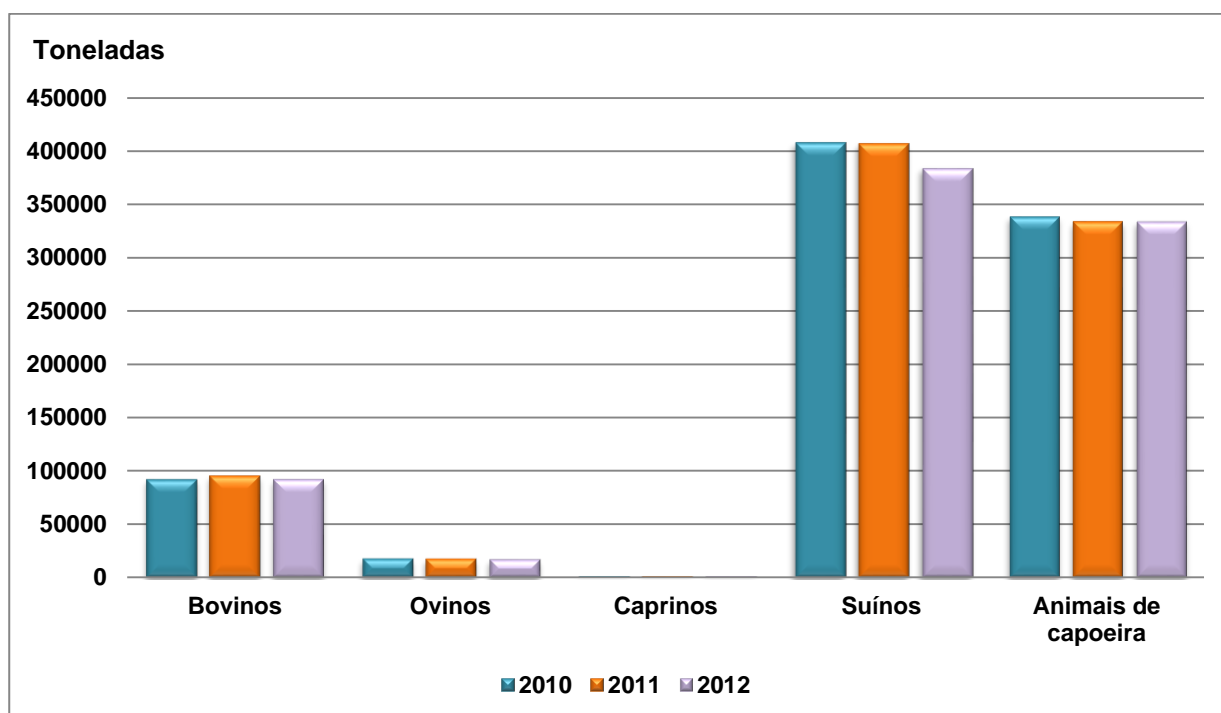




Por tipo de carne (Figura 2), verifica-se que 85,3% da carne de animais de capoeira disponível, em 2012, teve origem na produção nacional, assim como 57,6% da carne de suíno e 70,4% de outras carnes (incluindo carne de ovino e caprino), enquanto que 47,7% da carne de bovino disponível foi importada.

Em 2012 a produção de carne de bovino foi 93 mil toneladas, refletindo um decréscimo de 3,1% em relação a 2011 (Figura 3). A carne de animais adultos registou uma diminuição de 5,9%, enquanto a carne de vitelo, pelo contrário, apresentou um acréscimo (5,8%) (INE, 2013). A conjuntura de 2012, caracterizada pela carência de pastagens, devido à seca, aliada ao elevado preço das matérias-primas para alimentação animal e à incerteza quanto à sua evolução, levou a uma menor disponibilidade dos criadores para assumir o risco de engordar vitelos e produzir novilhos, tendo como consequência um maior abate de animais jovens e um maior escoamento de vitelos vivos para Espanha, para aí serem engordados.

**Figura 3.** Produção de carne das várias espécies em Portugal (2010 – 2012).



## 1.2. MERCADO DE CARNE BOVINA COM DENOMINAÇÃO DE ORIGEM PROTEGIDA

A conjuntura socio-económica que envolve a agricultura e as áreas rurais são factores que justificam a importância crescente dos produtos tradicionais (Tibério, 2008). Esta redescoberta dos produtos tradicionais é motivada por fatores como a incapacidade da agricultura das áreas rurais desfavorecidas em colocar alimentos de forma competitiva no mercado global; a preservação e valorização dos produtos tradicionais como parte da política europeia de desenvolvimento rural e a crescente desconfiança dos consumidores relativamente à qualidade e segurança alimentar, entre outros. Este despertar de produtores e técnicos, legisladores e políticos, para a luta contra a desertificação das áreas rurais e o sobrepovoamento das áreas urbanas é acompanhado por uma vaga sociológica favorável aos produtos tradicionais, os quais respondem a novas procuras, necessidades e expectativas dos consumidores (Oliveira, 2010).

Apesar de Portugal ser um país geograficamente pequeno, apresenta uma biodiversidade e um património genético considerável ao nível dos animais domésticos, que se traduz na existência de 53 raças autóctones reconhecidas, sendo 42 respeitantes a espécies cuja utilização se centra no domínio da actividade pecuária (GPP, 2007). Com as alterações da Política Agrícola Comum no início dos anos 90, no quadro da política de desenvolvimento rural, passou a ser promovida a produção de animais das raças autóctones através de prémios à sua manutenção. Estes prémios vieram pagar um serviço aos criadores, não apenas pela preservação da raça, como também pelo aproveitamento e gestão adequada das pastagens.

A Política Agrícola Comum estabeleceu como uma das suas prioridades, contrariar a crescente desertificação e desintegração do mundo rural. Um dos instrumentos adotados, para atingir este objetivo, foi a proteção de produtos agrícolas tradicionais de qualidade, através da atribuição da DOP. Esta proteção é justificada pelas novas tendências do consumo agroalimentar, em que os consumidores, apesar da globalização dos mercados, estão cada vez mais recetivos a produtos regionais, tradicionais, naturais e de qualidade, e pela necessidade de informação fidedigna que aumente a transparência dos mercados agroalimentares, tanto para benefício dos produtores como dos consumidores (Marreiros, 1999).

De acordo com o ponto 2 do artigo 2.º do Regulamento (CEE) N.º 2081/92 do Conselho, de 14 de Julho de 1992, entende-se por DOP o nome de uma região, de um local determinado ou, em casos excepcionais, de um país, que serve para designar um produto agrícola ou um género alimentício originário dessa região, desse local determinado ou desse país, e cuja qualidade ou características se devem essencialmente ou exclusivamente ao

meio geográfico, incluindo os fatores naturais e humanos, e cuja produção, transformação e elaboração ocorrem na área geográfica delimitada.

A Comissão Europeia adotou o logotipo (Figura 4) cujo motivo central sugere um campo lavrado – como sinal distintivo dos produtos agrícolas e alimentares que satisfazem os critérios da legislação comunitária.

**Figura 4.** Logotipo da Denominação de Origem Protegida.



O referido logotipo existe em diversas línguas e consiste numa garantia de autenticidade para os consumidores e um instrumento de marketing para os produtores.

Apesar de ser voluntário, o uso do logotipo permite que, em qualquer país da União Europeia, o consumidor reconheça que está perante um produto de qualidade ligada a uma origem geográfica, cujo nome está protegido legalmente. A criação de sistemas Europeus para desenvolver e proteger os produtos alimentares deveu-se essencialmente à preocupação de incentivar a produção agrícola diversificada, de proteger os nomes dos produtos contra imitações e utilizações indevidas e, ainda, de ajudar os consumidores, fornecendo-lhes informações relativas às características específicas dos produtos.

Segundo Tibério (2008) face a todas as condicionantes que atualmente envolvem a produção de carne bovina, será pertinente refletir sobre o papel das raças bovinas autóctones na produção de carne. A maioria das raças autóctones é originária das regiões onde atualmente podem ser encontradas, ou foram há muito introduzidas nessas zonas, tendo evoluído e criado adaptações regionais que as classificam como tal.

A grande preocupação em produzir não pode assentar, exclusivamente, no desempenho individual, mas também na qualidade do produto. Ao nível do consumo de carne, confrontamo-nos com dois tipos de solicitações: a quantidade e a qualidade. Exige-se a clarificação e orientação do sector bovino nacional no sentido da valorização das características próprias das raças bovinas autóctones, de forma a “conduzir” o consumidor a apreciar a carne que consome e a disponibilizar-se para pagar a qualidade, não se pretendendo, contudo, a partir de raças autóctones assegurar o abastecimento generalizado da população portuguesa, mas apenas abastecer mercados específicos, nacionais e estrangeiros, apreciadores de produtos com características próprias (Tibério, 1995).

De acordo com o artigo 4.º do Regulamento (CEE) n.º 510/2006, de 20 de Março de 2006, relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas, para um produto agrícola ou um género alimentício poder beneficiar da atribuição DOP terá que obedecer a determinadas especificações. Os produtos deverão incluir pelo menos as seguintes especificações:

- ◆ O nome do produto agrícola ou do género alimentício, incluindo a denominação de origem ou a indicação geográfica;
- ◆ A descrição do produto agrícola ou do género alimentício;
- ◆ A delimitação da área geográfica;
- ◆ Os elementos que provem que o produto agrícola ou o género alimentício são originários da área geográfica;
- ◆ A descrição do método de obtenção do produto;
- ◆ Os elementos que justificam a relação com o meio geográfico;
- ◆ As referências relativas à(s) estrutura(s) de controlo;
- ◆ Os elementos específicos da rotulagem relacionados com a menção DOP;
- ◆ As eventuais exigências fixadas por disposições comunitárias e/ou nacionais.

A DOP é o nome de um produto cuja produção, transformação e elaboração ocorrem numa área geográfica delimitada com um saber fazer reconhecido e verificado. Trata-se de um produto ou género:

- ◆ Originário dessa região, desse local determinado ou desse país.
- ◆ Cujas qualidades ou características se devem essencial ou exclusivamente a um meio geográfico específico, incluindo os factores naturais e humanos.
- ◆ Cujas produção, transformação e elaboração ocorrem na área geográfica delimitada.

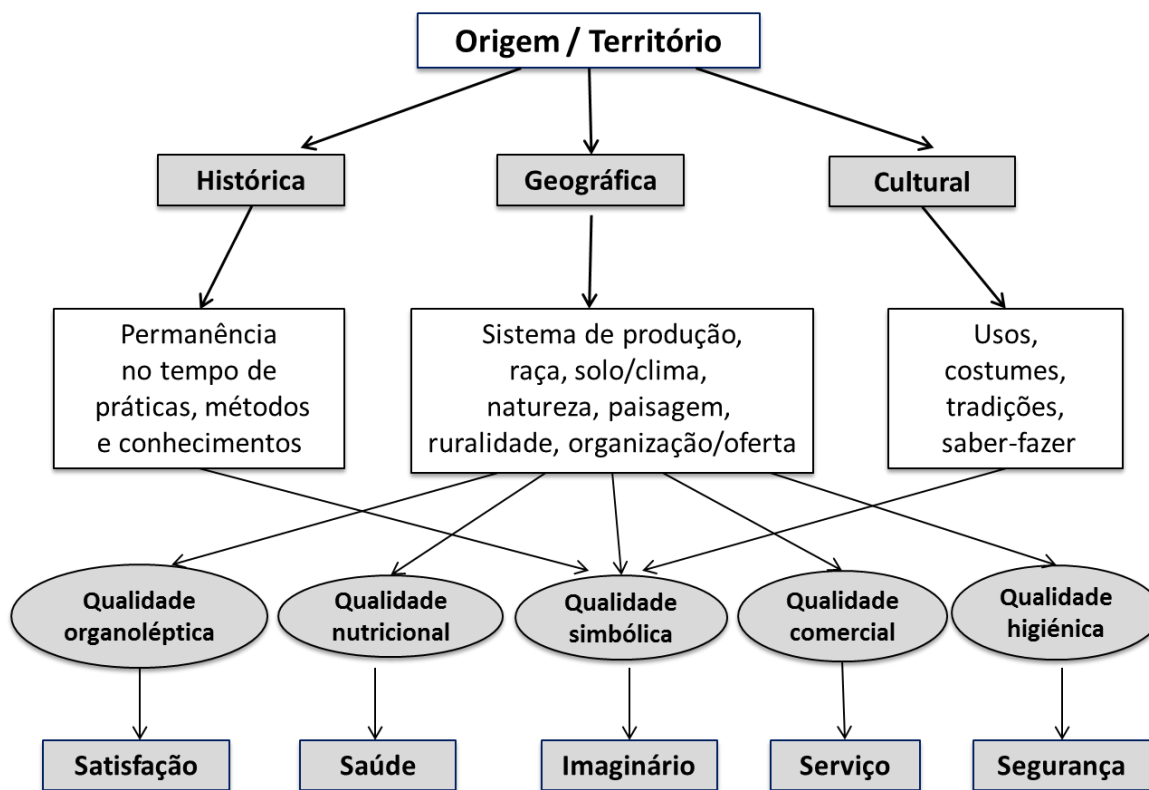
Para que um produto possa beneficiar da DOP tem que ser demonstrado que tem origem no local que lhe deu o nome e que tem uma forte ligação com essa mesma região, de tal forma que é possível provar que a qualidade do produto é influenciada pelos solos, pelo clima, pelas raças animais ou pelas variedades vegetais e pelo saber fazer das pessoas dessa área. O nome do produto agrícola ou do género alimentício acoplado à DOP permite prestar uma informação detalhada ao consumidor sobre o tipo de produto de que se trata. A descrição do produto deve referir as respetivas matérias-primas, se for o caso, e as principais características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais (como por exemplo: pH, forma, aspeto, sabor, aroma, textura, acidez, presença/ausência de aditivos e de resíduos) do produto ou do género alimentício. Deve igualmente ser objetivamente explicado qual ou quais as causas que dão origem às características diferenciadas do produto. A

descrição da área geográfica deve ser feita de forma precisa, indicando com precisão os distritos, concelhos e freguesias incluídos. Concretamente, a zona geográfica de produção deve ter em conta os elementos que demonstram a ligação do produto com esse meio geográfico. A prova de origem de um produto junta duas noções diferentes: a rastreabilidade do produto e a prova histórica da sua origem geográfica.

O método de obtenção deve conter a descrição das matérias-primas e das técnicas necessárias à sua produção assim como os critérios qualitativos do produto final, pondo em evidência as particularidades e especificidades ligadas ao produto beneficiário da DOP. A descrição deve incidir sobre o conjunto das etapas do processo produtivo, incluindo raças, práticas de manejo, alimentação, acesso à pastagem, aleitamento, idade de abate, classificação das carcaças, pH, entre outras.

**Figura 5.** Influência da origem na qualidade dos produtos agro-alimentares.

Adaptado de Tibério (2008).



O ponto essencial que justifica a entrega de um pedido de uma DOP consiste na prova da relação existente com a origem geográfica. Trata-se de colocar em evidência um conjunto de características específicas do produto, que permitem que este se diferencie dos restantes congéneres e de explicar que um meio geográfico diferente geraria produtos necessariamente diferentes. Assim, a atribuição da designação DOP às raças bovinas

autóctones deve-se ao facto de existir uma ligação entre a qualidade da carne e os fatores naturais e humanos da respetiva região (Figura 5).

De acordo com o preâmbulo do Regulamento (CEE) n.º 510/2006, de 20 de Março de 2006, considera-se conveniente favorecer a diversificação da produção agrícola, a fim de se obter um melhor equilíbrio entre a oferta e a procura no mercado. A promoção de produtos com determinadas características pode tornar-se uma mais valia para o mundo rural, nomeadamente nas zonas desfavorecidas, mediante a melhoria do rendimento dos agricultores e a fixação da população rural nessas zonas.

A conjugação de fatores como a alimentação, a forma de manejo, a raça, o clima da área geográfica e a idade que apresentam na altura do abate conferem à carne dos bovinos com DOP as características sensoriais que lhe são próprias e que as permite distinguir entre si.

As diferenças entre os vários sistemas de produção regional resultam das diferentes condições climáticas e da estrutura agrária do solo. Em Portugal, o clima é geralmente classificado como sendo Mediterrânico. Contudo, no Norte e no Centro de Portugal, locais onde predominam cinco das raças bovinas com DOP, existe uma significativa influência do Atlântico, especialmente na zona do Litoral. Em contraste, na região do Sul (Alentejo) existe uma grande influência Continental (Rodrigues et al., 1998). Em termos de temperatura verifica-se que as maiores variações ocorrem do Litoral para o Interior e não do Norte para o Sul. O teor de humidade do ar é mais elevado no Litoral do que no Interior. Os solos são na sua generalidade pobres, sendo normalmente inclinados no Norte e planos no Sul.

Atualmente, a nível nacional, dentro da espécie bovina existem nove raças que produzem carne com a designação DOP (Tabela 1), sendo as seguintes: Alentejana, Arouquesa, Barrosã, Cachena, Marinhola, Maronesa, Mertolenga, Mirandesa e Preta.

No mercado nacional, as raças cruzadas de bovinos produzidos em regimes intensivos representam a maior fração da oferta de carne bovina existente no mercado e a preços muito competitivos. No entanto, a carne proveniente de raças bovinas autóctones, com origem em sistemas tradicionais de produção tem sido, progressivamente, reintroduzida na dieta portuguesa devido às suas qualidades intrínsecas.

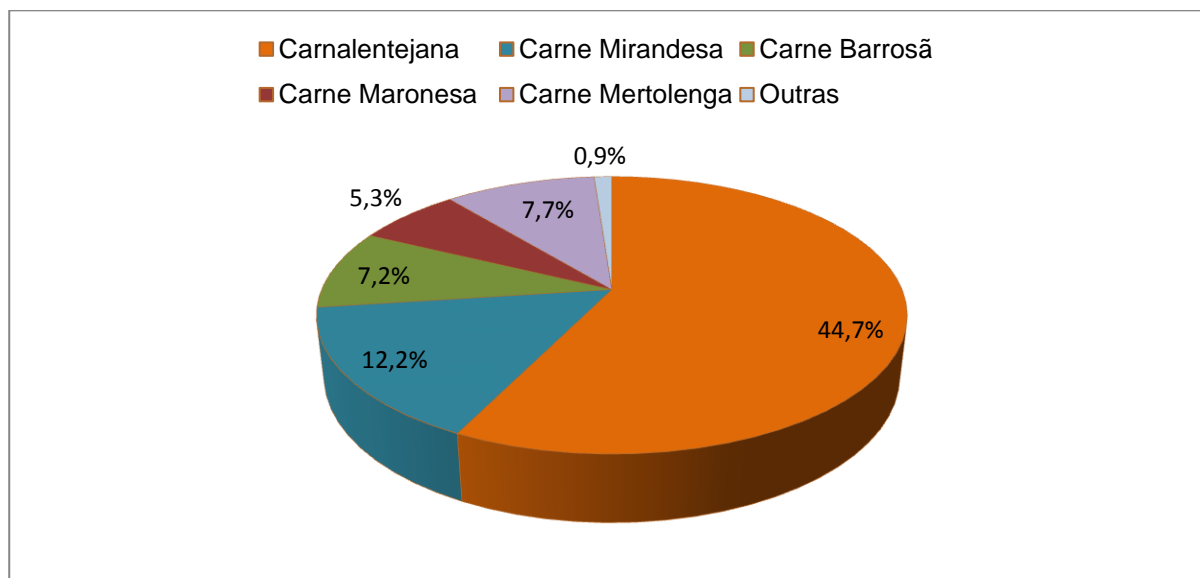
Com a implementação de legislação comunitária criaram-se condições para a normalização das regras de produção e para a proteção do nome dos produtos tradicionais, o que poderá garantir a manutenção das suas especificidades e a proteção dos produtores de uma concorrência desleal através de imitações ou de falsificações (Marreiros, 1999).

**Tabela 1.** Carnes de bovinos com Denominação de Origem Protegida.

Raça	Agrupamento gestor da DOP
Alentejana	Carnalentejana
Arouquesa	Carne Arouquesa
Barrosã	Carne Barrosã
Cachena	Carne Cachena da Peneda
Marinhua	Carne Marinhua
Maronesa	Carne Maronesa
Mertolenga	Carne Mertolenga
Mirandesa	Carne Mirandesa
Preta	Carne da Charneca

Fonte: GPP (2007)

Relativamente à produção total de carne bovina com DOP (Figura 6) a Carne Alentejana possui a produção mais elevada (44,7%), seguindo-se as carnes Mirandesa (12,2%), Mertolenga (7,7%), Barrosã (7,2%), Maronesa (5,3%) e as restantes apenas com uma pequena expressão (0,9%).

**Figura 6.** Distribuição da produção de carne de bovinos com a designação DOP.

Fonte: GPP (2014)

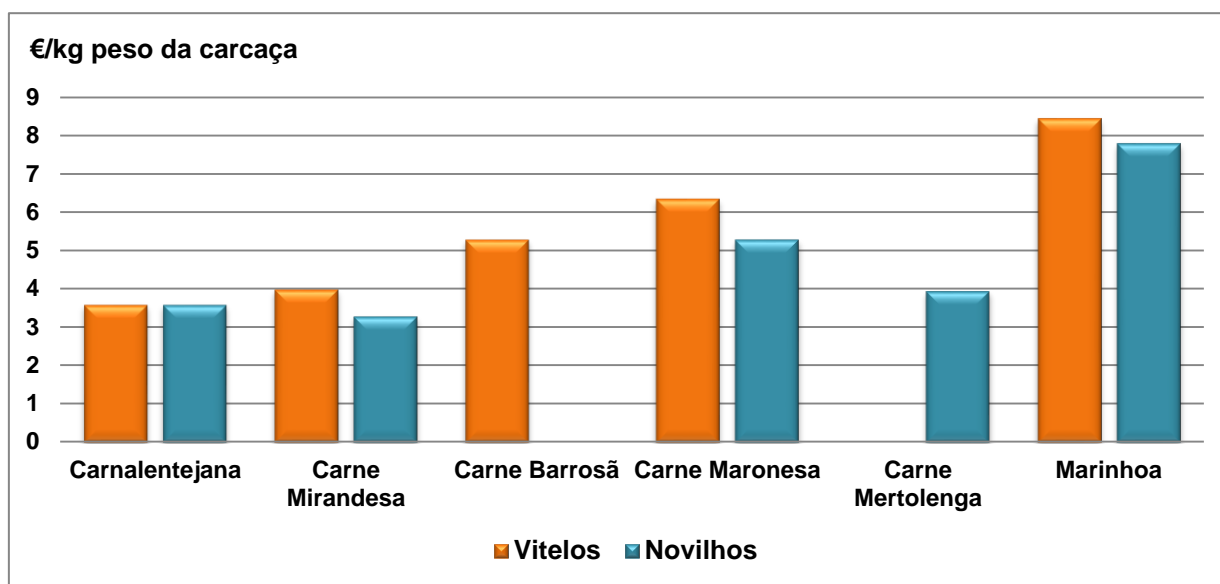
O preço das carnes bovinas DOP tem variado ao longo dos últimos anos e, como se pode constatar na Figura 7, varia em função da idade do bovino no momento do seu abate

(vitela/novilho). A Figura 7 apresenta os preços, referentes ao ano 2011, das diferentes carnes de bovinos com DOP.

Relativamente à vitela Barrosã o seu preço é de 5,30 € / Kg de carcaça enquanto que o preço da carne do novilho Mertolengo é de 3,96 € / Kg de carcaça. A carne Marinhoa destaca-se das restantes carnes por ser aquela que apresenta o preço mais elevado (novilho: 7,80 € /kg de carcaça; vitela: 8,45 € / Kg de carcaça).

A carne bovina certificada tem um preço mais elevado no mercado devido aos elevados custos da sua produção e à respectiva certificação (Monteiro, Fontes, Bessa, Prates & Lemos, 2012). Porém, os consumidores estão dispostos a pagar mais por essa carne porque o seu sistema de produção é entendido como sendo menos prejudicial para o meio ambiente e como sendo uma carne mais saudável (Sepúlveda, Maza & Mantecón, 2008).

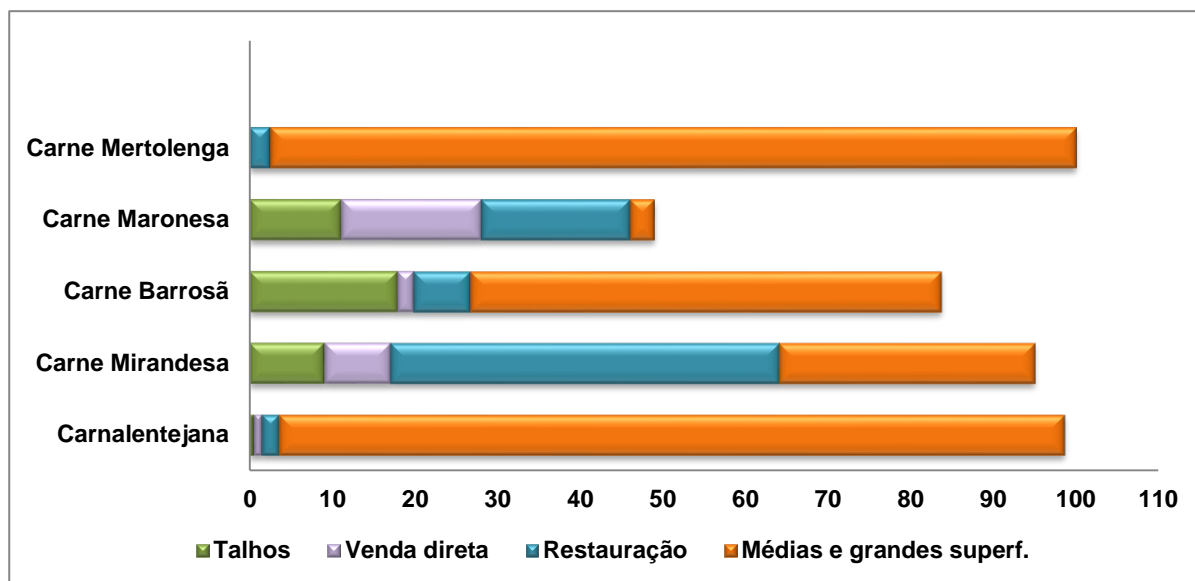
**Figura 7.** Preço ao agrupamento de carne de bovino (Euros / kg peso da carcaça – 2011).



Fonte: GPP (2014)

A modalidade de escoamento da carne Mertolenga é preferencialmente as médias e grandes superfícies (97,5%) (Figura 8), verificando-se semelhante situação com a carne Alentejana (95%) e Barrosã (57%). Para as carnes Maronesa e Mirandesa a principal via de escoamento é a restauração.



**Figura 8.** Modalidades de escoamento da carne bovina DOP (2011).

Fonte: GPP (2014)

Produtores e consumidores consideram que a carne de raças autóctones é um produto de elevada qualidade, com características organolépticas próprias que resultam de métodos de produção diferenciados. Este facto permitiu o alargamento dos pequenos nichos de mercado, que tradicionalmente consumiam este tipo de produtos, e um aumento de valorização à produção das carnes DOP. Como a agricultura portuguesa não pode competir em quantidade e preço com outros países, a diferenciação parece ser uma alternativa para estimular a actividade rural nas zonas desfavorecidas, criando uma mais valia regional, necessária para um desenvolvimento agrícola sustentado (Oliveira, 2010).

### 1.2.1. Raça Barrosã

A raça bovina Barrosã caracteriza-se pelo seu temperamento dócil, terço anterior bem desenvolvido, o que lhe confere boa aptidão para o trabalho. São animais de pelagem castanho-claro, tendendo para a cor de palha ou acerejado. Apresentam cor mais clara na região das pálpebras, orla envolvente do focinho, face interna dos membros e região mamária (Figura 9). Atualmente é explorada nas aptidões de carne e trabalho, destacando-se a “Carne Barrosã”, à qual foi atribuído por Despacho 18/94 de 31 de Janeiro, a designação DOP.

O uso da DOP obriga a que a carne seja produzida de acordo com as regras estabelecidas no Caderno de Especificações, o qual inclui as seguintes condições: a

unidade de produção deve situar-se, obrigatoriamente, na área geográfica de produção, a alimentação do animal deve ser feita à base de produtos naturais. Só é permitido a certificação da carne proveniente de animais da Raça Barrosã inscritos no Livro Genealógico e a identificação dos animais deverá ser feita durante os primeiros 20 dias de vida. Deve igualmente ser cumprimento o plano de profilaxia determinado pelos Serviços Oficiais e a realização de todos os tratamentos e/ou vacinações considerados necessários. Na exploração têm que existir os seguintes registos: passaporte do bovino, livro de registo de tratamentos e livro de registo de existências e deslocações de bovinos.

**Figura 9.** Vaca Barrosã.



Fonte: Associação de Criadores de Bovinos de Raça Barrosã

O sistema alimentar, caracteriza-se pela utilização de forragens verdes e conservadas (erva, palha, feno e por vezes silagem de milho), utilizando-se como suplemento o milho (em grão, traçado ou em farinha), o centeio e a batata.

A raça Barrosã predomina no Noroeste de Portugal, incluindo a sua distribuição geográfica duas áreas bem definidas: o Minho e o Barroso. O Minho apresenta formações graníticas com vales profundos delimitados por serras. Por outro lado, o Barroso é de constituição granítico-xistosa, sendo uma região essencialmente montanhosa e planáltica.

**Figura 10.** Área geográfica da produção da raça Barrosã.



A área geográfica de produção da “Carne Barrosã” (Figura 10) abrange 21 concelhos de quatro distritos (Amares, Braga, Cabeceiras de Basto, Celorico de Basto, Fafe, Guimarães, Póvoa de Lanhoso, Terras do Bouro, Vieira do Minho e Vila Verde do distrito de Braga; os concelhos de Felgueiras e Paços de Ferreira do distrito do Porto; os concelhos de Arcos de Valdevez, Melgaço, Monção, Ponte da Barca, Ponte de Lima, Paredes de Coura e Valença do distrito de Viana do Castelo e os concelhos de Boticas e Montalegre do distrito de Vila Real) (Associação de Criadores de Bovinos da Raça Barrosã, n.d.).

O Agrupamento de Produtores de Carne Barrosã – DOP, sediado na Cooperativa Agrícola de Boticas, C.R.L é a entidade responsável pela gestão do uso da denominação de origem. Para ser considerada DOP, a carne tem de porvir de animais inscritos no Livro Geneológico da raça, terem nascido e sido criados na área geográfica delimitada para o efeito e alimentados à base de produtos naturais dessa região. A Associação dos Criadores de Bovinos de Raça Barrosã é responsável pelo registo dos animais no Livro Geneológico e a certificação está a cargo da uma entidade externa - SATIVA.

A carne dos animais da raça Barrosã aparece no mercado como vitela, novilho e vaca. A vitela é proveniente de animais abatidos com idade compreendida entre cinco e nove meses e com um peso mínimo de carcaça de 70 kg e máximo de 130 kg. O novilho é proveniente de animais abatidos com idade compreendida entre nove e 36 meses e com um peso mínimo de carcaça de 130 kg. Enquanto que a vaca resulta de animais adultos abatidos entre os três e quatro anos de idade e com um peso mínimo de carcaça de 130 kg (Costa, 2008).

A “Carne Barrosã” - DOP é caracterizada por apresentar uma cor rosada a vermelha escura, com gordura branca a branca suja, conforme se trate de vitela ou animal adulto, é tenra, extremamente suculenta e muito saborosa. O flavor, sensação complexa que se obtém pela combinação das características olfactivas e gustativas perceptíveis durante a mastigação, mantém-se com excelente nota e muito semelhante em todos os pesos de

abate. Esta característica, tal como a suculência deve-se em grande medida ao "marmoreado da carne" estando por isso correlacionada com a repartição da gordura e a sua composição lipídica (Associação de Criadores de Bovinos da Raça Barrosã, n.d.).

### 1.2.2. Raça Mertolenga

A designação "Mertolenga" para a raça de bovinos está diretamente associada à povoação de Mértola, uma vez que os bovinos que existiam nesta região se diferenciavam bem dos bovinos existentes nas áreas vizinhas. O nome "Mertolengo" terá sido atribuído "*... aquele tipo de bovino que existia, bem adaptado pela sua pequenez e rijeza, às terras ásperas de Mértola e Alcoutim, montuosas, bastante dobradas e parcas em forragem...*" (Brito, 2001).

A carne Mertolenga é obtida a partir de bovinos da raça Mertolenga, raça autóctone rústica, que segundo a Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos (2011) apresentam uma corpulência pequena, pelagem vermelha malhada de branco, cornos brancos ligeiramente mais escuros nas pontas, finos e em forma de gancho, cabeça de tamanho médio, faces descarnadas e focinho estreito, orelhas finas e móveis e olhos grandes e oblíquos (Figura 11). Os animais adultos têm um peso compreendido entre 300 a 450 Kg e possuem à nascença entre 22 a 28 Kg.

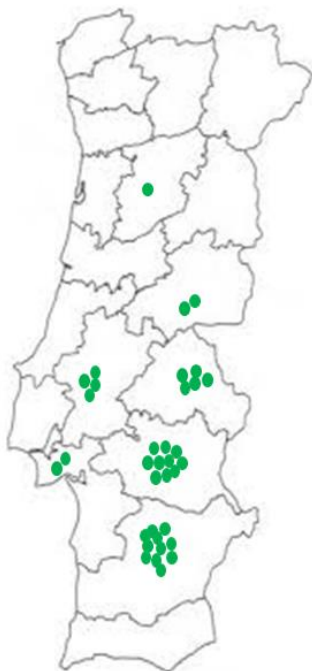
**Figura 11.** Touro Mertolengo.



Fonte: Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos (2011).

Atualmente o efetivo reprodutor Mertolengo inscrito no livro genealógico e em atividade distribui-se pelos distritos de Castelo Branco, Santarém, Setúbal, Portalegre, Évora, Beja. Existe ainda um efetivo em São Miguel, na região dos Açores, e outro em Viseu na região de Vila Nova de Paiva (Figura 12).

**Figura 12.** Área geográfica da produção da raça Mertolenga.



Nas zonas geográficas definidas pelas bacias hidrográficas do Sado e Tejo predominam os efectivos de pelagem vermelha ou vermelha bragado (36%). Nas regiões de Portalegre, Évora e Beja predominam os efectivos de pelagem rosilho (mil-flores) (47%), ficando os efectivos de pelagem malhada (17%), na sua maioria, na margem esquerda do Guadiana (Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos, 2011).

Os bovinos Mertolengos predominam em explorações agro-pecuárias de carácter extensivo, com pastagens naturais. A bolota e os restolhos de culturas cerealíferas constituem a base da alimentação dos bovinos. No entanto, o recurso a outro tipo de alimentos normalmente só é feito em alturas de escassez alimentar e na fase de acabamento (Marreiros, 1999). A raça Mertolenga caracteriza-se pela elevada capacidade de subsistir em condições de fraca disponibilidade de alimentos.

A carne Mertolenga apresenta uma cor rosa escura a vermelho-escura e pH inferior a seis, com gordura firme e não exsudativa, de coloração variável de branca a amarela, succulenta e de gosto acentuado (Brito, 2001). A carne dos animais jovens é utilizada em assados, consumindo-se também frita ou grelhada. Utilizam-se como temperos apenas o sal e algumas ervas aromáticas de modo a realçar o seu sabor.

As peças menos nobres são muito apreciadas no cozido à portuguesa ou ainda em estufados e guisados. O uso da DOP obriga a que a carne seja produzida de acordo com as regras estipuladas no caderno de especificações, o qual inclui, designadamente: a identificação dos animais, o saneamento e a assistência veterinária, o sistema de produção,

a alimentação, as substâncias de uso interdito e as condições a observar no abate e conservação das carcaças.

Comercialmente a carne de bovino da raça Mertolenga pode apresentar-se em carcaças ou em peças acondicionadas em sacos ou recipientes plásticos. A Carne Mertolenga deve ostentar a marca de certificação aposta pela respetiva entidade certificadora.

### **1.3. QUALIDADE E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA CARNE**

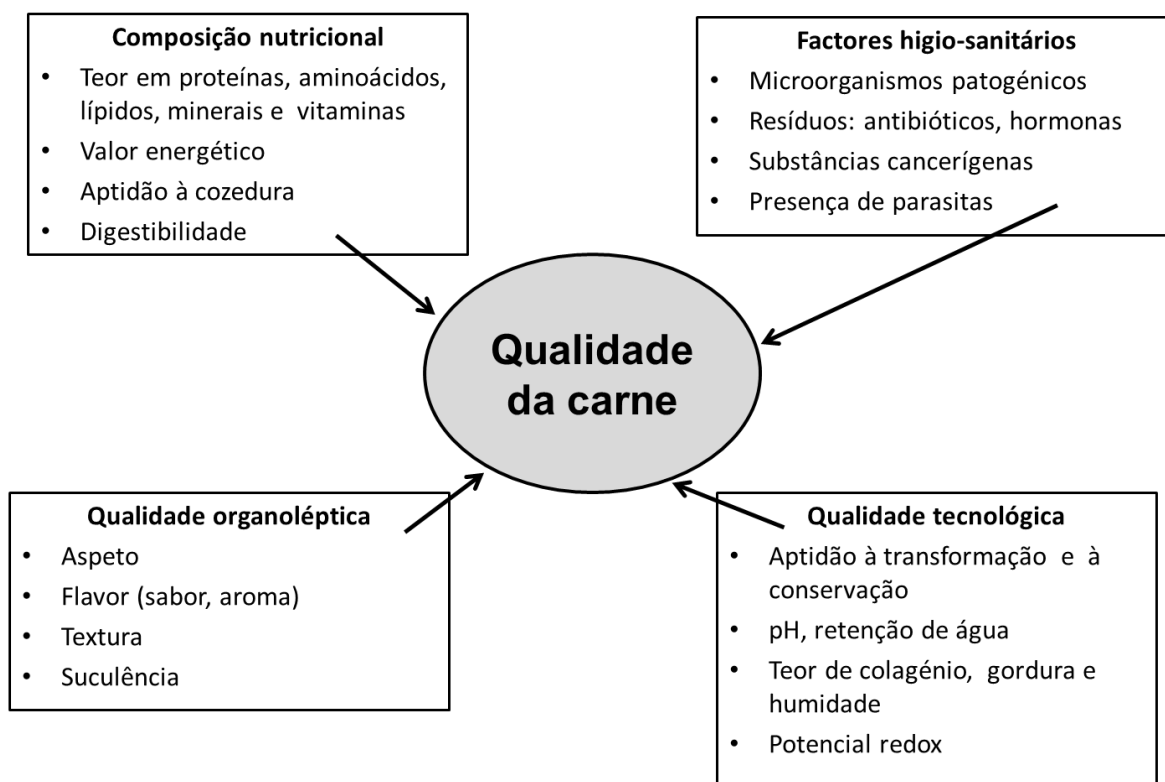
O conceito de qualidade da carne tem recebido nos últimos anos muita atenção por parte da indústria, organismos públicos e consumidores. A qualidade é a aptidão de um produto ou de um serviço para satisfazer as necessidades dos consumidores, sendo a qualidade organoléptica da carne normalmente definida pela sua aparência, textura, suculência e sabor. Está associada a todos os fatores que, desde a produção até à preparação culinária, interferem nas características físicas e químicas dos músculos dos animais. No entanto, Jukna, Meskinyte-Kausiliene, Peciulaitiene, Samborskyte & Ambrasunas (2012) referem que é muito difícil desenvolver padrões comuns de qualidade para o mercado da carne. O consumidor tem preferência por uma carne magra, mas ao mesmo tempo que também seja saborosa. A decisão de comprar pela primeira vez um produto pode basear-se na aparência e apresentação, contudo a decisão de continuar a comprá-lo dependerá da experiência prévia de satisfação na qualidade organoléptica.

Existem numerosos fatores que influenciam a qualidade da carne dos ruminantes, como sendo a raça, o tipo de alimentação, o género, a idade e o tempo de espera no matadouro (Ciria & Asenjo, 2000). Wood et al., (2004) referem que o tipo de músculo influencia a qualidade da carne, devido aos diferentes aspectos histoquímicos, bioquímicos e às diferentes proporções das fibras musculares. Os músculos são constituídos por diferentes tipos de fibras musculares em proporções que dependem da sua função e da sua localização anatómica (Kim, Kim, Lee & Baik, 2000). As fibras vermelhas (tipo I) são fibras oxidativas que apresentam um elevado teor de lípidos, citocromos e mioglobina, enquanto que as fibras brancas (tipo II) são fibras glicolíticas que contêm um baixo teor de lípidos, citocromos e mioglobina. De um modo geral, os músculos mais profundos apresentam maior percentagem de fibras tipo I do que os músculos mais superficiais, nos quais predominam as fibras tipo II. A cor do músculo é a característica mais evidente de diferenciação das fibras musculares. As fibras vermelhas possuem maior teor em mioglobina (proteína

responsável pela pigmentação do músculo de estrutura e função similares à hemoglobina), o que está relacionado com o facto de serem oxidativas (Junqueira & Carneiro, 2008).

A gordura intramuscular aumenta o valor energético da carne e melhora a sua tenrura, suculência e sabor. No entanto, a gordura inibe a secreção de ácido gástrico e dificulta a digestibilidade das proteínas. Apesar dos consumidores darem preferência a carnes magras, com teor reduzido de gordura, este teor baixo de gordura vai influenciar as propriedades organolépticas, tecnológicas e o valor nutricional da carne (Jukna et al., 2012). As características da qualidade da carne devem ter em conta o facto de ser um alimento que deve atender às diversas exigências, por vezes antagonistas, dos consumidores e da indústria (Figura 13).

**Figura 13.** Componentes que contribuem para a qualidade da carne.



Adaptado de Ciria & Asenjo (2000) e Jukna et al. (2012).

Em relação à composição nutricional, a importância da carne na dieta alimentar deve-se ao facto de esta ser uma boa fonte de proteínas de alto valor biológico, de aminoácidos essenciais, de minerais e de diversas vitaminas do complexo B (Bender, 1992; Albert et al., 1993). Contudo, o consumo de carne de bovino tem sido desaconselhado devido à sua gordura rica em ácidos gordos saturados e conseqüentemente a problemas que daí possam advir para a saúde do consumidor, tais como aparecimento de várias

doenças crónicas, como o cancro e as doenças cardiovasculares. O teor de gordura, uma questão de preocupação em relação ao consumo de carne, é altamente variável dependendo da espécie e do sistema de alimentação. Porções da carcaça mais magras não diferem significativamente da carne de peru sem pele ou de peito de frango, o que justifica a sua inclusão numa dieta equilibrada e completa. A remoção da carne da dieta pode aumentar o risco de deficiências nutricionais graves e prejudicar o estado nutricional do homem (Pereira & Vicente, 2013).

De acordo com a Tabela Portuguesa da Composição dos Alimentos (Martins, Porto & Oliveira, 2006) a carne de borrego e de porco são aquelas que apresentam um maior valor energético devido à sua maior quantidade de gordura, comparativamente à carne de vaca e de frango (Tabela 2). A carne de frango apesar de ser a que apresenta menor quantidade de lípidos e de ácidos gordos saturados, tornando-a do ponto de vista nutricional saudável, é também a que apresenta menor quantidade de minerais, com exceção do elemento magnésio.

**Tabela 2.** Valores típicos da composição nutricional (por 100 g de parte edível) da carne de quatro espécies pecuárias.

<b>Composição Nutricional</b>	<b>Borrego (perna)</b>	<b>Porco (lombo)</b>	<b>Vaca (lombo)</b>	<b>Frango (peito sem pele)</b>
Valor energético (kcal)	124	131	114	108
Água (g)	73,6	72,0	74,2	73,8
Proteínas (g)	19,7	22,2	21,0	24,1
Lípidos (g)	5,0	4,7	3,3	1,2
AGS (g)	2,2	1,6	1,4	0,3
AGM (g)	1,6	1,6	1,4	0,4
AGP (g)	0,2	0,8	0,2	0,2
Colesterol (mg)	68	58	61	60
α-tocoferol (mg)	0,1	0,5	0,05	0,1
Cinza (g)	1,2	1,1	1,1	0,8
Ferro (mg)	1,7	0,6	1,5	0,5
Magnésio (mg)	27	23	23	29
Potássio (mg)	284	396	370	220
Zinco (mg)	3,8	1,6	3,6	0,8

Fonte: Martins et al. (2006).



Williams (2007) refere que nos últimos anos tem-se verificado uma tendência significativa para a produção de carnes magras. A composição nutricional da carne pode variar em função da raça, dieta alimentar dos animais e com a estação do ano em que são abatidos. Os constituintes inorgânicos da carne são encontrados em maior quantidade em carnes magras do que em carnes gordas (Southgate, 1993). A maior quantidade de gordura implica menor quantidade de água, mas não de proteínas, ou apenas uma pequena diminuição destas, pelo que a carne gorda será fornecedora de um teor mais elevado de calorias e mais indigesta, mas terá praticamente o mesmo valor nutricional em termos de proteínas (Ferreira, 1994).

### **1.3.1. Características dos nutrientes e a sua relação com a saúde humana**

Uma alimentação adequada deve fornecer os nutrientes necessários para assegurar a formação, crescimento e reparação das células e tecidos, um metabolismo equilibrado, fornecer energia e assegurar a manutenção das reservas para o normal funcionamento do organismo.

#### **1.3.1.1. Proteínas e aminoácidos**

A carne é uma excelente fonte de proteínas e de aminoácidos essenciais (Williams, 2007). As proteínas desempenham funções vitais no organismo, uma vez que fazem parte da constituição de hormonas, de enzimas, participam na formação de anticorpos e atuam como transportadores, no sangue e líquidos corporais, de muitos outros nutrientes e moléculas (Ferreira, 1994). O tecido muscular contém, aproximadamente, 20% de proteínas que consistem em proteínas sarcoplasmáticas, miofibrilares e do tecido conjuntivo. Segundo os dados do Instituto Nacional de Estatística (2014), em 2012 a ingestão proteica apresentou uma contribuição energética (12%) dentro do intervalo recomendado (10-15%).

As proteínas consistem na formação de blocos denominados aminoácidos, compostos por um grupo amino ( $-NH_2$ ), um grupo de ácido carboxilo ( $-COOH$ ) e por uma cadeia lateral distinta que vai diferenciar cada aminoácido (APD, n.d.). Os aminoácidos, quanto à necessidade de os veicular pela dieta, podem ser classificados como essenciais e não-essenciais (Tabela 3). Os aminoácidos essenciais são aqueles que o organismo é incapaz de sintetizar e que, por conseguinte, devem ser fornecidos pela dieta alimentar. Os aminoácidos não essenciais podem ser sintetizados pelo organismo nas quantidades necessárias para o seu funcionamento normal (Deferrari et al., 2010).

**Tabela 3.** Identificação dos aminoácidos essenciais e não essenciais.

<b>Aminoácidos essenciais</b>	<b>Aminoácidos não essenciais</b>
Fenilalanina	Ácido aspártico
Histidina	Ácido glutâmico
Isoleucina	Alanina
Leucina	Arginina
Lisina	Asparagina
Metionina	Cisteína
Treonina	Glicina
Triptofano	Prolina
Valina	Tirosina
	Serina
	Glicina

Fonte: Wu (2009).

O valor biológico das proteínas é determinado pelo seu teor em aminoácidos essenciais e pela sua digestibilidade. Assim, existem proteínas de alto valor biológico ou completas que são as que contêm todos os aminoácidos essenciais em quantidades suficientes para ser feita a síntese das proteínas, sendo estas derivadas de alimentos de origem animal e, as proteínas de baixo valor biológico ou incompletas, que estão presentes nos alimentos aos quais falta um ou mais aminoácidos essenciais. De um modo geral, as proteínas de origem vegetal são incompletas mas as combinações destas proporcionam misturas de proteínas de alto valor biológico (APD, n.d.).

O teor de lisina em produtos à base de cereais é geralmente baixo, tornando a carne um alimento indispensável em dietas cuja base principal é os cereais (Masatcioglu, Perry & Hamit, 2014). Atendendo aos dados obtidos por Abdul-Hamid, Sulaiman, Osman e Saari (2007) no seu estudo sobre a composição de aminoácidos em arroz, depreende-se que o arroz e a carne são dois alimentos que se complementam em termos de aminoácidos. O arroz é um alimento fornecedor de quantidades apreciáveis de arginina e de serina, aminoácidos estes presentes em menor quantidade na composição da carne e, tal como referido anteriormente, pobre em lisina.

### 1.3.1.2. Lípidos

Os consumidores estão cada vez mais conscientes da possível relação entre a dieta alimentar e a saúde, tendo este facto contribuído para o aumento do interesse, por parte dos consumidores, pelo valor nutricional dos alimentos. Nos produtos cárneos tem sido dada especial atenção à sua composição em lípidos (Scollan et al., 2006).

Os lípidos incluem um grupo heterogéneo de moléculas que possuem uma característica em comum - a sua insolubilidade em água (propriedade hidrofóbica) e apresentam um papel importante na qualidade dos alimentos tornando-os mais desejáveis, uma vez que melhoram as suas propriedades organolépticas (sabor e textura). Além disso, conferem valor nutricional aos alimentos, fornecem ácidos gordos essenciais e são necessários no transporte e absorção das vitaminas lipossolúveis (Burlingamea, Nishidab, Uauy & Weiselle, 2009; Baggio & Bragagnolo, 2006). Para além das funções referidas anteriormente, os lípidos contribuem para o fornecimento de energia às células (a gordura é oxidada para fornecer energia), são protetores contra a perda de calor por meio de reservas de gordura subcutânea, fazem parte da constituição da camada protetora dos órgãos, são um substrato para a síntese de hormonas e prostaglandinas e constituem uma reserva de energia no caso do tecido adiposo (Southgate, 1993). Por todas as funções anteriormente referenciadas pode-se concluir que os lípidos são essenciais à vida, existindo, no entanto, uma considerável preocupação sobre a sua relação com a saúde humana.

De acordo com a Balança Alimentar Portuguesa, entre 2008 e 2012, a contribuição para o aporte calórico das disponibilidades alimentares encontrou-se praticamente no limite máximo recomendado para o consumo (35%), atingindo 34% em 2012 (INE, 2014).

As recomendações da FAO/WHO (2008) apontam para uma ingestão mínima de lípidos totais para adultos de 15%, conseguindo-se com este teor assegurar o consumo adequado de energia total, de ácidos gordos essenciais e de vitaminas lipossolúveis. No caso de mulheres em idade reprodutiva e adultos com um índice de massa corporal inferior a 18,5 (estado de magreza), especialmente nos países em desenvolvimento, a FAO/WHO (2008) recomenda 20% como sendo o valor mínimo, enquanto que como valor máximo recomenda 30 a 35% do valor calórico total (Tabela 5).

Nos últimos anos tem-se vindo a assistir a uma crescente preocupação em manipular o perfil dos ácidos gordos da carne. Uma ingestão excessiva de lípidos tem sido relacionada como responsável pelo aumento do risco de algumas doenças crónicas não transmissíveis (obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão arterial e certos tipos de cancro).

Se dissociarmos a carne nos seus principais macronutrientes, proteínas e lípidos, verifica-se que independentemente do tipo de carne, o valor nutricional das proteínas é muito semelhante, apesar da existência de pequenas diferenças no perfil de aminoácidos. No entanto, o mesmo já não se verifica na fração lipídica da carne, pois no que respeita à carne vermelha, podemos classificá-la em carne de ruminantes e em carne de monogástricos (Ramos, 2008). Esta simples divisão, baseada na anatomia do trato gastrointestinal, é de primordial importância para a qualidade da carne, pois enquanto os monogástricos absorvem da alimentação os ácidos gordos e os depositam nos tecidos praticamente sem alterações estruturais, nos ruminantes a flora microbiana do rúmen promove uma acentuada biohidrogenação dos ácidos gordos insaturados, promovendo assim a predominância dos ácidos gordos saturados (Wood et al., 2008).

#### **1.3.1.2.1. Ácidos gordos**

Os ácidos gordos são nutrientes fundamentais à vida, sendo utilizados pelo organismo como fonte energética. Estão envolvidos na regulação metabólica, na modulação imunitária e na síntese de icosanóides. A grande variedade de ácidos gordos resulta do comprimento da cadeia de carbono e do seu grau de saturação. Por conseguinte, de acordo com o comprimento da cadeia os ácidos gordos classificam-se em ácidos gordos de cadeia curta (2 a 10 átomos de carbono), de cadeia média (12 a 16 átomos de carbono) e em ácidos gordos de cadeia longa (18 a 24 átomos de carbono) (Ruxton, Reed, Simpson & Millington, 2004). Por outro lado, o número de hidrogénios ligados aos átomos de carbono da molécula lipídica conduz à classificação dos ácidos gordos de acordo com o grau de saturação da cadeia de carbono em:

- ◆ Ácidos gordos saturados (SFA),
- ◆ Ácidos gordos monoinsaturados (MUFA),
- ◆ Ácidos gordos polinsaturados (PUFA).

A Tabela 4 apresenta a nomenclatura dos ácidos gordos mais comuns na composição dos alimentos.

**Tabela 4.** Nomenclatura dos ácidos gordos mais comuns.

Tipos	Exemplos de ácidos gordos
Saturados	Acético (2:0); Propiónico (3:0); Butírico (4:0); Valérico (5:0); Caproico (6:0); Caprílico (8:0); Cáprico (10:0); Láurico (12:0); Mirístico (14:0); Palmítico (16:0); Margérico (17:0); Esteárico (18:0); Araquídico (20:0); Behénico (22:0); Lignocérico (24:0)
Monoinsaturados	Lauroleico (12:1n-3); Miristoleico (14:1n-5); Palmitoleico (16:1n-7); Oleico (18:1n-9); Elaídico ( <i>trans</i> -18:1n-9); Vacénico (18:1n-7); Gondoico (20:1n-9); Eurístico (22:1n-9); Nervónico (24:1n-9)
Polinsaturados	Linoleico (18:2n-6); Araquidónico (20:4n-6); Adrenoico (22:4n-6); $\alpha$ -linolénico (18:3n-3); Eicosapentaenoico (20:5n-3); Docosapentaenoico (22:5n-3); Docosaheptaenoico (22:6n-3)

Fonte: Adaptado de Cunnane e Griffin (2002).

Um SFA é uma molécula só com ligações simples na cadeia de carbonos e que possui o número máximo de hidrogénios ligados ao carbono. Quando a insaturação ocorre, um ou mais átomos de hidrogénio são removidos e forma-se uma dupla ligação entre dois carbonos. Se existir apenas uma dupla ligação, os ácidos gordos designam-se por MUFA e, por PUFA, caso existam duas ou mais duplas ligações. Tanto o número como a localização da dupla ligação são importantes para a função biológica e estabilidade dos ácidos gordos, ou seja, o grau de saturação aumenta a sua estabilidade.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, um padrão alimentar saudável não deve exceder 10% de calorías provenientes de gorduras saturadas (maioritariamente de origem animal), dado que o consumo excessivo destas gorduras está associado ao aumento do risco de doenças dos aparelhos circulatório e cardíaco (INE, 2014). Vários organismos, na área da saúde, com o intuito de reduzir a prevalência de doenças coronárias recomendam um baixo consumo de alimentos fornecedores de ácidos gordos saturados e de colesterol e uma ingestão mais elevada de alimentos fornecedores de ácidos gordos polinsaturados (Kelly & Stanner, 2003).

Os SFA individualmente apresentam efeitos diferentes sobre a concentração das lipoproteínas. Por exemplo, os ácidos láurico, mirístico e palmítico aumentam o colesterol LDL, enquanto que se considerarmos apenas o ácido esteárico o referido efeito não é tão evidente. Existem evidências científicas de que substituir SFA por PUFA contribui para a diminuição da concentração do colesterol LDL. Um efeito semelhante, mas menos evidente, também é conseguido através da substituição dos SFA por MUFA. Contudo, com base em estudos epidemiológicos em pacientes com doenças cardiovasculares, foi verificado que

não está provado de que a substituição de SFA por PUFA diminui o risco de doença cardiovascular, existindo uma possível relação positiva entre a ingestão de SFA e o aumento do risco de diabetes (FAO/WHO, 2008).

A composição da carne em ácidos gordos é influenciada por fatores genéticos e dietéticos. A espécie é o principal fator genético que conduz a uma variação da composição em ácidos gordos, possuindo a carne dos ruminantes um teor de ácidos gordos saturados mais elevado que a carne de animais monogástricos. Tal como referido anteriormente, a carne de ruminantes apresenta um maior teor de SFA, como resultado da biohidrogenação dos ácidos gordos insaturados, provenientes da alimentação, no rúmex dos animais (De Smet, Raes & Demeyer, 2004).

O teor de gordura apresentado pela carne influencia o seu perfil em ácidos gordos, independentemente da espécie, raça ou dieta. O teor em SFA e MUFA aumenta mais rapidamente com o aumento do teor de gordura, resultando numa diminuição na proporção de PUFA e, conseqüentemente, no rácio PUFA/SFA. A gordura dos ruminantes é caracterizada por possuir um elevado teor de SFA e um rácio PUFA/SFA baixo comparativamente à gordura dos animais não-ruminantes.

Os ácidos gordos essenciais são PUFA que os animais não conseguem sintetizar, sendo estes obtidos através da dieta. Existem duas famílias de ácidos gordos essenciais: os ácidos gordos n-3 (ácido  $\alpha$ -linolénico) e os ácidos gordos n-6 (ácido linoleico) (Ruxton et al., 2004; Gogus & Smith, 2010) que, por sua vez, dão origem a outros ácidos essenciais de cadeias mais longas, designados por ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa (LCPUFA).

Os ácidos gordos da série n-3 são um conjunto de PUFA, que quimicamente se caracterizam por possuírem uma dupla ligação no terceiro átomo de carbono a contar do último radical metilo (ou seja a contar do fim da molécula). De um modo geral associa-se o adequado consumo destes ácidos gordos, ao melhor funcionamento do sistema cardiovascular e à proteção do indivíduo em relação às doenças cardiovasculares (Elmadfa & Kornsteiner, 2009; Gogus & Smith, 2010).

Para além do importante papel na prevenção das doenças cardiovasculares, é de salientar a associação entre o adequado consumo de ácidos gordos da série n-3 e o normal desenvolvimento do córtex cerebral e das capacidades cognitivas da criança (Gogus & Smith, 2010). Planos alimentares pobres em n-3 PUFA aumentam o risco da ocorrência de trombozes, aterosclerose, doenças cardíacas, alterações neurológicas, dificuldades de aprendizagem, diminuição da acuidade visual, entre outros (Candeias, 2008). Quando consumidos em excesso, os ácidos gordos n-3 têm efeitos indesejáveis, como por exemplo,

dificultarem a resposta à infecção e provocarem alterações na coagulação sanguínea com tendência para a hemorragia.

Os ácidos gordos n-3 que apresentam particular interesse para as doenças cardiovasculares são o ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosahexaenoico (DHA) (Williams, 2000). O DHA é importante para o desenvolvimento cerebral e o EPA para a circulação sanguínea. Os referidos ácidos gordos conseguem ser produzidos pelo organismo, embora de forma muito limitada, a partir do ácido  $\alpha$ -linolénico (EFSA, 2010).

Estudos de intervenção têm demonstrado efeitos benéficos dos ácidos gordos n-3 sobre os fatores de risco das doenças cardiovasculares, tais como, redução dos níveis de triglicéridos no plasma, agregação plaquetária e da pressão arterial (Gogus & Smith, 2010). Estes efeitos foram observados com doses de um grama por dia, bem acima dos níveis que foram associados com a diminuição do risco de doença cardiovascular. Com respeito às doenças cardiovasculares, estudos epidemiológicos indicam que o consumo de 250 a 500 mg de EPA + DHA diminui o risco de mortalidade por doença coronária. A ingestão de 250 mg/dia de EPA + DHA parece ser suficiente para a prevenção primária em indivíduos saudáveis (EFSA, 2010). Um estudo sobre o consumo alimentar de diferentes tipos de gorduras verificou que as ingestões actuais de ácido  $\alpha$ -linolénico variam, nos homens, entre 0,6 g/dia (França/Grécia) e 2,5 g/dia (Islândia), e nas mulheres, entre 0,5 g/dia (França) e 2,1 g/dia (Dinamarca) (Food Today, 2008).

Os ácidos gordos da série n-6 desempenham um papel importante no desenvolvimento cerebral, no tempo de vida e estrutura das células e na protecção da pele. Quando consumidos em excesso, podem ter efeitos prejudiciais, tais como, o envelhecimento celular precoce, alterações estruturais das membranas celulares, anomalias na multiplicação celular e indução do aparecimento de carcinomas (Elmadfa & Kornsteiner, 2009; Candeias, 2008). Um excesso de ácidos gordos n-6 pode interferir com o metabolismo dos ácidos gordos n-3, alterando assim os seus efeitos biológicos.

Os teores mínimos de ingestão de ácidos gordos essenciais para prevenir sintomas de deficiência são estimados em 2,5% do VCT para o ácido linoleico e 0,5% do VCT para o ácido  $\alpha$ -linolénico. Com base em estudos epidemiológicos, o nível mínimo do consumo total de PUFA recomendado para diminuir o colesterol LDL, o colesterol total e o risco de doença cardiovascular e aumentar o colesterol HDL é de 6% do VCT. Com base em estudos experimentais, o risco de peroxidação lipídica pode aumentar com consumos superiores a 11% de PUFA, especialmente quando a ingestão de tocoferol é baixo. Assim, a gama aceitável para a ingestão de PUFA (n-6 e n-3) pode variar entre 6 a 11% do VCT e a ingestão adequada para prevenir a deficiência é de 2,5 a 3,5% do VCT (FAO/WHO, 2008).

Durante a hidrogenação dos ácidos gordos monoinsaturados e dos polinsaturados, estes sofrem alterações estruturais fundamentais que levam à transformação da sua estrutura química *cis* (normal) em *trans* (anómala) (Candeias, 2008). Os ácidos gordos *trans* não são essenciais, não fornecem qualquer benefício conhecido para a saúde humana, contribuem para o aumento dos níveis de colesterol LDL e são formados durante o processamento dos alimentos (U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Health and Human Services, 2010).

As gorduras *trans* parecem aumentar o risco de doenças cardiovasculares mais do que qualquer outro macronutriente, conferindo um risco substancialmente aumentado mesmo com níveis baixos de consumo (1 a 3% do consumo total de energia), pelo que a Organização Mundial da Saúde recomendou, em 2003, que o consumo de gordura *trans* deveria ser limitado a menos de 1% do consumo total de energia.

Os ácidos gordos *trans* podem formar-se pela transformação bacteriana dos ácidos gordos polinsaturados no aparelho digestivo de animais ruminantes, passando depois para a carne, gordura e leite destes ruminantes. Consumir leite e/ou derivados, isentos de gordura ou com baixo teor de gordura, e carnes magras irá contribuir para a redução da ingestão de ácidos gordos *trans* (U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Health and Human Services, 2010). Os ácidos gordos *trans* podem ainda formar-se pela hidrogenação industrial das gorduras polinsaturadas e pelo aquecimento e fritura de óleos vegetais a altas temperaturas. Em carne de vitela, os ácidos gordos *trans* (18:1 *trans*) são geralmente inferiores a 3% do teor total de ácidos gordos, sendo mais elevados na carne de cordeiro e carneiro comparativamente à carne de bovino.

Apesar de bem descrito o contributo a nível nutricional da carne para a dieta alimentar, nas últimas duas décadas, constata-se que estes atributos positivos têm sido muitas vezes omissos devido ao destaque dado a outros aspetos menos positivos. Estes últimos, incluem a percepção de que a carne contém um elevado teor de gordura (gordura saturada), sendo o seu consumo associado à probabilidade de ocorrência de alguns tipos de cancro. A relação entre a gordura na dieta e a incidência de doença coronária está bem estabelecida, tendo este facto contribuído para o desenvolvimento específico de orientações por parte da Organização Mundial da Saúde (Scollan et al., 2006). Assim, na Tabela 5 é indicada a ingestão diária recomendada de lípidos totais e de ácidos gordos, em percentagem do valor calórico total.



**Tabela 5.** Ingestão diária recomendada de lípidos totais e ácidos gordos.

Nutriente	Valores de referência
Lípidos	20 – 35%
Ácidos gordos saturados (SFA)	<10%
Ácidos gordos monoinsaturados (MUFA)	Obtido por diferença <sup>(a)</sup>
Ácidos gordos <i>trans</i> (TFA)	<1%
Ácidos gordos polinsaturados (PUFA)	6 – 11% <sup>(b)</sup> , 3% <sup>(c)</sup> , 6% <sup>(d)</sup>
PUFA-n6	2,5 – 9%
PUFA-n3	0,5 – 2%

Fonte: Adaptado de EFSA (2012); Elmadfa & Kornsteiner (2009); FAO/WHO (2008).

<sup>(a)</sup> MUFA = Lípidos totais (%VCT) – SFA (%VCT) – PUFA (%VCT) – TFA (%VCT)

<sup>(b)</sup> Soma dos ácidos = linoleico + linolenico + docosahexanóico + eicosapentanoico

<sup>(c)</sup> Prevenção da deficiência

<sup>(d)</sup> Prevenção das doenças crónicas

O ácido linoleico conjugado (CLA) consiste numa mistura de isómeros posicionais e geométricos do ácido linoleico (C18:2n-6), com duas ligações duplas separadas por uma ligação simples. Cada ligação dupla pode estar na configuração *cis* ou na configuração *trans*. Encontra-se presente na dieta humana principalmente na carne e nos produtos lácteos (EFSA, 2015). O isómero do CLA mais abundante na carne é o *cis*-9,*trans*-11 (ácido ruménico), representando 80 a 90% do total dos isómeros do CLA na carne de animais ruminantes. A presença deste ácido gordo na carne bovina surge a partir da sua formação, no rúmen, pela bactéria ruminal *Butyrivibrio fibrisolvens* que possui a capacidade de efetuar a biohidrogenação microbiana do ácido linoleico e, também, nos tecidos através da  $\Delta$ 9-dessaturase, enzima responsável pela desaturação do ácido *trans*-vacénico (18:1 $\Delta$ 11) dos ácidos gordos polinsaturados da dieta (Williams, 2000; Scollan et al., 2006; Webb & O'Neill, 2008). Os restantes isómeros do CLA geralmente estão presentes em baixas concentrações.

A história do CLA remonta os anos 30, no entanto, o aumento atual no seu interesse começou após o resultado de inúmeros estudos com animais, associando o CLA a propriedades benéficas para a saúde (Williams, 2000; Shingfield & Wallace, 2014), como a redução do risco de cancro, aterosclerose e diabetes (Rainer & Heiss, 2004; Park, 2009). O CLA também demonstrou ter efeitos positivos na função imunológica (Cook, Miller, Park, & Pariza, 2003; Rainer & Heiss, 2004) e na composição corporal (Rainer & Heiss, 2004). As

atividades biológicas relatadas do CLA são de especial interesse para a comunidade agrícola, uma vez que, tal como referido anteriormente, as suas principais fontes alimentares são de origem animal, quase exclusivamente de carne e produtos láteos. Assim, uma melhor compreensão dos isómeros específicos e os mecanismos responsáveis por esses efeitos positivos do CLA na saúde humana terá todo o interesse podendo ser economicamente benéfico (McGuire & McGuire, 2000). Shingfield e Wallace (2014) referem que a produção de alimentos derivados de ruminantes que contenham quantidades mais elevadas de CLA oferece a oportunidade de aumentar o consumo de CLA, principalmente do *cis-9,trans-11*, sem a necessidade de grandes alterações nos hábitos alimentares. Por esta razão, uma quantidade considerável de estudos têm-se dedicado à pesquisa da identificação dos fatores nutricionais, fisiológicos e genéticos que influenciam as concentrações de CLA na carne e no leite.

#### **1.3.1.2.2. Colesterol**

O colesterol é um lípido, quimicamente derivado do ciclopentanoperidrofenantreno, que é transportado pelo sangue para todas as células do organismo e que, para além de ser obtido através dos alimentos, é sobretudo produzido endogenamente. Apresenta várias funções vitais, como a produção de vitaminas, hormonas, faz parte das células, é um precursor das hormonas esteróides sintetizadas pelas glândulas supra-renais e pelas gónadas (testículos e ovários) e é ainda componente da membrana das células, dando-lhes rigidez, podendo ser sintetizado pelo fígado sempre que necessário (Breda, 2003). No entanto, quando está em excesso no sangue pode aumentar o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Elmadfa & Kornsteiner, 2009).

Apresentando o colesterol uma ligação dupla encontra-se susceptível a sofrer oxidação quando submetido a várias condições, nomeadamente na presença de oxigénio, luz, calor radiação, radicais livres, iões metálicos e outros fatores (Hur, Park & Joo, 2007). Esta oxidação conduz à formação de óxidos de colesterol, como o colestanetriol e o 25-hidroxicolesterol, prejudiciais ao organismo e responsáveis por efeitos biológicos indesejáveis (Lopes, 2009). A formação dos óxidos de colesterol está fortemente dependente da concentração de colesterol (Prates, 2006).

O colesterol é transportado pelo organismo por uma proteína, designando-se a combinação destes por lipoproteína. Existem dois tipos: as lipoproteínas de alta densidade (HDL) e as lipoproteínas de baixa densidade (LDL). As LDL são prejudiciais à saúde, pois fazem o transporte do colesterol do fígado para os restantes tecidos do organismo, ou seja,

ajudam-no a depositar, enquanto que as HDL o transportam em sentido contrário e o ajudam, por isso, a eliminar do organismo.

A redução da ingestão de alimentos fornecedores de ácidos gordos saturados e de colesterol é considerada muito importante na prevenção da obesidade, de situações de hipercolesterolemia, doenças cardiovasculares, diabetes e na diminuição do risco de aparecimento de alguns tipos de cancro (Chizzolini, Zanardi, Dorigoni & Ghidini, 1999).

Entre as diferentes variedades de carne disponíveis no mercado, a carne vermelha é a que apresenta a imagem mais negativa junto do consumidor. Esta má reputação iniciou-se na década de 80, em função dos elevados teores de colesterol e gordura saturada existentes na carne vermelha e a sua correlação com o aumento plasmático de colesterol. Chizzolini et al. (1999) referem que o consumo diário de carne traduz-se no fornecimento de 10 a 20% das calorias totais diárias; 33 a 50% da DDR de colesterol e de uma quantidade de gordura saturada muito acima da DDR. Reconhece-se ainda, que os produtos de oxidação derivados do colesterol exibem propriedades mutagénicas, carcinogénicas e citotóxicas (Guardiola, Codony, Addis, Rafecas & Boatella, 1996), estando a sua concentração diretamente correlacionada com o teor de colesterol na carne e inversamente com o teor de antioxidantes (Engeseth, Gray, Booren & Asghar, 1993).

Globalmente, um terço das doenças isquémicas do coração deve-se a hipercolesterolemia. A OMS estima que os níveis plasmáticos de colesterol elevados sejam responsáveis por 2,6 milhões de mortes e 29,7 milhões de anos de vida ajustados por incapacidade. Uma redução de 10% no colesterol sérico em homens com 40 anos de idade pode resultar numa redução de 50% das doenças cardiovasculares em cinco anos; a mesma redução de colesterol sérico para homens com 70 anos de idade, pode resultar numa redução média de 20% na ocorrência das doenças cardiovasculares nos cinco anos seguintes. Na Irlanda, uma redução de 30% na taxa de morte por doença cardíaca tem sido atribuída à redução de 4,6% da média da população com colesterol elevado. Também na Finlândia, 50% do declínio na mortalidade por doenças cardiovasculares foi explicada pela redução do nível de colesterol no sangue da população.

Diversos estudos sugerem que o colesterol total deve estar situado abaixo dos 190 a 200 mg/dl de sangue. As recomendações nutricionais da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003) apontam para um consumo diário máximo de 300 mg de colesterol. Os principais alimentos fornecedores de colesterol são a carne, os ovos, o queijo, o leite gordo, a manteiga, o toucinho, a banha, as natas e o marisco. A maioria das carnes contém quantidades de colesterol que variam entre 30 a 90 mg/100 g (Valsta, Tapanainen & Mannisto, 2005), contudo as vísceras apresentam valores muito superiores (Pratiwi, Murray & Taylor, 2006). Os teores de colesterol variam nas diferentes espécies animais, devido a

fatores como: dieta, idade, sexo, espécie, raça, ambiente, quantidade de gordura, bem como o modo de preparação da carne (Pratiwi et al., 2006).

#### 1.3.1.2.3. Qualidade nutricional dos lípidos

Vários estudos sugerem que existe uma necessidade de considerar não só a quantidade como também a qualidade dos lípidos dos alimentos, na dieta das populações ocidentais. Moussa, Shereen, Manal, Mehanni e Rasha (2014) referem que existem evidências de que o tipo de lípidos é mais importante do que a respetiva quantidade total na quantificação do risco de doenças cardiovasculares. No entanto, existem evidências que relatam que os ácidos gordos específicos têm efeitos benéficos sobre a saúde humana e que poderão contribuir para a prevenção de muitas doenças crónicas (Williams, 2000).

Por conseguinte, torna-se necessário definir parâmetros nutricionais que sirvam de ferramentas de avaliação da qualidade nutricional dos alimentos. Existem vários parâmetros relacionados com a qualidade dos lípidos que permitem avaliar o valor nutricional dos ácidos gordos dos alimentos, destacando-se os seguintes:

- ◆ Rácio PUFA/SFA
- ◆ Rácio n-6/n-3
- ◆ Rácio entre os ácidos gordos hipocolesterolémicos e hipercolesterolémicos (h/H)
- ◆ Índice de aterogenicidade (IA)
- ◆ Índice de trombogenicidade (IT)

Em termos de saúde pública, os rácios nutricionais dos lípidos constituem uma medida de avaliação do valor nutricional das gorduras ingeridas e, conseqüentemente, a sua expressão na saúde e bem-estar da população, nomeadamente na prevenção ou favorecimento da incidência de algumas doenças crónicas não transmissíveis (Assunção, 2007).

As recomendações a nível nutricional referem que o rácio PUFA/SFA na dieta humana deve ser superior a 0,45 (British Department of Health, 1994). De Smet et al. (2004) verificaram que carnes com elevado teor de gordura intramuscular tinham um rácio de 0,05 e carnes com baixo teor de gordura o valor pode ser superior a 0,5. O consumo de alimentos com um rácio PUFA/SFA inferior a 0,45 indicam uma alimentação menos saudável e um desequilíbrio na ingestão de ácidos gordos (Alfaia et al., 2006). Apesar da carne dos ruminantes apresentar um rácio PUFA/SFA baixo, devido ao facto dos microrganismos ruminais hidrogenarem a gordura insaturada da dieta, apresentam um teor

em PUFA de potencial importância para a nutrição humana, sendo os ácidos linoleico, linolênico e araquidônico os ácidos gordos mais abundantes (Rhee, 2000). Enser et al., (1998) referem que uma dieta à base de pasto aumenta o valor do rácio PUFA/SFA nas carnes de vaca e cordeiro e que o consumo de concentrado conduz a uma diminuição do valor deste rácio. O teor de SFA e MUFA aumenta mais rapidamente, com o aumento do teor de gordura, do que o teor de PUFA (De Smet et al., 2004).

De acordo com vários estudos epidemiológicos realizados, o rácio n-6/n-3 deverá ser inferior a 4 (British Department of Health, 1994). A carne de vaca proveniente de animais alimentados com concentrado apresenta um rácio n-6/n-3 elevado, com valores superiores ao preconizado para a dieta humana (Enser et al., 1998). O rácio n-6/n-3 é particularmente benéfico (baixo) na carne de ruminantes, especialmente em animais que tenham consumido forragens que apresentem níveis elevados de ácido  $\alpha$ -linolénico (Wood et al., 2004). A carne de animais produzidos em pastoreio contém um maior teor de ácidos gordos n-3 que a carne de animais alimentados com concentrado.

A dieta alimentar ocidental é caracterizada por apresentar um desequilíbrio entre PUFA n-6 e PUFA n-3, com um rácio n-6/n-3 muito superior ao recomendado. O rácio n-6/n-3 desajustado constitui um fator de risco no desenvolvimento de alguns tipos de cancro e de doenças cardiovasculares. O aumento do consumo de alimentos fornecedores de ácidos gordos n-3 reduz a incidência dessas doenças (Coates & Ayerza, 2004).

Atendendo ao conhecimento dos efeitos funcionais dos ácidos gordos foi estabelecida a razão entre os ácidos gordos com efeito hipocolesterolémico e hipercolesterolémico, como forma de avaliar os benefícios para a saúde. De acordo com Santos-Silva, Bessa e Santos-Silva (2002) para os produtos cárneos considerou-se como referência o valor 2. Valores superiores a esta referência correspondem a gorduras de superior qualidade nutricional, traduzindo a abundância de ácidos gordos que promovem a diminuição do colesterol plasmático (hipocolesterolémicos) e assim a redução do risco de doenças cardiovasculares.

Ulbricht e Southgate (1991) propuseram os Índices de Aterogenicidade (IA) e Trombogenicidade (IT) que permitem caracterizar o potencial aterogénico dos ácidos gordos. Estes índices refletem o balanço entre os ácidos gordos saturados com características pró-inflamatórias e os insaturados aos quais são atribuídas propriedades anti-inflamatórias. Os referidos índices consideram os diferentes efeitos dos vários tipos de ácidos gordos na saúde humana (Assunção, 2007). O IT considera os ácidos mirístico, palmítico e esteárico como trombogénicos e os ácidos gordos monoinsaturados e polinsaturados (ómega 6 e ómega 3) como anti-trombogénicos (Ulbricht & Southgate, 1991). Não existem valores recomendados para os índices de aterogenicidade e

trombogenezidade, pelo que se considera que valores mais baixos exprimem uma relação de ácidos gordos mais favorável para a saúde. Assim, quanto mais baixos forem estes índices melhor será a qualidade nutricional dos ácidos gordos. Por conseguinte, uma dieta com baixos valores de IA e IT indica que maior será a quantidade de ácidos anti-aterogénicos presentes nos alimentos e, conseqüentemente, maior será o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias.

### 1.3.1.3. $\alpha$ -tocoferol

A vitamina E é uma vitamina lipossolúvel de origem natural que apresenta oito formas homólogas:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$  tocoferóis e respectivos tocotrienóis (Machlin, 1991). Destas formas, apenas dois compostos estão frequentemente presentes na carne de ruminantes - o  $\alpha$ -tocoferol e o  $\gamma$ -tocoferol, estando os seus teores dependentes do aporte nutricional e das variações sazonais desta vitamina, o que decorre da flutuação dos seus teores no pasto e da própria disponibilidade de pasto verde, pois a pastagem e forragem fresca é mais rica do que o concentrado ou os cereais. O mais ativo é o  $\alpha$ -tocoferol, sendo a fonte principal de vitamina E encontrada no plasma e eritrócitos no fígado (Bramley et al., 2000). O  $\alpha$ -tocoferol consiste num poderoso antioxidante presente nos tecidos biológicos e cuja actividade tem sido positivamente correlacionada com a inibição da oxidação lipídica que conjuntamente com o desenvolvimento microbiano, formam os principais condicionantes da estabilidade da qualidade da carne (Buckley, Morrisey & Gray, 1995).

Segundo McClure Belk, Scanga e Smith (2002), a carne proveniente de bovinos produzidos com uma dieta à base de concentrados apresenta, em média, cerca de 4  $\mu\text{g}$  de  $\alpha$ -tocoferol/g de músculo, enquanto que nos bovinos criados em sistema de pastoreio este valor pode chegar a 9,3  $\mu\text{g}$ /g de músculo (Faustman & Cassens, 1998). Vários estudos têm demonstrado que a deposição de  $\alpha$ -tocoferol na carne está correlacionada com a ingestão deste componente nas dietas dos animais, variando em função do músculo (Lauridsen, Jensen, Skibsted & Bertelsen, 2000). Lauridsen et al. (2000) relataram uma maior capacidade de acumulação de  $\alpha$ -tocoferol em músculos com metabolismo mais oxidativo, apresentando assim estes músculos concentrações superiores aos músculos de metabolismo glicolítico. Este facto está relacionado com o maior número de mitocôndrias presente nos músculos oxidativos, o que possibilita uma maior capacidade de armazenamento de  $\alpha$ -tocoferol (Cassens & Cooper, 1971). Assim, a concentração do  $\alpha$ -tocoferol está intimamente dependente do tipo da fibra muscular (Arnold, Arp, Scheller, Williams & Schaefer, 1993; Jensen et al., 1997). As fibras musculares oxidativas do tipo I e IIa contêm um maior teor de  $\alpha$ -tocoferol (Jensen, Essen-Gustavsson & Hakkarainen, 1988).

Esta relação (tipo de fibra muscular/teor de  $\alpha$ -tocoferol) fundamenta-se nas características inerentes às fibras musculares oxidativas, as quais apresentam um maior aporte sanguíneo, viabilizando mais vitamina E às suas fibras, um maior número de organitos subcelulares (mitocôndrias e microssomas) e conseqüentemente mais vitamina E membranar e, por último, maior conteúdo lipídico, aumentando por conseguinte a capacidade de armazenamento desta vitamina lipossolúvel (Ashmore, Tompkins & Doerr, 1972).

A vitamina E promove ainda uma proteção das membranas biológicas e pigmentos musculares de danos oxidativos. Promove a estabilidade da coloração e, conseqüentemente, aumenta a vida de prateleira da carne (Arnold et al., 1993), em dois a cinco dias, sem comprometer a qualidade microbiológica (Gray, Goma & Buckley, 1996; Liu, Lanari & Schaefer, 1995). Esta estabilidade ocorre por meio do aumento do teor de  $\alpha$ -tocoferol no músculo (Arnold et al., 1993).

A adição de  $\alpha$ -tocoferol no processamento de carnes aumenta a estabilidade da cor do produto e diminui os níveis de rancificação. No entanto, este efeito é efectivamente maior quando a vitamina E é incorporada na dieta dos animais (Mitsumoto, Arnold, Schaefer & Cassens, 1993). Por conseguinte, a vitamina E desempenha um papel fundamental para a qualidade e durabilidade da carne e de produtos cárneos (Gray et al., 1996).

Segundo o Regulamento 1169/2011, de 25 de outubro, referente à informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, o valor de referência de vitamina E para um adulto é de 12 mg/dia.

#### **1.3.1.4. Minerais**

Os minerais são nutrientes essenciais, inorgânicos e não calóricos, que desempenham diversas e importantes funções no organismo, tais como: participação no funcionamento enzimático, constituição de hormonas, transmissão de impulsos nervosos, contração muscular, manutenção do equilíbrio hidro-electrolítico e manutenção dos tecidos.

De acordo com o Regulamento 1169/2011, de 25 de outubro, referente à informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, os valores de referência dos minerais ferro, zinco, magnésio e potássio para um adulto encontram-se apresentados na Tabela 6.

O ferro é um dos minerais mais importantes no metabolismo do organismo, distribuindo-se amplamente pelas células e enzimas, como ferro funcional, e no fígado, músculos, baço, medula óssea e sangue onde é armazenado, totalizando cerca de 2,5 a 4 g num indivíduo adulto saudável. As perdas de ferro diárias constituem uma quantidade

mínima e podem ocorrer por via gastrointestinal, via dérmica (descamação) e por via urinária, constituindo 20 µg/dia (Lamy, Braga, Gomes da Costa & Ferreira, 1995).

**Tabela 6.** Valor de referência (mg) dos elementos minerais para um adulto.

Mineral	Valores de referência (mg)
Ferro	14
Magnésio	375
Potássio	2000
Zinco	10

Fonte: Regulamento n.º 1169/2011, de 25 de outubro.

O ferro apresenta diversas funções vitais no organismo, tais como, formação da hemoglobina e da mioglobina e participa também na síntese de hormonas esteróides (Nantel, 2002; Latham, 2001).

De acordo com o anexo do Regulamento n.º 432/2012, da Comissão de 16 de maio de 2012, as alegações de saúde referentes ao ferro que podem ser usadas na rotulagem dos géneros alimentícios são que o ferro contribui para:

- ◆ uma normal função cognitiva,
- ◆ um normal metabolismo produtor de energia,
- ◆ a formação normal de glóbulos vermelhos e de hemoglobina,
- ◆ o transporte normal do oxigénio no organismo,
- ◆ o normal funcionamento do sistema imunitário,
- ◆ a redução do cansaço e da fadiga,
- ◆ o processo de divisão celular.

As referidas alegações constantes no Regulamento acima identificado só podem ser atribuídas a alimentos que sejam, pelo menos, uma fonte dos respetivos nutrientes a que se referem, ou seja, que forneçam pelo menos 15% do valor de referência.

Em numerosos países da União Europeia a prevalência da carência em ferro é atualmente ainda muito elevada, sendo as mulheres e as crianças os grupos mais afetados. A sua carência é a principal causa da ocorrência de situações de anemia (Olivares, 1995). Segundo a OMS, 70 a 80% da população mundial apresenta uma deficiência em ferro, sendo que 30% são anémicos. Situações de anemia severa produzem alguns sintomas, tais como, fraqueza, falta de ar e vertigens. As consequências mais relevantes da falta de ferro



incluem perturbações na função cognitiva, redução da capacidade de trabalho e maior probabilidade da ocorrência de partos prematuros (Cook et al., 1992).

O ferro é um antagonista do zinco cuja deficiência é frequente, sobretudo entre mulheres grávidas ou a amamentar. Por conseguinte, os suplementos de ferro não devem ser ministrados sem que se assegure igualmente um estado ou um suplemento adequado de zinco (Holford, 2000).

Quando em excesso no organismo, o ferro apresenta sérias consequências podendo até mesmo ser letal. Perante uma situação de dificuldade de excreção do ferro e devido à facilidade com que se ingerem alimentos fortificados ou até mesmo ferro na forma de suplemento alimentar, a consequência da ingestão excessiva de ferro vai ser nutricionalmente relevante tal como no caso de se tratar da sua deficiência. Os indivíduos que por via hereditária apresentam hemocromatoses, perturbação caracterizada pela incapacidade durante toda a vida de regular a absorção de ferro, têm um risco elevado de virem a ter um teor excessivo de ferro no organismo (Cook et al., 1992). O ferro em excesso no fígado conduz ao aparecimento de fibroses e cirrose, bem como doença cardíaca e arritmias fatais.

O ferro está presente em numerosos alimentos de origem animal e vegetal, no entanto, os alimentos mais ricos são a carne, o peixe, os ovos, as leguminosas e os legumes de folhas verdes.

As necessidades em ferro podem ser avaliadas consoante a quantidade de ferro que deverá ser absorvida para recompor as perdas no organismo e para assegurar o seu aumento normal no organismo durante as fases de crescimento e gravidez. Para os adultos, as necessidades de ferro alimentar dependem das necessidades fisiológicas e da biodisponibilidade do ferro alimentar.

A absorção de ferro na dieta alimentar depende de diversos fatores, tais como a sua forma química, a presença simultânea de outros nutrientes que poderão eventualmente inibir a sua absorção, da relação tempo/temperatura utilizada aquando da preparação do alimento e, de vários fatores fisiológicos (Bender, 1997; Fairweather-Tait, 1992; Nantel, 2002<sup>a</sup>). A quantidade de ferro é um dos mais importantes fatores fisiológicos que afetam a sua absorção. A absorção aumenta quando se verifica uma deficiência de ferro no organismo, verificando-se o oposto quando este elemento se apresenta em quantidades adequadas no organismo (Benito & Miller, 1998). Estudos efetuados demonstraram que a absorção do ferro presente em alimentos de origem animal (carne, peixe) é maior do que a dos alimentos de origem vegetal (cereais, legumes, frutos) (Han, McMillin, Godber, Bidner & Hart, 1993; Benito & Miller, 1998). Este facto é explicado pela existência de duas formas químicas de ferro nos alimentos: o ferro inorgânico (não heme) presente nos produtos de origem vegetal

(frutos, legumes, cereais) e o ferro orgânico (heme) presente em alimentos de origem animal (carne, peixe) (Olivares, 1995; BCHealth, 2003).

O magnésio encontra-se principalmente na estrutura óssea mas também em grande parte nos tecidos do organismo (Latham, 2001). Um adulto ingere diariamente, com uma dieta normal, cerca de 150 a 450 mg de magnésio, excretando 100 mg na urina e cerca de 200 mg nas fezes sob forma de material não absorvido.

O magnésio desempenha um papel muito importante no metabolismo do organismo, encontrando-se envolvido em cerca de 300 enzimas. As principais funções do magnésio são intervir na síntese proteica, na síntese de ácidos nucleicos (DNA e RNA), ser cofactor da síntese e utilização do ATP, desempenhar funções reguladoras e manter o potencial eléctrico dos tecidos nervosos e das membranas celulares (Bender & Bender, 1997<sup>b</sup>; Nantel, 2002<sup>b</sup>). Existe um elevado número de enzimas que participam na síntese dos vários tipos de glícidos e dos ácidos gordos que requerem magnésio para a sua atividade. A glutathione é um exemplo de um importante antioxidante que necessita para a sua síntese de magnésio (Lemann & Pleuss, 1999). Diversos estudos epidemiológicos revelaram que o magnésio pode ser um importante fator na manutenção dos níveis normais da pressão sanguínea. Por conseguinte, quando a ingestão alimentar de magnésio é baixa pode-se verificar um maior risco da ocorrência de hipertensão arterial. O magnésio atua em conjunto com o cálcio na manutenção quer da densidade óssea quer na contração e no relaxamento dos músculos (Bender & Bender, 1997<sup>a</sup>).

As alegações de saúde referentes ao magnésio que podem ser usadas na rotulagem dos géneros alimentícios (Regulamento n.º 432/2012, da Comissão de 16 de maio) são que o mesmo contribui para:

- ◆ a redução do cansaço e da fadiga,
- ◆ o equilíbrio dos electrólitos,
- ◆ o normal metabolismo produtor de energia,
- ◆ o normal funcionamento do sistema nervoso e muscular,
- ◆ a síntese normal das proteínas,
- ◆ uma normal função psicológica,
- ◆ a manutenção de ossos normais e dentes normais,
- ◆ o processo de divisão celular.

A maioria das dietas alimentares apresentam aportes adequados de magnésio, no entanto, situações de diarreia podem originar perdas significativas de magnésio (Latham, 2001). A sua carência relaciona-se fortemente com as doenças cardiovasculares, existindo estudos que evidenciam que alguns ataques cardíacos são causados, não por obstrução

das artérias coronárias, mas por câibras que privam o coração de oxigênio (Holford, 2000). A deficiência em magnésio pode ser um fator de risco para o aparecimento de pré-eclampsia, uma vez que este elemento pode suportar a vasodilatação. A deficiência de magnésio é frequente em situações de alcoolismo, uma vez que a ingestão aguda de etanol aumenta a excreção urinária de cálcio e de magnésio.

Boas fontes de magnésio são os frutos secos, leguminosas, cereais e hortícolas de folhas escuras. O leite, peixe e a carne são fontes moderadas de magnésio. As dietas ricas em alimentos refinados, carne e laticínios são usualmente mais pobres em magnésio que as dietas ricas em hortícolas e grãos integrais (Mahan & Escott-Stump, 2002).

Certos grupos da população podem apresentar um risco de deficiência de magnésio. Destes grupos, os mais vulneráveis são as pessoas idosas devido, por exemplo, à falta de apetite manifestada muitas das vezes e aos problemas relacionados com a mastigação dos alimentos. O envelhecimento está também associado com o aumento da excreção urinária e com a diminuição da absorção de magnésio. Para além dos idosos, as grávidas também podem registar uma deficiência em magnésio.

O magnésio é absorvido ao longo de todo o intestino delgado, sendo cerca de metade do teor ingerido normalmente absorvido e o restante excretado (Berne & Levy, 1990). Segundo Mahan e Escott-Stump (2002) a eficiência da absorção do magnésio é de 35 a 45% e varia com a sua disponibilidade no organismo e com o seu teor na dieta. A absorção do magnésio pode ser reduzida por uma alimentação muito rica em alimentos fornecedores de proteínas (Haguenoer & Furon, 1981)<sup>a</sup>.

O potássio é um ião predominantemente intracelular sendo necessário para as funções normais do organismo (National Academy of Sciences, 2004). Este mineral age em conjunto com o sódio na manutenção do balanço hidroelectrolítico (Holford, 1997), regula a atividade muscular com o cálcio e o sódio e a transmissão dos impulsos eletroquímicos nos músculos, principalmente cardíacos. Estudos epidemiológicos e científicos evidenciam que a ingestão de potássio tem um importante papel na regulação da pressão sanguínea (He & MacGregor, 2001). Leer, Seidell e Kromhout (1995), num dos seus estudos concluíram que uma dieta rica em cálcio, potássio e magnésio estava associada a uma baixa pressão sanguínea. Para além do efeito benéfico referido anteriormente, a ingestão de potássio pode também contribuir para a redução do risco de distúrbios renais, para a diminuição da excreção urinária de cálcio e para a diminuição da ocorrência da desmineralização óssea evitando o aparecimento de situações de osteoporose (He & MacGregor, 2001). A ingestão inadequada de potássio pode ser considerada como sendo um fator de risco que contribui para o aparecimento de doenças cardiovasculares (Young, Lin & McCabe, 1995; National Academy of Sciences, 2004).

Relativamente às alegações de saúde referentes ao potássio que podem ser usadas na rotulagem dos géneros alimentícios (Regulamento n.º 432/2012, da Comissão de 16 de maio) são que o potássio contribui para:

- ◆ o normal funcionamento do sistema nervoso,
- ◆ o normal funcionamento muscular,
- ◆ a manutenção de uma pressão arterial normal.

O potássio predomina nos alimentos de origem vegetal, como por exemplo nos frutos e nos legumes (Ferreira, 1994; Holford, 1997; National Academy of Sciences, 2004) e nos indivíduos saudáveis aproximadamente 85% do potássio proveniente da alimentação é absorvido (National Academy of Sciences, 2004).

O zinco está presente em todos os tecidos e líquidos do organismo, tendo sido o seu teor corporal total estimado em cerca de duas a três gramas (Latham, 2001). É o principal protetor do sistema imunitário e é crucial na estrutura e função das membranas celulares (Shankar & Prasad, 1998). Este oligoelemento participa como co-factor em mais de 120 enzimas implicadas no metabolismo proteico, glucídico e de ácidos nucleicos. Participa também na síntese do colagénio e da insulina (Weisell, 1991; Bender & Bender, 1997<sup>b</sup>; Simmer et al., 1988; Cámara e Amaro, 2003). É necessário para estimular o sistema imunitário e para a produção da enzima superóxido dismutase (enzima antioxidante), bem como para a síntese de prostaglandinas a partir dos ácidos gordos essenciais (Holford, 2000). Tal como descrito por Cámara & Amaro (2003) o zinco intervém ainda no aparelho reprodutor masculino uma vez que participa no mecanismo da ação da testosterona. O papel do zinco no metabolismo das células e a sua função estabilizadora dos compostos orgânicos, incluindo membranas, fazem dele um nutriente chave que possibilita um ótimo e saudável funcionamento do organismo, sendo deste modo um nutriente essencial para o normal desenvolvimento e crescimento de um indivíduo (Hallberg, Sandstrom & Aggett, 1993; Black, 1998).

Por último, relativamente às alegações de saúde referentes ao zinco que podem ser usadas na rotulagem dos géneros alimentícios (Regulamento n.º 432/2012, da Comissão de 16 de maio) são que o mesmo contribui para:

- ◆ uma normal função cognitiva,
- ◆ a síntese normal do ADN e das proteínas,
- ◆ uma fertilidade e reprodução normais,
- ◆ o normal metabolismo dos macronutrientes, dos ácidos gordos, da vitamina A, do metabolismo ácido-base e dos hidratos de carbono,

- ◆ a manutenção de ossos normais, de cabelo normal, de unhas normais, de uma pele normal, de níveis normais de testosterona no sangue e de uma visão normal,
- ◆ o normal funcionamento do sistema imunitário,
- ◆ a proteção das células contra as oxidações indesejáveis,
- ◆ o processo de divisão celular.

As principais características clínicas da carência de zinco refletem-se imediatamente no crescimento e na repartição celular, devido ao facto do zinco ser um dos constituintes essenciais das polimerases do DNA e RNA. Deste modo, o zinco tem um papel fundamental na proteção e na reparação do DNA e é por isso que níveis mais elevados de zinco se encontram em animais e peixes e não em plantas (os animais possuem quantidades mais elevadas de DNA) (Haschke, Huemer & Pietschnig, 1995; Holford, 2000).

Apesar da elevada importância do zinco, até ao momento nenhum país considerou a sua carência como sendo um problema de saúde pública (Latham, 2001). No homem, os efeitos de uma carência de zinco são numerosos e traduzem-se essencialmente pelos seguintes: perturbações neuro sensoriais, alterações das funções neurofisiológicas, crescimento deficiente (incluindo cabelo), aumento do tempo de cicatrização de feridas, perturbações na imunidade, atraso na maturação sexual e esquelética e dermatites. Estas perturbações são geralmente reversíveis necessitando para tal de uma suplementação de zinco (IPCS, 2001; Latham, 2001). Uma deficiência em zinco pode acentuar uma deficiência em vitamina A, uma vez que o zinco é necessário para a síntese de retinol (Simmer et al., 1988).

O aporte de zinco proveniente da alimentação é em média 10 a 15 mg por dia (Haguenoer & Furon, 1981)<sup>b</sup>. As carnes vermelhas magras são uma importante fonte de zinco, apresentando-se este numa forma altamente disponível para ser absorvido. Os alimentos que fornecem essencialmente valor calórico, tais como os lípidos, açúcares e o álcool, apresentam um teor de zinco muito baixo. Os hortícolas e as frutas são apenas modestas fontes de zinco (OMS, 1998).

Hallberg et al. (1993) refere que nos alimentos de origem animal o teor de gordura é um fator determinante na quantificação de zinco, uma vez que o tecido gordo apresenta menor quantidade de zinco que o tecido muscular. Geralmente a carne vermelha tem uma maior concentração de zinco do que as carnes brancas e o peixe apresenta um menor teor que a carne. Os alimentos fornecedores de proteínas de origem animal são geralmente bons fornecedores de zinco (Cámara & Amaro, 2003).

A absorção de zinco depende da sua concentração na dieta e ocorre ao longo do intestino delgado (Lee, 1989). Nas dietas ocidentais cerca de 40% do zinco fornecido pela

dieta é absorvido. O mesmo é confirmado por Hallberg et al., (1993) que refere que, dos estudos disponíveis realizados em adultos, a partir de uma dieta refinada típica dos países industrializados cerca de 20 a 40% da quantidade de zinco ingerida pode ser absorvida.

Diversos estudos identificaram a existência de numerosos fatores na dieta alimentar que podem ser promotores ou potenciais antagonistas da absorção do zinco (Cámara & Amaro, 2003). As substâncias orgânicas solúveis, de baixo peso molecular, tais como os aminoácidos, facilitam a sua absorção (Nantel, 2002<sup>c</sup>; OMS, 1998<sup>c</sup>). Contudo, à semelhança do que acontece com a absorção de outros minerais, os fitatos diminuem a biodisponibilidade do zinco, podendo a sua ação ser modificada caso a dieta alimentar disponha de proteínas de origem animal, uma vez que estas melhoram a sua absorção nas dietas que apresentam fitatos (Fairweather-Tait, 1992; Nantel, 2002<sup>c</sup>).

#### **1.4. APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE CONFEÇÃO NOS ALIMENTOS**

O Homem tem usado o calor para fazer variar o sabor e a textura naturais dos alimentos, desde as épocas mais remotas, tornando-os assim mais facilmente mastigáveis e digeríveis. Seja qual for o método de confeção, a ação do calor leva invariavelmente à cozedura dos alimentos. Para atingir este estado físico, o processo foi sempre o mesmo, efetuando-se em duas etapas consecutivas: exposição da camada superficial do alimento ao calor e, em seguida, a difusão do calor até ao interior do mesmo (Saldanha de Oliveira, Couceiro da Costa & Silva, 1990).

Vários processos envolvendo calor são atualmente aplicados aos alimentos, em que para alguns autores o principal objetivo é modificar as características do alimento como a textura, o aroma e a palatabilidade (ex: cozedura), enquanto que para outros, o objetivo é aumentar o seu período de vida (por ex: branqueamento, pasteurização, esterilização), possibilitando um aumento da disponibilidade dos alimentos ao consumidor.

O tratamento térmico é um dos mais importantes métodos usados no processamento dos alimentos, não apenas porque provoca os efeitos desejáveis nos alimentos quando estão aptos para serem consumidos (muitos alimentos são apenas consumidos após terem sido cozinhados) como também apresenta efeitos positivos na sua conservação (inativação de certas enzimas e da atividade microbiológica) (Fellows, 1997; Kondjoyan et al., 2014). Segundo Tomé (1994) e Bognár (1998) os tratamentos térmicos utilizados na cozedura dos alimentos possuem a finalidade de melhorar a digestibilidade e inativar os compostos indesejáveis presentes nos alimentos.

Bender (1992) refere que a carne e os produtos à base de carne são considerados cozinhados quando no centro destes é mantida a temperatura de 65 a 75 °C durante um período de tempo de 10 minutos. O processo de cozedura termina geralmente quando se verifica a mudança de cor vermelha para castanho e se desenvolvem aromas. No entanto, na opinião de Coenders (1996) é difícil determinar a altura em que uma carne está no seu ponto ótimo de cozedura, uma vez que este depende da idade do animal. Aquele autor considera a carne cozida quando esta sofre uma alteração que origina um produto de melhor comestibilidade devido a diversas alterações, tais como: aroma (inclui um aroma mais apetecível), sabor, aspeto (com menos sangue), estrutura (facilidade de mastigação e digestão) e de segurança alimentar (destruição ou inibição do crescimento de microrganismos).

Após a cozedura da carne e antes de se proceder ao seu corte deve deixar-se arrefecer durante 15 a 20 minutos. Durante este período de tempo a sua temperatura começa a baixar e a sua capacidade de retenção de água começa a aumentar, produzindo uma carne mais firme, mais suculenta e mais fácil de cortar, havendo uma perda mínima de suco. Por outro lado, uma vez confeccionada a porção de carne deve descansar por algum tempo para se conseguir atingir o relaxamento das fibras musculares, a rehidratação difusiva, bem como a uniformidade na sua coloração.

Carmody e Wranghama (2009) definem a confeção como sendo a utilização de calor para preparar os alimentos, ou seja, para que os efeitos culinários ocorram é necessário a transferência de energia para o alimento a partir de uma fonte de calor. Existem três formas de distribuição de calor: a condução de energia (transfere-se por contato direto com a fonte de calor - o metal é um bom condutor de calor), a convecção de energia (transfere-se por meio de fluidos – ebulição) e a radiação térmica (existe uma fonte de calor que emite partículas que absorvem energia que por sua vez passa para o alimento) (Coenders, 1996).

Quando se pretende cozer um pedaço de carne num líquido o mesmo deve estar submerso por completo no meio de confeção utilizado. Isto significa que a carne aquece por toda a sua superfície devido a um bombardeamento contínuo de energia proveniente das moléculas de água que se movem rapidamente. A intensidade deste aquecimento apresenta uma vantagem em relação aos métodos em seco. Outra vantagem é que a água possui uma temperatura de ebulição praticamente constante (Coenders, 1996).

Para as carnes vermelhas, o grau de confeção pode ser definido pelos seguintes parâmetros:

- ◆ Mal passado – confeção rápida, crosta com ligeira resistência à pressão, consistência ligeiramente firme, cor vermelha no interior e 50-55 °C de temperatura no centro do pedaço de carne;

- ◆ Ao ponto – confeção relativamente “lenta”, resistente à pressão; consistência interna branda, cor rosa no interior e temperatura de 60-65 °C no centro do pedaço de carne;
- ◆ Bem passado – confeção “muito lenta”, consistência firme ao mastigar, cor acastanhada no interior e temperatura de 70-80 °C no interior do pedaço de carne.

#### **1.4.1. Tipos e características dos métodos de confeção aplicados aos alimentos**

Os métodos de confeção dos alimentos podem ser classificados segundo o meio de transferência de calor (Preza, 2012), do seguinte modo:

- ◆ Confeção em meio não aquoso – calor seco
- ◆ Confeção em meio gorduroso
- ◆ Confeção em meio aquoso – calor húmido
- ◆ Confeção mista – calor misto
- ◆ Confeção especial

A confeção em meio não aquoso engloba diversos tipos de confeção que também podem ser designados por métodos de calor seco, uma vez que o alimento é aquecido através da sua parte superficial colocada em contato com uma atmosfera de ar quente (Bento, 2008). O calor pode ser obtido através de uma fonte calorífica direta (grelha ou placa metálica) ou de uma fonte calorífica indireta (forno convencional). Assar em grelha consiste numa confeção com uma temperatura elevada sobre a grelha que recebe calor por radiação, a uma distância adequada da fonte calorífica, geralmente constituída por brasas de carvão, gás ou resistência elétrica. A distância que separa o alimento das brasas é essencial para obter um bom assado. Quando a temperatura é baixa, a confeção é lenta e ocorre a saída de sucos do interior do alimento, obtendo-se um assado duro, fibroso e seco. Por outro lado, quando se aplica uma temperatura excessiva, pode ocorrer a carbonização do alimento.

Assar em placa metálica consiste numa confeção com uma temperatura elevada, onde o calor se transfere por condução a partir do calor recebido de um foco calorífico de eletricidade ou gás (Preza, 2012).

Num assado, o calor recebido na superfície do alimento penetra no mesmo, de um modo lento e progressivo, até alcançar o ponto central do pedaço (Correia, 2013). A parte externa do alimento aquece ao ficar exposta a uma fonte de energia calorífica, enquanto que na parte interna o aumento da temperatura ocorre por um fenómeno de condução térmica.



Para se obter um bom assado é importante conhecer a relação tempo/temperatura mais adequada para cada tipo de alimento.

Em pedaços de carne macios (animais jovens) e de pequenas dimensões é recomendada a utilização de uma temperatura inicial alta (180 °C) para que ocorra a formação da crosta superficial. Em seguida, deve-se reduzir a temperatura para que ocorra a confeitão do interior da carne e se mantenha a suculência e o sabor, enquanto que em porções duras (alto teor de colágeno) e com grande dimensão é recomendável iniciar a confeitão com uma temperatura mais baixa (150 °C) e, só após a confeitão interna da porção de carne, aumentar a temperatura para desenvolvimento da respetiva coloração (Preza, 2012).

À medida que o pedaço de carne aquece, o calor que penetra provoca a contração das fibras musculares, aumentando a pressão interna dos sucos, que por sua vez tendem a sair. O essencial para este tipo de confeitão é conseguir, com a maior rapidez possível, um endurecimento superficial capaz de dificultar as perdas do suco (Preza, 2012).

A confeitão em meio gorduroso implica a utilização de temperaturas elevadas que proporcionam aos alimentos uma textura e sabor característico, melhorando na maioria das vezes as suas qualidades organolépticas (Bento, 2008). Os principais tipos de confeitão em meio gorduroso são saltear e fritar os alimentos.

A fritura dos alimentos desempenha uma dupla função, por um lado atua como meio de transferência de calor, e por outro lado, pode ser absorvido pelo alimento, integrando-se no mesmo como ingrediente (Correia, 2013). Em consequência, a sua estabilidade determina a vida útil do produto frito. De um modo geral, são aptas para a fritura as gorduras, tanto vegetais como animais, que apresentam um certo grau de resistência aos efeitos do calor e podem alcançar, sem se alterar, um elevado nível calórico. Por isso, as gorduras ricas em ácidos gordos polinsaturados, como girassol e milho, que se oxidam com facilidade, não são recomendadas para os processos de fritura que implicam ciclos de aquecimento repetidos. Os principais requisitos da gordura para a fritura são possuir sabor neutro, suportar temperaturas entre 180 - 200 °C, não conter água e resistir a oxidações (Preza, 2012).

A confeitão em meio aquoso (calor húmido) utiliza um fluido como meio de transferência de calor para o tratamento térmico do alimento. Por conseguinte, o alimento entra em contato com água, caldo, xarope ou também vapor de água. A diversidade do meio aquoso escolhido refletirá nas consequências práticas do mecanismo de transferência de energia e massa. De acordo com o seu calor específico, cada corpo líquido retém ou acumula quantidades diferentes de calor, de tal modo que a sua temperatura pode ser muito diferente. Conforme estas condições, ocorrerá maior ou menor facilidade de difusão das

substâncias hidrossolúveis do alimento ao meio e vice-versa (Correia, 2013). Na prática podemos classificar estes métodos nos seguintes grupos:

- ◆ Escaldar ou branquear – confeção incompleta de um alimento que recebe os efeitos térmicos da água fervendo durante um curto período de tempo. Este processo é muito utilizado para o congelamento de hortícolas visando inativar os sistemas enzimáticos.
- ◆ Cozer ou ferver – processo que implica a imersão em água ou em caldo que se pode iniciar em diferentes graus de temperatura: fria, quente ou a ferver. É importante minimizar a evaporação para manter o volume de líquido durante a confeção.
- ◆ Escalfar – confeção de um alimento em meio aquoso e abaixo do seu ponto de ebulição. A temperatura precisa ser bem controlada para não cozer os alimentos em excesso. Muito usada para confeção de ovos e hortícolas tenros.
- ◆ Confeccionar a vapor – possui como finalidade facilitar a digestão, proporcionar textura mais agradável e minimizar as perdas de nutrientes. Apresenta várias vantagens, tais como: melhor retenção de nutrientes, não altera o valor calórico do alimento, sendo muito recomendada na prática de uma alimentação saudável.

O efeito sobre os alimentos durante a confeção em meio aquoso é variável conforme a temperatura do meio no início da confeção. Quando um alimento é colocado num líquido com uma temperatura superior a 70 °C ocorre a coagulação das proteínas superficiais, o que dificulta o intercâmbio de substâncias entre o alimento e o meio que o rodeia. Assim, o alimento conserva melhor a sua qualidade nutritiva porque se reduzem as perdas por dissolução de sais minerais e vitaminas hidrossolúveis (Preza, 2012).

A confeção mista ocorre quando o calor que se transmite ao alimento provém tanto da água como da gordura, provenientes do próprio alimento ou da guarnição que o acompanha. Neste grupo, existe uma diversidade de terminologias em relação à preparação dos alimentos, podendo ser agrupadas em:

- ◆ Estufar ou guisar – confeção com gordura e água ou caldo, sempre em fogo lento. Pode ou não ser refogado antes, sendo o alimento e o caldo servidos juntos.
- ◆ Refogar – o alimento é passado, em fogo lento, em pequena quantidade de óleo com a intervenção da água do próprio alimento.
- ◆ Assado misto – quando o alimento é submetido à confeção prévia e de seguida é levado ao forno para o desenvolvimento de cor.

Por último, a confeção especial reúne um conjunto de métodos de confeção mais recentes que não envolvem as formas tradicionais de obtenção de calor, tais como a

confeção a vácuo, em que as matérias-primas são condimentadas e colocadas em bolsas especiais (hermética e termoresistente) para serem embaladas a vácuo e posteriormente pasteurizadas em autoclaves. Outro método é a confeção em forno micro-ondas, em que a fonte de calor é produzida por radiação eletromagnética (Janet et al., 2014).

A utilização do forno micro-ondas permite que haja uma redução do tempo de preparação de uma refeição quando comparado com os métodos de confeção convencionais (Greer, 1999; Birla, Pitchai, Subbiah & Jones, 2009). Hill (1998) menciona que geralmente o forno micro-ondas necessita apenas de cerca de 20% do tempo necessário nos restantes métodos de confeção para obter o mesmo objetivo. Num estudo realizado por Fulton e Davis (1983) que consistiu, para além de outros parâmetros, comparar o tempo utilizado para confeccionar uma refeição pelo forno micro-ondas e pelo método convencional, verificou-se o citado anteriormente por Hill (1998), ou seja, o tempo de confeção gasto quando utilizado o forno micro-ondas é menor do que o tempo necessário pelos vários métodos de confeção convencionais. A extraordinária rapidez das micro-ondas no aquecimento dos alimentos constitui sem qualquer dúvida a sua principal vantagem do ponto de vista tecnológico. Esta característica confere a este método de confeção possibilidades únicas na prática de certas operações, nomeadamente na cozedura e no descongelamento dos alimentos (Ferreira & Fernandes, 1989). Contudo, quando se coloca mais do que uma porção de alimento no forno micro-ondas o tempo poupado é substancialmente reduzido quando comparado com o tempo que as mesmas porções de alimentos necessitam para serem cozinhadas ou reaquecidas nos métodos convencionais. Quando, por exemplo, se colocam duas porções de alimentos no forno micro-ondas estas vão demorar cerca do dobro do tempo da confeção de apenas uma, o mesmo não se verifica com os métodos convencionais uma vez que o tempo de confeção de duas porções é ligeiramente aumentado quando comparado com o tempo de apenas uma porção (Hill, 1998).

A Tabela 7 apresenta um resumo das principais vantagens e desvantagens da confeção dos alimentos pelo forno micro-ondas quando comparado com os métodos convencionais.

**Tabela 7.** Vantagens e desvantagens do uso do forno micro-ondas comparativamente aos restantes métodos de confeção.

<b>Vantagens</b>	<b>Referências</b>
Menor tempo de confeção	Drew et al. (1980); Fulton & Davis (1983); Schiffmann (1986) <sup>p</sup> ; Coenders (1996); Greer (1999); Hill (1998); Pitchai (2011)
Economia de energia	Drew et al. (1980); Coenders (1996); Pitchai (2011)
Melhor retenção dos nutrientes	Klein & Mondy (1981); Proctor & Cunningham (1983); Remmen et al. (1996); Yarmand & Rad (2011)
Inexistência de risco comprovado para a saúde humana	Jonker & Til (1995); Finot (1996); Hill (1998)
Facilidade de limpeza	Finot (1996)
<b>Desvantagens</b>	<b>Referências</b>
Menor qualidade organolética	Drew et al. (1980); Ferreira & Fernandes (1989); Finot & Merabet (1993); Finot (1996); Hill (1998); Pitchai (2011); Yarmand & Rad (2011)
Distribuição de calor	Remmen et al. (1996); Birla et al. (2009); Pitchai (2011)

Drew, Rhee e Carpenter (1980) e Coenders (1996) referem que a vantagem de cozinhar no forno micro-ondas quando comparado com os métodos convencionais para além de consistir na economia de tempo também proporciona uma economia de energia. Segundo Drew et al. (1980) para confeccionar alimentos assados no forno de micro-ondas é necessário menos tempo do que nos métodos convencionais, não tendo em consideração quer a potência do forno de micro-ondas quer as características da carne no início da sua confeção. No entanto, para confeccionar alimentos assados a partir de alimentos congelados é necessário mais energia no forno micro-ondas (cerca de 40%) do que quando cozinhados através do forno convencional (cerca de 30%).

Nos meios de confeção convencionais, a energia calórica é transmitida ao alimento por difusão a partir de uma fonte externa de calor (ar quente, óleo de fritura, água de cozedura, superfície quente). Consistem em processos lentos que necessitam, por isso, de algum tempo para aquecer ou cozinhar por completo os alimentos volumosos. Com o

aquecimento pelo forno micro-ondas a energia eletromagnética absorvida pelo alimento é transformada instantaneamente em calor, aumentando a temperatura no seu interior. O aumento da temperatura é mais rápido que nos métodos de confeção convencionais (Saldanha de Oliveira et al., 1990; Finot & Merabet, 1993; Finot, 1996).

A energia das micro-ondas é libertada na forma de calor, cuja quantidade produzida é proporcional à energia absorvida pelo alimento (Hill, 1998). As micro-ondas destinadas à cozedura dos alimentos são sempre conduzidas do emissor ao recetor (alimento) sem perda de energia e sem propagação no meio ambiente. Mediante o processo de ressonância, as ondas são absorvidas pelas partículas de água existentes nos alimentos.

Ryynanen e Ohlsson (1996) num estudo sobre os diversos fatores que afetam a uniformidade de calor produzido pelo forno micro-ondas concluíram que os fatores mais importantes que contribuem para que o calor provocado pelos fornos micro-ondas seja uniforme em todos os alimentos que constituem uma refeição são o posicionamento dos mesmos dentro da embalagem, a sua geometria e a geometria das embalagens onde os alimentos são colocados.

O calor gerado nas extremidades das embalagens contribui para que o posicionamento dos alimentos seja muito importante. A penetração das micro-ondas no alimento é tanto mais profunda quanto menor for o seu teor em água ou em sais. O aquecimento do centro do alimento é acompanhado de uma difusão da água do seu interior para o exterior, o que leva a que a superfície dos alimentos permaneça fria (Finot, 1996).

Tanto o nível como a distribuição da água e dos sais podem afetar o processo de aquecimento do alimento. A adição de sal na superfície do alimento pode conduzir a que a mesma fique quente mas, no entanto, diminui o aquecimento até ao centro do alimento (Hill, 1998).

Finot (1996) na sua publicação sobre os efeitos do tratamento térmico pelo forno micro-ondas na qualidade nutricional dos alimentos e, mais tarde Hill (1998) salientaram que num comunicado efetuado, em 1992, pela Organização Mundial de Saúde foi referido que, até aquela data, não existia prova científica que comprovasse haver risco para a saúde dos consumidores de alimentos preparados no forno micro-ondas, desde que as indicações dos fabricantes fossem devidamente aplicadas.

Em 1995, Jonker e Til efetuaram um estudo em que compararam os possíveis efeitos tóxicos que poderiam advir da cozedura de alimentos pelo forno micro-ondas e pelo método convencional. Para tal, alimentaram durante 13 semanas dois grupos de ratos Wistar com dietas variadas à base de carne de vaca, batatas e hortícolas que tinham previamente sido confeccionadas pelos métodos de confeção anteriormente referidos. Este estudo revelou a

inexistência de efeitos adversos na saúde da população em estudo quando consumidos os alimentos confeccionados pelo forno micro-ondas.

A Tabela 8 apresenta um resumo dos principais fatores que podem influenciar o tratamento térmico dos alimentos pelo forno micro-ondas. O tamanho dos produtos alimentares afeta a penetração das micro-ondas, sendo, por conseguinte, afetado o aquecimento do alimento, bem como a sua uniformidade (Gunasekaran, 2002). Quando géneros alimentícios de grande tamanho são submetidos ao tratamento térmico pelo forno micro-ondas, a grande maioria da energia das micro-ondas é dissipada antes do centro do alimento ser atingido.

**Tabela 8.** Fatores que influenciam o aquecimento dos alimentos pelo forno micro-ondas.

<b>Alimento</b>	Tamanho, forma, densidade, composição química, propriedades térmicas, estado físico da água que constitui o alimento, calor específico, condutividade térmica.
<b>Embalagem</b>	Presença de elementos metálicos.
<b>Processo</b>	Presença de água quente ou ar à volta do alimento. Tempo de confeção.
<b>Equipamento</b>	Dimensão, forma, frequência das micro-ondas, agitação do alimento e outras características eletromagnéticas do forno.

Fonte: Hill (1994); Cross & Fung (2000); Ryyanen (2002); Gunasekaran (2002); Yarmand & Rad (2011).

A forma de cada alimento pode ser um aspeto a considerar no tratamento térmico pelo forno micro-ondas. Deste modo, a forma irregular de certos alimentos conduz a que se verifique uma não uniformidade de calor no alimento. As zonas mais estreitas do alimento tendem a aquecer mais rapidamente e sujeitam-se a ficar demasiado cozinhadas durante o período de tempo suficiente para cozinhar as partes mais espessas do mesmo alimento (Hill, 1998). Nos alimentos com formas ovais ou cilíndricas não se verifica a situação anteriormente descrita uma vez que as micro-ondas concentram-se no centro do alimento (Ryyanen, 2002).

Gunasekaran (2002) refere, na revisão bibliográfica que efetuou na sua dissertação de mestrado, que os alimentos com forma esférica ou cilíndrica, com um diâmetro entre 20 a 60 mm, são igualmente aquecidos sendo o calor focado em direção ao centro do alimento,

ou seja, o centro do alimento tem tendência a ser aquecido mais rapidamente do que a sua superfície. O anteriormente referido já tinha sido, em 1994, confirmado por Hill que referiu que se o diâmetro esférico ou cilíndrico do alimento variar entre 20 a 60 mm o centro do alimento estará muito mais quente que a sua superfície devido ao efeito da concentração das micro ondas (exemplo: confeção de almôndegas).

Os alimentos que têm uma grande área de superfície em relação ao volume apresentam um rápido aquecimento quando submetidos no forno micro-ondas, logo alterações na área de superfície do alimento podem influenciar o grau de aquecimento. Deste modo, o facto de se proceder ao corte dos alimentos antes de os colocar no interior do forno micro-ondas poderá contribuir para aumentar o seu grau de aquecimento (Hill, 1998).

Os alimentos que geralmente são mais densos necessitam de um longo período de aquecimento. Uma peça espessa de um bife pode ter semelhante tamanho e forma que um hambúrguer, mas no entanto, como apresenta uma não uniformidade do tecido magro com o tecido gordo pode apresentar-se com um aspeto ressequido e cozinhado à superfície, enquanto que o seu interior se apresenta ainda cru. Ao contrário, o hambúrguer como tem a gordura uniformemente distribuída apresenta um aquecimento uniforme (Hill, 1998).

A composição nutricional dos alimentos, particularmente em água e sal, tem um impacto significativo na absorção de energia de micro-ondas. Pitchai (2001) refere que quanto maior for o teor de humidade, maior será a velocidade de aquecimento e vice-versa. Os alimentos que têm mais água e sal absorvem mais energia perto da superfície do alimento, ficando o centro do alimento com menos energia, originando por conseguinte uma não uniformidade na distribuição do aquecimento. Em contrapartida, os alimentos com baixo teor em humidade apresentam um aquecimento uniforme devido a se verificar uma penetração mais profunda das micro-ondas (Mudgett, 1989). Assim, os alimentos com elevado teor de água e sal devem ser preparados de forma a terem uma espessura menor para conseguirem um aquecimento mais uniforme.

O teor de gordura é outro fator crítico na velocidade de aquecimento de um alimento (Pitchai, 2001). Os alimentos que contêm um elevado teor em gordura podem ser aquecidos muito rapidamente, tornando-se por vezes excessivamente quentes (Schiffmann, 1993). Alimentos com elevado teor em açúcar também têm um calor específico baixo devido ao elevado teor em açúcar e ao baixo teor em água. Estes também aquecem mais rapidamente atingindo temperaturas que excedem a temperatura de ebulição da água (Schiffmann, 1993).

O principal ponto da diferença entre o tratamento térmico através do forno micro-ondas e do forno convencional consiste na forma como o calor é gerado e distribuído. No

forno micro-ondas o alimento é aquecido diretamente pelas micro-ondas, enquanto que no forno convencional o alimento é aquecido pelo calor do meio circundante. Os alimentos aquecidos no forno micro-ondas são sujeitos a uma temperatura heterogénea. No forno convencional a temperatura da superfície dos alimentos é muito elevada (150 a 250 °C) quando comparada com a temperatura do seu interior. O interior dos alimentos tratados no forno micro-ondas pode apresentar uma alta ou baixa temperatura, dependendo do tamanho e da sua forma, bem como do seu teor em água.

As micro-ondas podem ser absorvidas, transmitidas ou refletidas. A interação entre as micro-ondas e os materiais baseia-se principalmente nas suas características elétricas. Os materiais que transmitem as micro-ondas são o vidro, o papel e o plástico. Os metais são bons condutores elétricos e bons refletores de micro-ondas, pelo que estes não são aquecidos pelas micro-ondas (Hill, 1994; Fellows, 1997; Gunasekaran, 2002).

Finot (1996) e Fellows (1997) referem que nos casos em que se utilizam temperaturas elevadas durante longos períodos de tempo de aquecimento ocorre a destruição de microrganismos e de enzimas. No entanto, numa situação de altas temperaturas durante um curto período de tempo podem conduzir a que haja um aumento do período de durabilidade do alimento enquanto que métodos de confeção com temperaturas baixas, durante curtos períodos de tempo, permitem que haja uma retenção das propriedades sensoriais e nutritivas dos alimentos.

Remmen, Ponne, Nijhuis e Bartels (1996) mencionam que a aplicação do aquecimento através do forno micro-ondas no tratamento térmico dos alimentos conduz a potenciais vantagens, como a retenção da qualidade do produto e uma melhor eficiência do processo. Estas vantagens resultam do facto do forno micro-ondas ser o único processo que apresenta uma penetração natural e volumétrica da geração do calor no interior do alimento e da rapidez do aquecimento que consegue ser alcançado. Contudo, consegue-se encontrar uma desvantagem que é a ocorrência não uniforme da distribuição de calor nos alimentos.

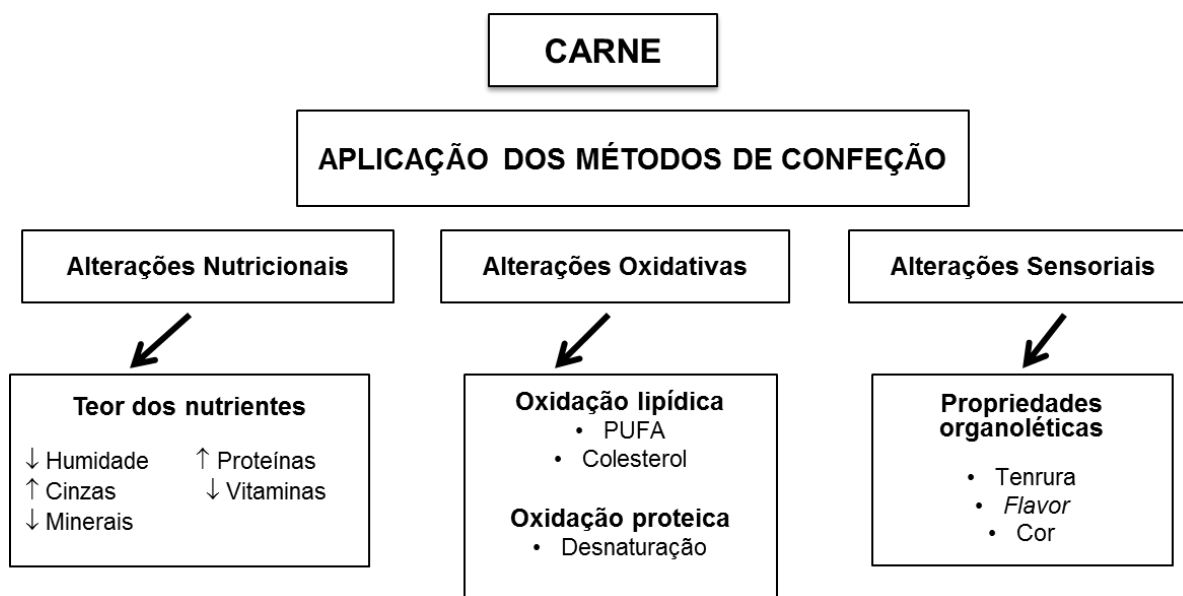
#### **1.4.2. Alterações nos alimentos induzidas pelos métodos de confeção**

Durante a confeção ocorrem uma série de alterações nos alimentos, dependendo estas da composição dos alimentos. Os alimentos cozinhados podem sofrer alterações bioquímicas significativas (lípidos e proteínas), levando a alterações oxidativas que, por sua vez, podem afetar as características sensoriais e a aceitabilidade dos alimentos por parte dos consumidores (Alfaia, Lopes & Prates, 2013). No entanto, os métodos de confeção podem melhorar o valor nutricional da carne por tornarem os nutrientes mais disponíveis.



A Figura 14 evidencia as principais alterações induzidas na carne após aplicação do tratamento térmico.

**Figura 14.** Alterações induzidas na carne após aplicação dos métodos de confeção.



Adaptado de Alfaia et al. (2013).

#### 1.4.2.1. Alterações oxidativas

Os PUFA são altamente susceptíveis à oxidação por meio do aquecimento (Domínguez, Gómez, Fonseca & Lorenzo, 2014). A oxidação lipídica da carne que ocorre durante a cozedura contribui para a formação das propriedades organolépticas, mas também para a deterioração do produto conferindo odores indesejáveis, ranço, modificação da textura, perdas nutricionais ou produção de compostos tóxicos. Tem sido relatado que os produtos resultantes da oxidação lipídica estão relacionados com o aparecimento de aterosclerose (Esterbauer, Wag & Puhl, 1993), doença de Alzheimer (Markesbery & Lovell, 1998) e cancro (Boyd & McGuire, 1991).

O desenvolvimento de reações de oxidação lipídica na carne depende do método culinário, da temperatura e do tempo de cozedura. Vários estudos (Rodríguez-Estrada, Penazzi, Caboni, Bertacco & Lercker, 1997; Hernández, Navarro & Toldrá, 1999) têm mostrado que a aplicação de temperaturas elevadas, durante longos períodos de tempo, produz um aumento da oxidação lipídica. No entanto, Rodríguez-Estrada et al. (1997) observaram que o forno micro-ondas (binómio tempo/temperatura mais baixo) também

causou reações de oxidação. Vários autores explicam este facto, mostrando uma diminuição do teor de ácidos gordos polinsaturados, de fosfolípidos em diferentes alimentos após a confeção em forno micro-ondas, relacionando este resultado a um aumento dos produtos de oxidação susceptível originado a partir destes ácidos gordos (Hernández et al., 1999; Yoshida, Hirakawa, Tomiyama, Nagamizu & Mizushina, 2005).

Broncano, Petrón, Parra e Timón (2009) no seu estudo sobre a influência de diferentes métodos de confeção sobre a oxidação lipídica e a formação de produtos de oxidação do colesterol livre de carne de suíno, verificaram que a aplicação dos métodos de confeção não contribuiu para alterar os teores de lípidos totais da carne. No entanto, induziram significativamente maior oxidação lipídica e oxidação do colesterol. Alfaia et al. (2010) referem que os produtos de oxidação do colesterol em alimentos podem apresentar propriedades mutagénicas, carcinogénicas e citotóxicas, sendo estas fortemente dependentes do teor de colesterol apresentado pelos alimentos.

#### **1.4.2.2. Alterações sensoriais**

Os alimentos confeccionados no forno micro-ondas são geralmente considerados menos apetitosos do que os confeccionados pelos métodos tradicionais, apresentando-se sem a crosta típica dos alimentos assados, grelhados ou fritos, o que conduz a uma diminuição dos aromas do alimento. Deste modo, outra diferença a assinalar entre os alimentos tratados pelo forno micro-ondas e os restantes métodos de confeção consiste na incapacidade do forno micro-ondas induzir aos alimentos uma cor acastanhada e uma textura quebradiça (Finot & Merabet, 1993; Finot, 1996). Vários autores explicaram o referido anteriormente como sendo devido ao calor no aquecimento convencional ser mais intenso à superfície, diminuindo no sentido da profundidade, o que pode originar um enrijecimento e escurecimento por reações de caramelização e de Maillard, resultantes da combinação de proteínas com açúcares. Pelo contrário, no aquecimento por micro-ondas, a grande capacidade de penetração conduz a que o calor seja mais intenso na profundidade do que à superfície (Ferreira & Fernandes, 1989).

Ferreira e Fernandes (1989) e Hill (1998) referem que como os alimentos são rapidamente aquecidos pelo forno micro-ondas, o vapor de água gerado no interior do alimento condensa na sua superfície, o que leva a que o mesmo fique com um aspeto lamacento à superfície. No caso do pão e das pizzas este efeito é caracterizado por estes se encontrarem com a superfície mal cozinhada, ensopados em água, ou seja, com uma aparência de mal cozidos, e conseqüentemente revelam alterações nas suas características

organoléticas. No caso dos produtos à base de carne, o resultado pode ser, na sua camada externa, um aspeto seco e duro.

Drew et al. (1980) referem que a palatibilidade dos alimentos é menor quando os alimentos são confecionados pelo forno micro-ondas comparativamente aos restantes métodos de confeção. Johnston e Baldwin (1980) no seu estudo sobre a influência do reaquecimento de carne pelo forno micro-ondas concluíram que os aromas dos alimentos são menos intensos quando são reaquecidos no forno micro-ondas do que quando reaquecidos pelo método convencional. Este facto pode ser devido à diferença de tempo que é necessário para reaquecer os alimentos por ambos os métodos de confeção.

Mais tarde, Cremer (1982) no seu estudo sobre as qualidades sensoriais de carne bovina, quando submetida ao forno micro-ondas e ao forno convencional, concluiu que a carne após tratamento térmico no forno micro-ondas apresentava menores qualidades organoléticas.

Domínguez et al. (2014) observaram que a formação de compostos voláteis parece estar relacionada com a temperatura alcançada pela carne durante a sua confeção. Aqueles autores verificaram que os alimentos quando submetidos a temperaturas mais elevadas conduzem a um forte aumento do teor de compostos voláteis.

#### **1.4.2.3. Alterações nutricionais**

O aquecimento pode levar a alterações indesejáveis, tais como a diminuição do conteúdo em alguns dos nutrientes presentes na composição dos alimentos (Bognár, 1998), numa extensão que depende das características do nutriente, do tipo de alimento, do processamento utilizado (Barroso, 1995), da temperatura e do tempo aplicado (Alfaia et al., 2013). Quando se procede à confeção da carne esta sofre uma série de transformações à medida que vai aumentando a temperatura de confeção, tais como (Coenders, 1996):

- Assim que é atingida a temperatura de 40 °C as moléculas proteicas começam a dissociar-se e coagulam (a carne perde o seu brilho e fica opaca);
- Quando são alcançados os 50 °C as fibras começam a encurtar e exsudam água;
- A 70 °C a estrutura da mioglobina rompe e não se pode reter oxigénio no interior da carne começando esta a ficar com uma coloração rosa.

Segundo Yarmand e Rad (2011), Palka e Wesierska (2014) durante o aquecimento, ocorre a desnaturação térmica das proteínas da carne. A actinina desnatura a 50 °C, a miosina e a actomiosina entre 54 e 58 °C, as proteínas sarcoplasmáticas entre 65 e 67 °C, a actina entre 80 e 83 °C, a tropomiosina e a troponina acima de 80 °C. As mudanças

estruturais que ocorrem nas proteínas da carne durante o seu aquecimento levam a alterações na qualidade da carne. Estudos referem que a carne de aves confeccionada pelo forno micro-ondas regista uma menor retenção de proteínas do que quando confeccionada pelos métodos convencionais.

Durante a cozedura, a carne pode perder uma grande quantidade da sua massa – suco da carne, sendo 90% deste suco constituído por água. A perda de água determina o rendimento tecnológico do método de confeção aplicado, tornando-se um fator crítico na indústria. Esta perda afeta a qualidade da carne cozida, uma vez que determina a suculência e a tenrura. Os micronutrientes podem também fluir com o suco da cozedura, reduzindo, assim, a qualidade nutricional da carne (Oillic, Lemoine, Gros & Kondjoyan, 2011).

Laroche (1988) citado por Gerber, Scheeder e Wenk (2009) refere que o suco produzido durante a cozedura da carne é composto por água, proteínas sarcoplasmáticas, colagénio, minerais, polifosfatos, componentes aromáticos, entre outros. Kondjoyan et al. (2014) referem que muitos dos nutrientes presentes na composição nutricional da carne são perdidos no seu suco, que se forma após aplicação dos métodos de confeção. Tal observação já tinha sido descrita por Hill (1998) que referiu que os nutrientes não podem ser destruídos durante a confeção dos alimentos, podem no entanto ser perdidos na água da cozedura ou através da perda dos seus sucos. As perdas por cozedura estão relacionadas com as mudanças na estrutura das proteínas da carne, causadas pelo aumento da temperatura. As proteínas miofibrilares sofrem desnaturação e tornam-se insolúveis entre os 50 °C e 90 °C.

A migração da água do interior do alimento para o exterior transporta os nutrientes solúveis, tais como os aminoácidos, vitaminas e minerais, logo o impacto nutricional pode ser minimizado se o suco da confeção dos alimentos também for consumido (Finot, 1996). Carmody e Wranghama (2009) referem que cozinhar por métodos de calor seco, tais como assar, resulta numa perda de gordura devido ao gotejamento.

Durante a aplicação do tratamento térmico, verifica-se também uma diminuição significativa do peso do alimento, sendo atribuída à perda de água. Esta perda de água deve-se à desnaturação das proteínas que irá provocar a retração das fibras da carne (Goñi & Salvadori, 2010).

Estudos efetuados demonstraram que os métodos de confeção dos alimentos afetam de forma diferente a retenção dos seus nutrientes. A maioria dos estudos indica que com a utilização do forno micro-ondas consegue-se obter uma melhor retenção dos nutrientes quando comparada com os métodos de confeção convencionais (Proctor & Cunningham, 1983). A retenção de um nutriente deve medir a proporção do nutriente que fica retida no

alimento cozinhado, quando comparado com o teor do nutriente no alimento cru, sendo necessário para essa determinação não só dispor de dados sobre o peso dos alimentos em cru e após a confeção como também conhecer o teor analítico dos nutrientes no alimento cru e cozinhado (Dahl-Sawyer, Jen & Huang, 1982; Martins, 1999).

Yarmand e Rad (2011) referem que a retenção de vitaminas (retinol, tiamina, riboflavina) na carne é superior quando esta é confeccionada no forno micro-ondas, comparativamente ao forno convencional. A retenção da tiamina variou de 77% em peitos de frango cozidos convencionalmente para 98% quando confeccionados no forno micro-ondas. A diferença na retenção verificada pode ser devido ao facto da temperatura no forno convencional ser superior à temperatura do forno micro-ondas. Contrariamente, outros estudos realizados sobre os possíveis efeitos provocados pelo forno micro-ondas no valor nutricional dos alimentos revelaram que não existem diferenças significativas, a nível nutricional, nos alimentos confeccionados pelo forno micro-ondas e pelos métodos convencionais (Cross & Fung, 1982; Klein, 1989; Finot & Merabet, 1993).

Yarmand e Rad (2011) referem que quando a carne é confeccionada no forno micro-ondas, a adição de fluidos e outros ingredientes, bem como cozinhar os alimentos ainda congelados, são parâmetros que podem influenciar as características finais dos alimentos. Numa carne de búfalo foi usada uma solução de polifosfato, tendo-se verificado um aumento do pH da carne de 5,7 para 6,1 e, por conseguinte, uma redução das perdas por cozedura de 17,5% para 10,3%. Quando foi submetida carne ainda congelada no forno micro-ondas foram registados scores referentes à palatibilidade (exceto sabor) mais baixos comparativamente aos métodos convencionais. No entanto, no forno micro-ondas registou-se um teor de gordura mais baixo e uma maior capacidade de retenção de água nos alimentos (Yarmand & Rad, 2011).

O estudo do rendimento dos alimentos confeccionados baseia-se na determinação do peso do alimento antes de ser submetido à preparação culinária e após a sua confeção, determinando-se a partir dessa variação de peso as perdas e ganhos globais (Martins & Amorim, 1994). Serrano et al. (2007) e Gerber et al. (2009) referem que a aplicação de um tratamento térmico à carne está intimamente associada a uma diminuição do seu rendimento, podendo ser influenciada por vários fatores, tais como, método de confeção aplicado (temperatura e tempo) e com as características do alimento em cru (por exemplo: teor de humidade, proteínas, gordura, dimensões do alimento).

O conhecimento do rendimento dos alimentos é importante, uma vez que poderá servir como um recurso para a construção de bases de dados das tabelas da composição dos alimentos. A composição nutricional dos alimentos confeccionados pode ser calculada a

partir da composição nutricional desses alimentos em cru e através da aplicação dos respectivos fatores de rendimento (Janet et al., 2014).

Vários autores referem que o tratamento térmico conduz a uma redução do valor nutricional dos alimentos, principalmente devido às perdas de elementos minerais. Os métodos de confeção que envolvem água (métodos húmidos) parecem afetar significativamente o teor de minerais presentes na carne. Carne cozida, em comparação com a carne crua, apresenta maior teor de ferro devido às perdas de humidade durante o aquecimento (Purchas, Rutherford & Pearcel, 2004). O teor de potássio, sódio, magnésio e fósforo revelaram uma diminuição, em carne bovina e suína, após a sua cozedura. Poucos estudos têm sido realizados sobre a retenção de minerais em carnes cozidas, mas a maioria aponta no sentido em que o zinco, o cobre e o ferro são os minerais mais estáveis aos métodos de confeção.

Apenas quatro anos após a descoberta do forno de micro-ondas, pelo senhor Percy Spencer, em 1945, no Reino Unido, é que surgiram as primeiras publicações sobre a estabilidade das vitaminas e sobre a desnaturação das proteínas. Mais tarde, surgiram muitos estudos realizados num grande número de alimentos para avaliar a estabilidade das diferentes classes de nutrientes bem como a preservação do seu valor nutricional (Finot, 1996). Estudos efetuados numa grande variedade de hortícolas confeccionados pelos métodos convencionais e no forno micro-ondas, durante vários períodos de tempo, revelaram uma diferença nos teores dos minerais dos hortícolas submetidos aos diferentes métodos.

A elevada comercialização de fornos micro-ondas e a grande disponibilidade no mercado de alimentos pre-confeccionados conduz a preocupações no âmbito de questões relacionadas com o impacto nutricional dos alimentos, provocado por esta nova tecnologia de confeção dos alimentos.

Atualmente, o forno micro-ondas é muito utilizado para reaquecer os alimentos. Este método, que não necessita forçosamente de um aporte de gordura, pode ser recomendado aos consumidores que necessitam de perder peso. No entanto, a facilidade de ser utilizado, em certos países pode colocar em perigo os hábitos alimentares, traduzindo-se numa elevada ingestão diária de alimentos, aumentando deste modo os riscos de desequilíbrio alimentar.

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos por vários autores sobre as alterações ocorridas na composição nutricional de carne bovina após esta ter sido submetida a diferentes métodos de confeção.

**Tabela 9.** Alterações a nível nutricional da carne bovina após aplicação de vários métodos de confeção.

	Crua	MIC	COZ	GRE	F.CONV	FRIT	Referência
<b>Proteínas</b> (g/100 g)							
(1)	20,8	30,6		28,7	27,2		Serrano et al. (2007)
(2)	20,0					26,0	Rhee et al. (1993)
<b>Lípidos</b> (g/100 g)							
(1)	1,97	1,73		1,69	1,79	3,71	Serrano et al. (2007)
(3)	2,4			3,7			Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (2003)
(4)	1,25	2,61	2,17	2,21			Alfaia et al. (2010)
<b>Ferro</b> (mg/100 g)							
(5)	1,69	2,13	2,49	3,14			Lopes et al. (2015)
(6)	1,51		1,74	1,81			Gerber et al. (2009)
(7)	1,99				3,26		Lombardi-Boccia et al. (2005)
<b>Zinco</b> (mg/100 g)							
(5)	3,44	4,89	5,39	5,79			Lopes et al. (2015)
(6)	4,69		5,37	4,83			Gerber et al. (2009)
(7)	4,22				6,71		Lombardi-Boccia et al. (2005)
<b>Magnésio</b> (mg/100 g)							
(2)	17,0					22,0	Rhee et al. (1993)
(5)	12,9	28,5	29,4	30,1			Lopes et al. (2015)
(6)	18,0		13,0	16,0			Gerber et al. (2009)
<b>Potássio</b> (mg/100 g)							
(2)	260,0					340,0	Rhee et al. (1993)
(5)	289,3	315,7	129,1	156,8			Lopes et al. (2015)
(6)	320,2		137,0	253,0			Gerber et al. (2009)
<b>Colesterol</b> (mg/g)							
(2)	0,63					0,85	Rhee et al. (1993)
(3)	0,40			0,68			Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (2003)
<b><math>\alpha</math>-tocoferol</b> ( $\mu$ g/g)							
(8)	7,0		10,0				Monge-Rojas & Campos (2011)
(9)	3,4		2,8	3,9			Gerber et al. (2009)
<b>Humidade</b> (g/100g)							
(1)	74,2	63,9		67,4	63,8		Serrano et al. (2007)
(4)	74,8	54,5	61,2	62,3			Alfaia et al. (2010)

MIC – Forno micro-ondas; COZ – Cozedura; GRE – Grelhagem; F. CONV – Forno convencional; FRIT – Fritar. Condições aplicadas - (1) Micro-ondas: 2450 MHz, 700 W durante os primeiros 2,5 minutos e os restantes 2,5 minutos a 300 W; Grelhagem:  $210 \pm 4$  °C durante 3 minutos; Forno convencional: 170 °C durante 15 minutos. (2) 150 °C durante 6,5 minutos. (3) Grelhagem: 165 °C, temperatura interna: 75 °C. (4) Micro-ondas: 750 W, 210 segundos; Cozedura: 80 °C / 60 min.; Grelhagem: 225 °C / 30 minutos. (5) Micro-ondas: 750W, 2 ciclos de 45 segundos com viragem da carne entre os ciclos; Cozedura: 81 °C durante 40 minutos; Grelhagem: 225 °C com viragem da carne de cinco em cinco minutos durante 30 minutos. (6) 72 °C; Cozedura: 1 h. (7) 180 °C durante 50 minutos (7). (8) Cozedura: 15 minutos. (9) Cozedura: 60 minutos; Grelhagem: temperatura interna 72 °C.

De uma maneira geral verifica-se na Tabela 9 que submeter a carne bovina a diferentes métodos de confeção provoca um aumento do teor de nutrientes, com exceção do teor de humidade que diminui o seu teor após a aplicação do tratamento térmico.

Hill (1994) referiu que o processo de cozedura dos alimentos é sempre um compromisso entre a segurança alimentar e a retenção de nutrientes, ou seja, o aquecimento é necessário para tornar os alimentos seguros, mas este processo reduz as características nutricionais dos alimentos. Por conseguinte, o conhecimento da extensão das perdas nutricionais durante o tratamento térmico é vital para poder ser definido um adequado plano alimentar.





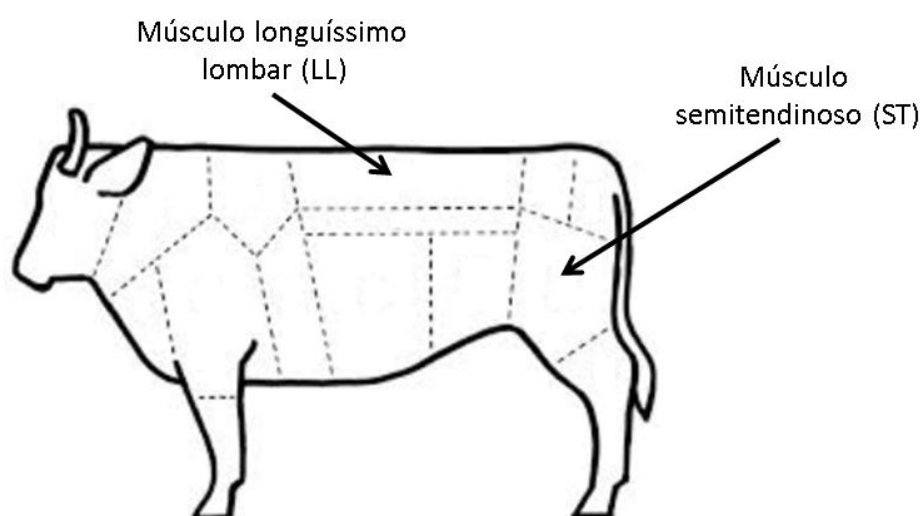
## 2. Material e Métodos



## 2.1. SELEÇÃO DAS RAÇAS BOVINAS E COLHEITA DOS MÚSCULOS

Para a realização do presente estudo foi selecionada a carne de duas raças bovinas comercializadas com DOP e escolhidos, aleatoriamente, 15 animais inscritos no livro genealógico com os seus produtores inscritos nas respetivas associações. Os animais em estudo foram vitelas da raça Barrosã e novilhos da raça Mertolenga. Foram colhidas 15 amostras do músculo LL e 15 amostras do músculo ST (Figura 15), perfazendo um total de 30 amostras de cada raça.

**Figura 15.** Localização anatômica dos músculos estudados.



As amostras da carne de vitela da raça Barrosã foram provenientes de animais que tinham, na altura do abate  $7,8 \pm 0,41$  meses de idade e um peso médio de carcaça de  $93,6 \pm 10,1$  kg, enquanto que os animais que deram origem às amostras da carne de novilho da raça Mertolenga tinham, na altura do abate,  $16 \pm 1,3$  meses de idade e um peso médio de carcaça de  $242 \pm 15,0$  kg.

Como referido anteriormente, as peças da carcaça estudadas foram as da vazia (LL, L4-L6) e do ganso redondo (ST, porção distal). A escolha destes músculos permitir-nos-á determinar a variação da composição nutricional da carcaça pelo facto de possuírem proporções de fibras brancas/vermelhas diferentes. Para além disso, estes músculos pertencem a porções da carcaça de elevado valor comercial com diferente aceitação por parte dos consumidores e com diferentes características organoléticas. A escolha da carne bovina das raças Barrosã e Mertolenga foi essencialmente devido ao facto de se pretender contribuir para a valorização de produtos nacionais certificados com DOP e, tal como descrito no preâmbulo do Regulamento (CEE) n.º 510/2006, de 20 de março de 2006,




verifica-se um constante aumento do número de consumidores que privilegiam, na sua alimentação, a qualidade em detrimento da quantidade. Essa procura de produtos específicos traduz-se numa procura de géneros alimentícios com uma origem geográfica determinada.

As amostras de carne de vitela Barrosã ( $n = 30$ ) foram provenientes de animais abatidos entre janeiro e fevereiro de 2008, tendo as mesmas sido gentilmente cedidas pela Cooperativa Agrícola de Boticas que as fez chegar à Faculdade de Medicina Veterinária - Lisboa. As amostras de carne de novilho Mertolengo ( $n = 30$ ) foram provenientes de animais abatidos em maio de 2008 e as mesmas foram cedidas pela Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos, tendo sido recolhidas no Entreposto Corte Fino – Transformação e Comércio de Carnes, em Alcochete. O tempo de maturação da carne foi de dois a três dias, tendo as mesmas permanecido em câmara de refrigeração a +1 °C. No laboratório, foram embaladas em vácuo e armazenadas numa câmara congeladora a -20 °C até aplicação dos diferentes métodos analíticos.

## 2.2. CARACTERIZAÇÃO DOS MÉTODOS DE CONFEÇÃO

A descongelação das amostras dos músculos estudados foi efetuada à temperatura de refrigeração durante, aproximadamente, 18 horas. Cada amostra foi subdividida em quatro porções com as seguintes dimensões: 5 × 5 × 1,5 cm, tendo sido uma porção para o controlo e as restantes três porções submetidas aos métodos de confeção identificados na Figura 16. As condições aplicadas resultaram de ensaios prévios que possibilitaram chegar a um binómio tempo/temperatura em que a carne já não apresentava vestígios de sangue.

**Figura 16.** Condições aplicadas nos diferentes métodos de confeção.

Métodos de confeção	Tempo	Condições aplicadas
<b>Micro-ondas</b> 	1,5 min	2450 MHz a 750 W; 2 ciclos de 45 s com viragem da carne entre os ciclos.
<b>Cozedura em água</b> 	40 min.	Banho de água; 81 °C.
<b>Grelhagem</b> 	30 min.	Grelhador elétrico; 225 °C; com viragem da carne de 5 em 5 min.

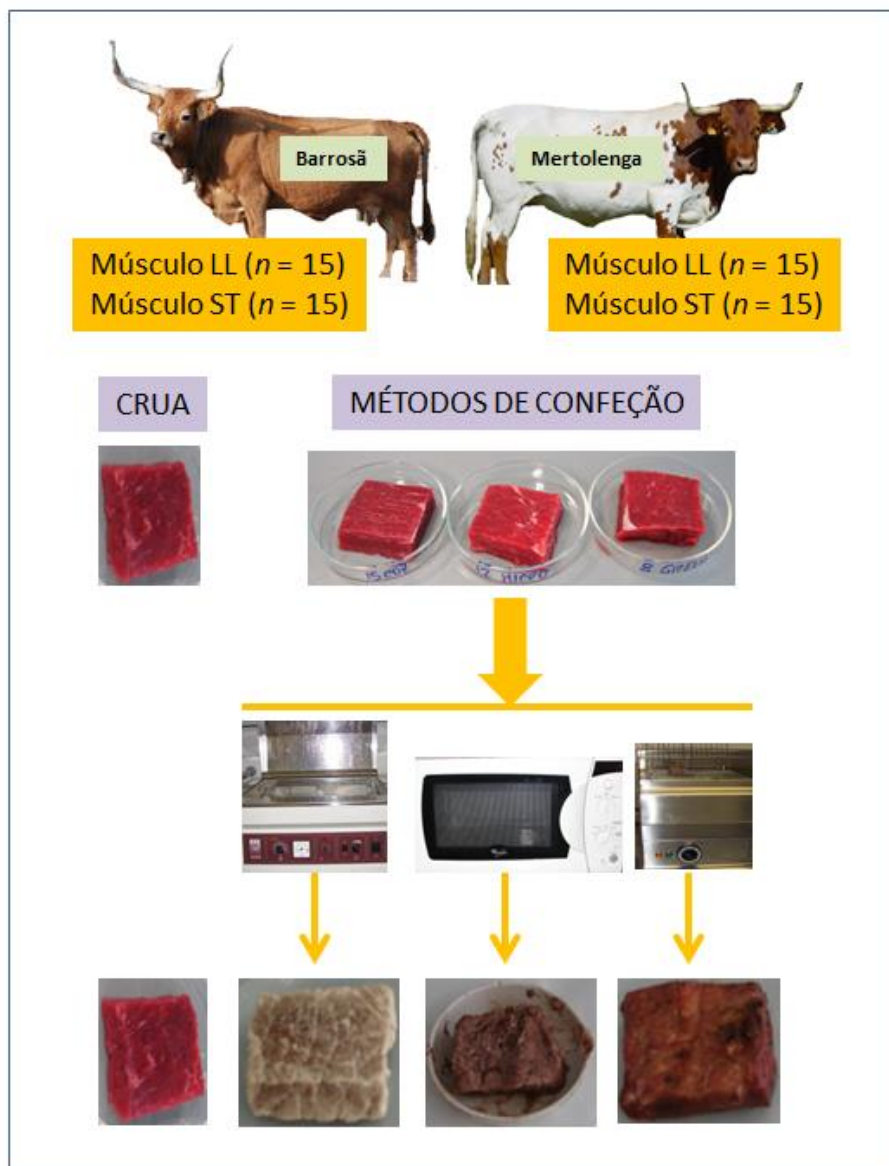
Antes de terem sido aplicados os diferentes métodos de confeção, o exsudado do músculo foi removido com papel absorvente e foi registado o peso de cada porção. Após a aplicação dos diferentes métodos de confeção procedeu-se à pesagem das amostras, tendo as mesmas sido previamente arrefecidas à temperatura ambiente, durante 30 minutos.

De seguida, cada amostra foi triturada e homogeneizada numa picadora e dividida em alíquotas com massa suficiente para as respetivas análises. As alíquotas foram embaladas em saquetas de polietileno de alta densidade, fechadas com o aparelho de termo soldadura, sob vácuo e armazenadas numa câmara congeladora a -80 °C até à data das respetivas análises bioquímicas.

### 2.3. ESQUEMA DO DESENHO EXPERIMENTAL

Para uma melhor compreensão do desenho experimental do presente trabalho, a Figura 17 esquematiza as várias fases do mesmo.

**Figura 17.** Esquema do desenho experimental.



Todos os parâmetros estudados (temperatura interna, rendimento, valor energético, proteínas totais, aminoácidos totais, lípidos totais, ácidos gordos totais, isómeros do CLA, colesterol total,  $\alpha$ -tocoferol, humidade, cinzas e minerais) foram analisados nas amostras do músculo LL de ambas as raças, uma vez que este se trata do músculo de referência. No entanto, para se conhecer a variabilidade destes parâmetros nas diferentes porções das

carcaças bovinas, no músculo ST foram também determinados alguns destes parâmetros (temperatura interna, rendimento, lípidos totais, ácidos gordos totais, isómeros do CLA, colesterol total,  $\alpha$ -tocoferol e humidade).

## **2.4. DETERMINAÇÕES LABORATORIAIS**

### **2.4.1. Temperatura interna**

Após a aplicação dos diferentes métodos de confeção foi registada a temperatura interna na carne com o auxílio de um termómetro com sonda perfurante (Tipo K – Lufft C100 Series Digital Instruments, USA).

### **2.4.2. Rendimento**

O rendimento corresponde à alteração do peso que o alimento sofre ao ser cozinhado e deve-se, principalmente, à perda ou ganho de água (Martins et al., 2006). A percentagem do rendimento foi determinada tendo por base o peso da amostra crua e o peso da amostra após a aplicação dos métodos de confeção (Martins, 1999 ; Janet et al., 2014), segundo a equação:

$$\text{Rendimento (\%)} = [\text{amostra (g) após tratamento térmico} / \text{amostra (g) crua}] \times 100$$

### **2.4.3. Valor energético**

O valor energético foi calculado com base nos fatores de conversão apresentados no Anexo XIV do Regulamento 1169/2011, de 25 de outubro, referente à informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios. Assim, foram utilizados os fatores 4 kcal/g para as proteínas, 4 kcal/g para os hidratos de carbono e 9 kcal/g para os lípidos. O teor de hidratos de carbono foi obtido através da seguinte equação:

$$\text{HC} = 100 - (\text{teor de proteínas} + \text{teor de lípidos} + \text{teor de cinzas} + \text{teor de água}).$$

### **2.4.4. Humidade**

O teor de humidade das amostras dos músculos LL e ST da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo foi determinado através do processo de liofilização da carne. O método consistiu na pesagem de cerca de 38 g de carne para um copo de plástico com tampa, tendo posteriormente sido congelado durante 24 horas a -18 °C. De seguida, as tomas de



ensaio foram colocadas num liofilizador Edwards Modulyo (Edwards High vacuum International, Rawley, UK) a  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $2,0\text{ hPa}$ , até obtenção de peso constante. A amostra foi considerada liofilizada quando se verificou que os valores de duas pesagens consecutivas, com intervalo de 1 hora, não excederam 1% de variação (após 72 horas desde o início do processo de liofilização). As amostras liofilizadas foram armazenadas em exsiccador de vidro com sílica gel activada para posteriores ensaios.

O teor de humidade, expresso em g/100 g de músculo, foi calculado através da seguinte equação:  $\text{Humidade (\%)} = (A - B/A) \times 100$ , em que:

A - peso (g) da amostra em cru

B - peso (g) da amostra após tratamento térmico

A determinação do teor de humidade foi efetuada em duplicado, tendo a média dos valores obtidos sido aceite para coeficientes de variação inferiores a 1%.

#### **2.4.5. Cinzas**

Para a determinação do teor de cinzas, procedeu-se à carbonização de 5 g das amostras do músculo LL numa placa de aquecimento e, seguidamente levou-se à mufla a  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 16 horas.

O teor de cinzas foi determinado pela seguinte equação:  $\text{Cinzas (\%)} = (A/B) \times 100$ , em que:

A - peso (g) das cinzas

B - peso (g) da amostra em cru

#### **2.4.6. Proteínas totais**

Foram usados os seguintes reagentes químicos e soluções :

- (1) Comprimidos de catalisador Kjeldahl de selénio: cada comprimido contém 3,5 mg de selénio e 3,5 g de  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .
- (2) Ácido sulfúrico concentrado: 95-97% p.a. (E. Merck).
- (3) Solução saturada de ácido bórico com indicadores de pH: consistiu na mistura de  $\text{H}_3\text{BO}_3$  41g/l, solução de verde de bromocresol indicador pH (1 g/l em etanol absoluto) 10 ml/l e solução de vermelho de metilo indicador pH (1 g/l em etanol absoluto) 7 ml/l, em água destilada.
- (4) Solução de hidróxido de sódio: dissolução de NaOH 400 g/l seguida da adição de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (20 g/l), em  $\frac{3}{4}$  do volume final de água destilada. A solução foi arrefecida sob água corrente e o volume foi completado.

(5) Solução titulante de ácido clorídrico aproximadamente 0,1000 mol/l: solução de HCl 37% aproximadamente 0,1 mol/l (8,3 ml/l) em água destilada; o título desta solução, com significado até às décimas milésimas, foi determinado por titulação de 20 ml com uma solução de NaOH (4 g/l) de título conhecido, na presença de fenolftaleína indicador de pH (20 g/l em etanol absoluto).

O teor de proteínas determinado nos géneros alimentícios é convencionalmente estimado a partir do teor de azoto determinado pelo método de Kjeldahl. Assim, no presente estudo foi seguido o método descrito por Vilasoa-Martínez, López-Hernández e Lage-Yust (2007). Aproximadamente 0,1 g das amostras do músculo LL (vitela Barrosã e novilho Mertolengo) liofilizadas foram pesadas para um tubo de digestão, no qual foi adicionado uma pastilha do catalisador (1) e 12,5 ml de ácido sulfúrico (2). A mineralização ocorreu a 390 °C durante 30 minutos. As amostras foram arrefecidas à temperatura ambiente e adicionado a cada tubo 75 ml de água destilada. De seguida procedeu-se a fase da destilação, tendo sido adicionado a cada matraz 25 ml da solução de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (3) e a destilação efetuada com a solução de NaOH (4). O destilado obtido (125 ml) foi titulado com HCl (0,1 N) (5) até obtenção da cor rosa vivo, sob agitação.

Para determinação do teor de proteínas nas amostras estudadas multiplicou-se o teor de azoto obtido pelo fator 6,25 (Oliveira, 1968; Guiland, Kokkidis & Rivera, 1992; Hurrell, Juillerat, Reddy & Lynch, 1992).

#### **2.4.7. Aminoácidos totais**

Foram usados os seguintes reagentes químicos e soluções:

- (1) Solução de ácido clorídrico 6 N (1% fenol w/v)
- (2) Solução de ácido clorídrico 0,01 M
- (3) Solução de NaOH 1 N
- (4) Padrão interno: norleucina (1 mg/ml em acetonitrilo)
- (5) Etanol
- (6) N,O-bis(trimetilsilil)trifluoroacetamida (BSTFA) + 1% de trimetilclorosilane (TMCS)
- (7) Acetonitrilo

A preparação das amostras para a determinação do teor de aminoácidos foi efetuada seguindo o método da hidrólise. Assim, pesaram-se 0,2 g das amostras do músculo LL (vitela Barrosã e novilho Mertolengo) liofilizadas para um frasco de vidro, de seguida adicionou-se 5 ml da solução de HCl 6 N (1) e o mesmo foi colocado, durante 24 horas,

numa estufa regulada a 110 °C (Pellet & Young, 1980). Após a hidrólise, a preparação foi filtrada com papel de filtro (Whatman 1 Schleicher & Schuell) para dentro de um erlenmeyer tendo sido adicionado, lentamente, 25 ml da solução de HCl 0,01 M (2), que serviu para arrastar todo o conteúdo do frasco. De seguida, realizou-se uma evaporação num Roto evaporador (R110 BUCHI) a 60 °C até serem obtidos 5 ml de volume no final. Deste volume foram retirados 500 µl, cujo pH foi neutralizado com a solução de NaOH 1 N (3). De seguida retiraram-se 100 µl da solução anterior e adicionados 100 µl do padrão interno (4) e 800 µl de etanol (5). A amostra foi centrifugada a 14500 rpm, durante 2 min. O sobrenadante foi levado à secura a 70 °C sob corrente de azoto. A derivatização foi feita com a adição de 250 µl de N,O-bis(trimetilsilil)trifluoroacetamida (BSTFA) + 1% de trimetilclorosilane (TMCS) (6) durante 2,5 h num bloco de aquecimento (Multi-Blok Heater Labline) a 130 °C. Após a derivatização foram adicionados 300 µl de acetonitrilo (7) (Quaresma, Alfaia, Assunção, Partidário, Mimoso & Prates, 2003).

### **Separação dos aminoácidos – análise por Cromatografia Gasosa**

A separação dos aminoácidos foi realizada por GC num cromatógrafo (Hewlett 5890 Packard Series II) equipado com um detetor de ionização de chama. A coluna capilar utilizada foi uma DB-17 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, EUA) de sílica fundida com 30 m × 0,25 mm, tendo sido injetados 2 µl de amostra. As condições programadas para a coluna foram 80 °C, durante 3 minutos, até 210 °C, com uma rampa de aquecimento de 5 °C/minuto. Para o detetor e injetor as temperaturas foram 275 °C e 300 °C, respetivamente. O hélio foi usado como gás de arraste (70 kPa). Os aminoácidos foram identificados através dos respetivos tempos de retenção e comparação cromatográfica com a solução padrão de aminoácidos. A quantificação foi baseada no método do padrão interno.

#### **2.4.8. Lípidos totais**

As amostras dos músculos LL e ST foram colocadas em tubos de 5 mm de Ressonância Magnética Nuclear, tendo a análise do teor de lípidos totais sido determinada com o auxílio de um espectrómetro de ressonância magnética (Bruker Avance III) num campo de 4.7 T (200 MHz para o protão). Utilizou-se uma sonda de alta resolução para líquidos. A leitura dos espetros coletados foi realizada através do software online disponível em <http://fitter.ist.utl.pt>. Após a desconvolução dos espetros de RMN foi possível obter a percentagem de lípidos para cada uma das amostras analisadas.

#### 2.4.9. Ácidos gordos totais e isómeros do CLA

Foram usados os seguintes reagentes químicos e soluções :

- (1) Tolueno seco: a 1000 ml de tolueno seco adicionar 25 mg de BHT (Sigma-Aldrich Ltd, St, Louis, MO, EUA).
- (2) Solução de padrão interno 20 mg/ml em n-hexano (FAME): éster metílico do ácido nonadecanóico – C19:0 (Sigma-Aldrich Ltd, St, Louis, MO, EUA).
- (3) Metóxido de sódio 0,5 M: solução de Metóxido de sódio 0,5 mol/l em metanol anidro (Sigma-Aldrich Ltd, St. Louis, MO, EUA), conservada em exsiccador.
- (4) Ácido clorídrico / metanol 1/1 (v/v): mistura de HCl 37% e metanol 1/1 (v/v).
- (5) Água Milli-Q de qualidade laboratorial ou do tipo III.
- (6) n-Hexano (desidratado): n-hexano Lichrosolv (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) adicionado de 25 mg/l de BHT (Sigma-Aldrich Ltd, St, Louis, MO, EUA) e desidratado com filtro molecular (BDH Laboratory Supplies, Poole, Inglaterra).
- (7) Sulfato de sódio anidro (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha).
- (8) Azoto comercial: cilindro de azoto R (CG220, Linde Sogás, Lisboa, Portugal).

A quantificação dos ácidos gordos consistiu na dissolução de 0,25 g das amostras do músculo LL e ST liofilizadas, num tubo, com 1 ml de tolueno seco (1). De seguida adicionou-se 100 µl de FAME (2) e agitou-se no vórtex. Adicionou-se 3 ml de solução de metóxido de sódio (3) e colocou-se na estufa a 50 °C durante 30 minutos. Após arrefecimento, à temperatura ambiente, adicionou-se 2 ml HCl/metanol (4), agitou-se e colocou-se novamente na estufa a 50 °C durante 10 minutos. No fim da reação adicionou-se 2 ml de água Milli-Q (5) e 3 ml de n-hexano (6) levando-se de seguida à centrifugação (Centrífuga Sigma modelo 6K10 - Laboratory Centrifuges GmbH, Melsunge Alemanha) a 2500 rpm, 1439 g, durante 5 minutos. Recolheu-se o sobrenadante (fase orgânica) para um tubo no qual tinha sido previamente colocado cerca de 1 g de sulfato de sódio anidro (7). Após a extração ter sido efetuada três vezes com o auxílio de n-hexano (6), o solvente foi evaporado sob corrente de azoto (8) à temperatura ambiente até obtenção de um volume exato de 2 ml. Este volume foi filtrado com uma seringa (Originafi Leber, Itália), com o auxílio de filtro de seringa hidrofóbico 0,45 µm (Agilent Technologies, Inc., Palo Alto, CA, E.U.A.), tendo sido dividido em duas alíquotas de 1 ml. Uma das alíquotas destinou-se à injeção em GC para a determinação do perfil de ácidos gordos totais e a outra alíquota à injeção em Cromatografia de Alta Resolução (HPLC) para determinação dos isómeros individuais do CLA.

### **Quantificação individual dos ácidos gordos totais**

Os ésteres metílicos dos ácidos gordos foram separados e quantificados por cromatografia gasosa. A temperatura foi programada para uma subida de 4 °C/min entre 180 e 200 °C, mantida neste valor durante 10 min., aumentada de novo até 210 °C à velocidade de 4 °C/min e mantida neste último valor durante 14,5 min. A temperatura do detector e do injetor foi 250 °C e o gás de arraste utilizado foi hélio com um fluxo de 1,0 ml/min e split ratio de 100:1. Os ácidos gordos esterificados foram identificados por comparação dos respectivos tempos de retenção com os dos padrões da Sigma.

### **Quantificação individual dos isómeros do CLA**

Os isómeros do CLA foram separados por cromatografia de alta resolução (HPLC), tendo sido utilizado com injetor automático (Agilent, modelo G1313A), três colunas analíticas em série, impregnadas de iões prata (ChromoSpher 5 Lipids, 4,6 mm ID x 250 mm, 5 µm de tamanho da partícula, Chrompack, Bridgewater, NJ, E.U.A.), detector de fotodíodos (DAD) de ultra violeta e visível (Agilent, modelo G 13158), bomba quaternária (Agilent, modelo G1322A) e compartimento de coluna termostaticado com aquecimento (Agilent, modelo G1316A). Os isómeros do CLA foram quantificados por um método de padrão externo. Foram obtidas quatro curvas de calibração da área dos picos a 233 nm versus concentrações de cada um dos quatro tipos de isómeros geométricos CLA padrão. Cada curva de calibração foi usada para os restantes isómeros posicionais CLA com configuração geométrica idêntica (*trans/trans*; *trans/cis*; *cis/trans* ou *cis/cis*).

#### **2.4.10. Índice h/H**

O índice h/H relaciona o teor de ácidos gordos com efeito hipocolesterolémico (h) com o teor de ácidos gordos com efeito hipercolesterolémico (H) presentes na gordura do músculo. Este índice foi calculado através da seguinte equação:

$$\text{Índice h/H} = (18:1 \text{ c9} + \text{PUFA n-6} + \text{PUFA n-3}) / (12:0 + 14:0 + 16:0)$$

#### **2.4.11. Índices de Aterogenicidade e de Trombogenicidade**

O índice de aterogenicidade (IA) foi calculado de acordo com o proposto por Ulbricht e Southgate (1991), através da seguinte equação:

$$\text{IA} = [(12:0) + (4 \times 14:0) + (16:0)] / [(\text{PUFA n-6} + \text{PUFA n-3}) + \text{MUFA}]$$

O índice de trombogenicidade (IT) também foi calculado de acordo com o proposto por Ulbricht e Southgate (1991), através da seguinte equação:

$$IT = [(14:0) + (16:0) + (18:0)] / [(0,5 \times MUFA) + (0,5 \times PUFA\ n-6) + (3 \times PUFA\ n-3) + (PUFA\ n-3 / PUFA\ n-6)]$$

#### 2.4.12. Colesterol total e $\alpha$ -tocoferol

Foram usados os seguintes reagentes químicos e soluções:

- (1) Solução metanólica de hidróxido de potássio 11% (peso/volume) - Solução de saponificação (extemporânea): dissolveu-se 11 g de hidróxido de potássio p.a. (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) em 45 ml de água destilada e perpez-se o volume com etanol p.a. (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) até aos 100 ml.
- (2) Ácido ascórbico.
- (3) Azoto comercial: cilindro de azoto R (CG220, Linde Sogás, Lisboa, Portugal).
- (4) Água Milli-Q de qualidade laboratorial ou do tipo III.
- (5) n-hexano: n-hexano p.a. 99% (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) adicionado de 25 mg/l BHT (Sigma-Aldrich Ltd., St. Louis, MO, E.U.A.) como antioxidante.
- (6) Sulfato de sódio anidro (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha).

A determinação do teor de colesterol total e de  $\alpha$ -tocoferol ocorreu em simultâneo, de acordo com o procedimento analítico descrito por Prates, Quaresma, Bessa, Fontes e Alfaia (2006). Resumidamente, o método consistiu na adição, para o interior de tubos Kimax, de 0,75 g das amostras dos músculos LL e ST liofilizados com 5,5 ml da solução de saponificação direta de KOH (1). Foi igualmente adicionado 0,2 g de ácido ascórbico (2) e os tubos foram agitados no vórtex, de forma a evitar a aglomeração dos fragmentos da amostra. O ar dos tubos foi substituído por azoto (3) e, de seguida, estes foram levados a aquecer em banho-maria 80 °C/15 min., com agitação a 200 rpm. De seguida foram arrefecidos em água fria durante 1 min. (< 50 °C) e houve a adição de 1,5 ml de água destilada (4) e 3 ml da solução de n-hexano (5). Agitou-se vigorosamente no vórtex durante 2 min. e levaram-se a centrifugar (Centrifuga Sigma, modelo 6K10 - Laboratory Centrifuges GmbH, Melsungen, Alemanha) a 2500 rpm, 1439 g, durante 5 minutos. A fase de n-hexano foi retirada, com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, para um tubo ao qual já tinha sido previamente adicionado sulfato de sódio anidro (6), procedendo-se de seguida à agitação da mistura no vórtex. Por último, filtrou-se com o auxílio de uma seringa de vidro (Originali Leber, Itália) uma alíquota das fases do n-hexano, por filtro de seringa hidrofóbico 0,45  $\mu$ m (Agilent Technologies, Inc., Palo Alto, CA, E.U.A.) para frascos ambar de 1,5 ml.

A determinação do teor de colesterol total e de  $\alpha$ -tocoferol foi realizada por HPLC. O sistema HPLC utilizado foi um Agilent série 1100 (Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA,

USA) composto por uma bomba quaternária (Agilent G1311A), uma coluna de sílica de fase normal com detecção de fluorescência para tocoferóis (excitação a um comprimento de onda de 295 nm e emissão a um comprimento de onda de 325 nm) e detector de fotodíodos UV-Visível para colesterol (202 nm).

#### **2.4.13. Minerais**

Foram usados os seguintes reagentes químicos e soluções :

- (1) Solução de ácido clorídrico 6 N.
- (2) Água Milli-Q de qualidade laboratorial ou do tipo III.

A técnica utilizada na determinação do teor de minerais foi adaptada do protocolo descrito por Jorhem e Engman (2000) e Hermida, Gonzalez, Miranda e Rodríguez-Otero (2006). Resumidamente, a técnica consistiu na digestão ácida das cinzas, através da adição de 10 ml de HCl 6 N (1). De seguida foram levadas à secura em placa de aquecimento e voltou-se a adicionar 5 ml de HCl 6 N (1), aquecendo-se ligeiramente. Transferiu-se para um balão de 50 ml e ajustou-se o volume com água Milli-Q (2). A quantificação dos minerais foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica (PU 9100X Philips).

#### **2.4.14. Retenção dos nutrientes**

A retenção mede a proporção do nutriente que fica retida no alimento cozinhado, quando comparado com o teor do nutriente no alimento em cru (Martins et al., 2006).

A determinação da retenção real dos nutrientes quantificados nas amostras dos músculos estudados foi efetuada segundo Murphy, Criner e Gray (1975), através da seguinte equação:

$$\text{Retenção (\%)} = (A \times B / C \times D) \times 100$$

em que:

A - teor (g) de nutriente presente nas amostras após tratamento térmico

B - peso (g) das amostras após tratamento térmico

C - teor (g) de nutriente determinado nas amostras sem tratamento térmico

D - peso (g) das amostras antes da aplicação do tratamento térmico

#### **2.4.15. Tratamento estatístico dos dados obtidos**

Como foi detetada heterogeneidade de variância para a maioria dos parâmetros, os dados foram analisados pelo procedimento "PROC MIXED", com a análise da

heterogeneidade de variância realizada pelo programa Statistical Analysis System (SAS Inst., Inc., Cary, NC, versão 9.2).

O modelo estatístico avaliado incluiu o efeito do tratamento e o efeito do músculo (quando a mesma variável foi determinada em ambos os músculos). A comparação dos grupos foi efetuada pelo método estatístico Least Square Means (LSMEANS), com a opção PDIFF ajustada pelo método de Tukey-Kramer.

Os dados foram registados como média  $\pm$  erro padrão da média (SE). As diferenças foram consideradas significativas para um nível de significância  $P < 0,05$ .





## 3. Resultados e Discussão



### 3.1. RENDIMENTO E TEMPERATURA INTERNA DOS MÚSCULOS APÓS APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE CONFEÇÃO

A Tabela 10 apresenta o efeito dos métodos de confeção no rendimento e a temperatura interna registada no interior das amostras dos músculos LL e ST da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo, após aplicação dos métodos de confeção estudados.

#### 3.1.1. Rendimento

Os dados obtidos mostram que a aplicação dos métodos de confeção conduziu a uma perda significativa do peso das amostras dos músculos comparativamente ao peso registado pelos mesmos em cru. Estes resultados estão de acordo com o descrito por Gerber et al. (2009), os quais observaram que o rendimento depende do processo de cozedura e do músculo, tendo-se verificado na vitela Barrosã um efeito significativo do músculo ( $P < 0,001$ ) e do tratamento aplicado ( $P < 0,01$ ). No músculo LL, o rendimento foi superior após aplicação da cozedura (67,5%) comparativamente aos restantes métodos de confeção. No músculo ST não se registaram diferenças significativas entre os métodos de confeção. Comparando as amostras dos dois músculos verificou-se que o músculo LL apresenta um rendimento superior ao verificado no músculo ST.

**Tabela 10.** Rendimento (%) e temperatura interna (°C) dos músculos LL e ST da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo ( $n = 15$ ).

	Músculo LL			Músculo ST			$P^A$		
	MIC	COZ	GRE	MIC	COZ	GRE	M	T	M×T
<b>Vitela Barrosã</b>									
Rendimento	64,4±1,04	67,5±0,88	64,0±1,08	61,5±0,67	63,7±0,64	62,1±1,35	***	**	ns
Temperatura	93,9±0,32	74,1±0,54	70,0±1,21	93,7±0,37	73,9±0,47	70,2±1,14	ns	***	ns
<b>Novilho Mertolengo</b>									
Rendimento	62,2±0,88	59,1±0,96	57,4±1,08	63,2±0,78	58,9±0,91	62,0±1,35	*	***	ns
Temperatura	92,0±0,26	72,6±0,46	70,7±0,37	92,1±0,25	73,6±0,53	71,4±0,41	ns	***	ns

MIC = forno micro-ondas; COZ = cozedura; GRE = grelhagem; M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; M×T = interação entre o músculo e o tratamento térmico; Erro Padrão da Média ( $\pm$ SE);  $P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: \*,  $P < 0,05$ ; \*\*,  $P < 0,01$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; ns, não significativo ( $P > 0,05$ ). Na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes.

No novilho Mertolengo também se verificou um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ) no seu rendimento, bem como um efeito significativo do músculo ( $P < 0,05$ ). Assim, nas amostras dos músculos LL e ST o rendimento mais elevado ocorreu após a aplicação do forno micro-ondas (LL = 62,2%, ST = 63,3%). Ao contrário do verificado na vitela Barrosã, o rendimento no novilho Mertolengo é ligeiramente superior no músculo ST.

Badiani, Stipa e Bitossi (2002) no seu estudo sobre os efeitos de diversas práticas culinárias na composição lipídica de carne bovina verificaram que as perdas por cozedura são menores após aplicação da cozedura (40,4%), seguindo-se o forno convencional (37,5%), o forno micro-ondas (35,5%) e por último a grelhagem (21,6%).

### 3.1.2. Temperatura interna

A temperatura interna mais elevada foi registada após a aplicação do forno micro-ondas, em ambas as raças e músculos, variando esta na vitela Barrosã de 93,7 °C a 93,9 °C e no novilho Mertolengo de 92,0 °C a 92,1 °C (Tabela 10). O método de confeção que conferiu uma temperatura mais baixa nas amostras dos músculos estudados foi a grelhagem (Barrosã: LL = 70,0 °C; ST = 70,2 °C; Mertolenga: LL = 70,7 °C; ST = 71,4 °C) tendo a cozedura registado valores intermédios aos apresentados nos métodos de confeção anteriormente citados (Barrosã: LL = 74,1 °C; ST = 73,9 °C; Mertolenga: LL = 72,6 °C; ST = 73,6 °C).

Baggio e Bragagnolo (2006) grelharam hambúrgueres numa chapa elétrica regulada a 165 °C, durante oito minutos, com viragem ao fim de quatro minutos. A temperatura interna registada foi de 98 °C.

Alfaia et al. (2010) referem que as perdas por cozedura aumentam diretamente com a temperatura interna da carne cozinhada, ou seja, à medida que aumenta a temperatura interna diminui o rendimento da carne. Na carne do novilho Mertolengo esta relação (aumento da temperatura/diminuição do rendimento) não foi tão evidente.

Como sugerido por Modzelewska-Kapitula, Dabrowska, Jankowska, Kwiatkowska e Cierach (2012) músculos diferentes apresentam, após terem sido submetidos a diferentes tratamentos térmicos, comportamentos diferentes no seu rendimento. Os mesmos autores verificaram que, no músculo *infraspinatus*, à medida que aumenta a temperatura interna na carne, diminui o seu rendimento, ou seja, aumentam as perdas por cozedura, tendo os autores verificado uma diminuição de 10,2% no rendimento da porção estudada, na passagem de 75 °C para 95 °C de temperatura interna. No entanto, para o músculo *semimembranosus*, nas mesmas condições, os autores apenas verificaram uma diminuição

de 5,8% no rendimento. Concluíram também que, para além do rendimento ser afetado pelo tipo de músculo, é influenciado pela interação entre o método de confeção e a temperatura final interna.

Contudo, os resultados do presente estudo evidenciam não existir qualquer relação entre o método de confeção e a temperatura final interna da carne no rendimento. Resultados semelhantes foram relatados por Yancey, Wharton e Apple (2011) que também verificaram não existir qualquer relação entre o método de confeção e a temperatura final interna no rendimento do músculo *longissimus thoracis*. A presença ou não de uma relação entre o método de confeção e a temperatura final interna no rendimento terá que ter em consideração a dimensão da porção a aplicar, o método de confeção, o tipo de método de confeção e, por conseguinte, a temperatura final no interior da porção estudada (Yancey et al., 2011).

## 3.2. EFEITO DOS MÉTODOS DE CONFEÇÃO NO TEOR DE PROTEÍNAS TOTAIS, LÍPIDOS TOTAIS, HUMIDADE, CINZAS E NO VALOR ENERGÉTICO

### 3.2.1. Proteínas totais

Os valores obtidos para o teor de proteínas nas amostras do músculo LL de ambas as raças encontram-se apresentados na Tabela 11. Assim, o teor de proteínas determinado nas amostras dos músculos da vitela Barrosã (19,6 g/100 g) e do novilho Mertolengo (20,9 g/100 g) confirmam os teores obtidos por Guillard et al. (1992), Southgate (1993), Coenders (1996), Latham (2001), Serrano et al. (2005), Williams (2007), Hoffman, Kroucamp e Manley (2007), Serrano et al. (2007), Muchenje et al. (2009)<sup>a</sup>, Nikmaram, Yarmand, Emamjomeh e Darehabi (2011), Humada, Sañudo e Serrano (2014), os quais verificaram que as proteínas da carne representam 15 a 21% do seu valor nutricional. No entanto, Marchello, Milne e Slinger (1984) obtiveram teores de 23% de proteínas no músculo *longissimus* e, Orellana et al. (2009) teores de 26% de proteínas, sendo estes valores superiores ao determinado para ambas as raças do presente estudo.

De acordo com o Regulamento (CE) n.º 1924/2006, de 20 de Dezembro, relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos, as amostras do músculo LL, de ambas as raças, podem ser classificadas como sendo uma fonte alimentar rica em proteínas. O referido diploma cita que um alimento é rico em proteínas, quando, pelo menos, 20% do valor energético do alimento for fornecido por proteínas. Comparando com outros alimentos, o teor de proteínas totais determinado na vitela Barrosã (músculo LL) e no novilho Mertolengo (músculo LL) é superior ao fornecido pelos cereais (8 a 12%) e inferior ao fornecido pela carne de coelho (22,9%) (Bender, 1992; Dal Bosco, Castellini & Bernardini, 2001; Abdul-Hamid et al., 2007).

As proteínas da carne estão sujeitas a várias alterações durante o aquecimento envolvendo a própria molécula ou resultantes de interações com outros constituintes da carne. Estas alterações compreendem essencialmente a sua desnaturação. A natureza e a extensão destas alterações dependem da temperatura e do tempo a que a carne é submetida ao tratamento térmico.

Vários estudos (Guillard et al., 1992; Saleh & Ahmed, 1998; Williams, 2007; Sainsbury et al., 2011) referem que a aplicação do tratamento térmico provoca um aumento do teor de proteínas, estando os resultados obtidos no presente estudo em consonância com o referido por aqueles autores (Tabela 11). O aumento do teor de proteínas é nas amostras do músculo LL da vitela Barrosã mais acentuado ( $P < 0,001$ ) quando aplicada a

cozedura (30,9 g/100 g) do que quando aplicados os métodos pelo forno micro-ondas (28,2 g/100 g) ou pela grelhagem (29,4 g/100 g), não se tendo registado diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os métodos pelo forno micro-ondas e pela grelhagem.

À semelhança do verificado na vitela Barrosã, no músculo LL do novilho Mertolengo também se verificou um aumento do teor de proteínas após a aplicação dos diferentes métodos de confeção. No entanto, não se registaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os três métodos de confeção estudados. O teor de proteínas determinado no músculo LL após aplicação dos métodos variou de 31,9 g/100 g a 33,8 g/100 g.

Heerden, Schonfeldt, Kruger e Smit (2007) verificaram que o teor de proteínas foi significativamente superior na carne de carneiro assada no forno do que na carne em cru. Outro estudo, realizado por Maranesi et al. (2005) em carne de cordeiro, revelou um aumento de 11,4% no teor de proteínas face ao teor determinado na carne crua, após aplicação dos métodos pelo forno micro-ondas e grelhagem, não havendo diferenças significativas entre ambos os métodos ( $P > 0,05$ ).

Mais tarde, Nikmaram et al. (2011) também verificaram que o teor de proteínas da carne de vitela aumentava, após a mesma ter sido submetida a vários métodos de confeção, comparativamente ao teor determinado na carne crua. Aqueles autores verificaram não existirem diferenças significativas entre o teor de proteínas determinado após aplicação do forno micro-ondas (35,5 g/100 g) e após a carne ter sido estufada (35,1 g/100 g). A assadura registou o teor de proteínas mais baixo (30,0 g/100 g) comparativamente aos restantes métodos, mas superior ao determinado na carne crua (20,7 g/100 g).

Barbanti e Pasquini (2005) estudaram diferentes binómios tempo/temperatura e verificaram que quando aumentavam o tempo/temperatura de 130 °C/4 minutos para 170 °C/12 minutos, o teor de proteínas em carne de frango aumentou de 27 g/100 g para 47,5 g/100 g, respetivamente, tendo a carne crua apresentado um teor de proteínas de 21,5 g/100 g. O efeito do tratamento térmico na composição nutricional dos alimentos depende da sensibilidade dos nutrientes a diversos fatores, tais como: calor, pH, oxigénio e luz (Morris, Barnett & Burrows, 2004).

### 3.2.2. Lípidos totais

O teor de lípidos foi determinado nas amostras dos músculos LL e ST das raças Barrosã e Merolenga (Tabela 11), tendo-se verificado na vitela Barrosã um efeito significativo do músculo ( $P < 0,01$ ) e do tratamento ( $P < 0,05$ ). No músculo LL da vitela Barrosã, verificou-se um teor de lípidos (4,7 g/100 g) superior ao teor determinado no músculo ST



(3,0 g/100 g). Esta diferença no teor de lípidos pode ser devida a uma diferente composição dos músculos em termos de fibras musculares. Contudo, encontra-se descrito que o teor de lípidos é mais elevado nas fibras de metabolismo oxidativo (tipo I) do que nas fibras de metabolismo glicolítico, uma vez que as fibras oxidativas utilizam preferencialmente os ácidos gordos como substrato energético (Alasnier, Rémignon & Gandemer, 1996).

Alfaia, et al. (2007) obtiveram teores de lípidos em carne bovina da raça Barrosã inferiores (1,6 a 2,3 g/100 g) aos teores encontrados no presente estudo. No entanto, aqueles autores também demonstraram existirem diferenças significativas no teor de lípidos em diferentes músculos da raça Barrosã ( $P < 0,001$ ).

No presente estudo, o teor de lípidos foi mais elevado após aplicação do método pela grelhagem (7,6 g/100 g), seguindo-se, por ordem decrescente, a cozedura (5,8 g / 100 g) e o forno micro-ondas (4,7 g/100 g). Nas amostras do músculo ST, o teor de lípidos foi mais elevado após a aplicação do forno micro-ondas (5,2 g/100 g) e da grelhagem (4,9 g/100 g), não havendo diferenças significativas entre estes dois métodos. A cozedura (3,9 g/100 g) foi o método que registou nas amostras do músculo ST um menor teor de lípidos.

Ao contrário do verificado na vitela Barrosã, no novilho Mertolengo não se verificou um efeito significativo do músculo ( $P > 0,05$ ), tendo o teor de lípidos determinado sido de 3,1 g/100 g e 2,9 g/100 g nas amostras dos músculos LL e ST, respetivamente. Alfaia et al. (2006) no seu estudo sobre a composição lipídica da carne bovina da raça Mertolenga obtiveram teores de lípidos de 1,2 a 1,8 g/100 g, teores estes inferiores aos encontrados no presente estudo.

Orellana et al. (2009) reportaram teores de lípidos em duas raças bovinas na ordem dos 2,1 g/100 g a 2,7 g/100 g, enquanto que Srinivasan, Xiong, Blanchard e Moody (1998) e Muchenje et al. (2009)<sup>b</sup> obtiveram, em várias raças bovinas, teores de lípidos mais baixos (1,3 g/100 g). Humada et al. (2014) estudaram o efeito do tipo de produção (semi-extensivo/intensivo) e verificaram que os bovinos provenientes do sistema de produção semi-extensivo apresentavam um teor de lípidos mais baixo (1,1 a 1,3%) comparativamente aos bovinos de produção intensiva (2,7 a 3,0%).

No presente estudo, em ambas as raças, verificou-se que teores mais elevados de lípidos totais conduzem a uma menor percentagem de *n*-6 PUFA e *n*-3 PUFA e a uma maior percentagem de SFA, podendo estes dados serem verificados na seção respeitante ao perfil dos ácidos gordos.

No novilho Mertolengo, o efeito do tratamento foi estatisticamente significativo ( $P < 0,01$ ), tendo-se verificado nas amostras do músculo LL o teor de lípidos mais elevado também após aplicação do método pela grelhagem (4,6 g/100 g), seguindo-se, por ordem decrescente, a cozedura (4,3 g / 100 g) e o forno micro-ondas (3,8 g/100 g). Nas amostras

do músculo ST, o teor de lípidos foi mais elevado após a aplicação do forno micro-ondas (5,8 g/100 g), seguindo-se, por ordem decrescente, a grelhagem (5,6 g/100 g) e por último a cozedura (4,2 g/100 g).

Campo et al. (2013) verificaram em carne de cordeiro um aumento do teor de lípidos após aplicação dos métodos de confeção estudados por aqueles autores, sendo este aumento devido às perdas de água durante a confeção. Barbantia e Pasquini (2005) verificaram que à medida que aumentava o binómio tempo/temperatura de 130 °C/4 minutos para 170 °C/12 minutos, o teor de lípidos em carne de frango aumentou de 1,04 g/100 g para 3,04 g/100 g, respectivamente, tendo a carne crua apresentado um teor de lípidos de 0,64 g/100 g.

Maranesi et al. (2005) quando compararam a composição lípidica de carne de cordeiro crua com carne que tinha sido submetida aos métodos de confeção pelo forno micro-ondas e grelhagem, verificaram que os métodos de confeção aumentaram o teor de lípidos comparativamente ao teor determinado na carne em cru, não se tendo registado diferenças significativas entre os referidos métodos. Baggio e Bragagnolo (2006) verificaram não existir diferenças significativas no teor de lípidos de almondegas cruas e após as mesmas terem sido submetidas no forno convencional (203 °C durante 20 minutos). Contudo, aqueles autores quando compararam o teor de lípidos de salsichas cruas com o teor de lípidos nas salsichas grelhadas (165 °C durante 30 minutos) verificaram que o método culinário aumentou significativamente o teor de lípidos.

**Tabela 11.** Efeito dos métodos de confecção no teor de proteínas totais (g/100 g músculo), lípidos totais (g/100 g músculo), humidade (g/100 g músculo), cinzas (g/100 g músculo) e no valor energético (kcal) da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo ( $n = 15$ ).

	Músculo LL				Músculo ST				$P^A$		
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	M×T
<b>Vitela Barrosã</b>											
Proteínas	19,6 <sup>a</sup> ±0,24	28,2 <sup>b</sup> ±0,48	30,9 <sup>c</sup> ±0,73	29,4 <sup>b,c</sup> ±0,50	(--)	(--)	(--)	(--)			***
Lípidos	4,71±0,58	4,75±0,39	5,75±0,57	7,58±0,86	3,03±0,91	5,24±1,0	3,85±0,52	4,90±0,64	**	*	ns
Humidade	75,1±1,27	61,6±0,09	62,9±1,84	59,4±2,07	76,6±1,99	62,8±2,03	64,6±1,82	61,7±1,50	***	***	ns
Cinzas	0,98 <sup>a</sup> ±0,064	1,40 <sup>b</sup> ±0,041	0,77 <sup>c</sup> ±0,014	1,76 <sup>d</sup> ±0,047	(--)	(--)	(--)	(--)			***
V. Energ.	123 <sup>a</sup> ±5,1	170 <sup>b</sup> ±4,0	183 <sup>b,c</sup> ±4,3	189 <sup>c</sup> ±4,5	(--)	(--)	(--)	(--)			***
<b>Novilho Mertolengo</b>											
Proteínas	20,9 <sup>a</sup> ±0,43	32,5 <sup>b</sup> ±0,31	31,9 <sup>b</sup> ±0,65	33,8 <sup>b</sup> ±0,39	(--)	(--)	(--)	(--)			***
Lípidos	3,06±0,384	3,83±0,575	4,33±0,656	4,55±0,493	2,89±0,364	5,77±0,791	4,21±0,474	5,56±0,826	ns	***	ns
Humidade	75,1±2,81	60,7±2,53	61,4±1,02	57,0±1,05	75,9±2,00	61,9±1,95	62,0±1,48	59,4±1,42	*	***	ns
Cinzas	1,08 <sup>a</sup> ±0,054	1,58 <sup>b</sup> ±0,042	0,91 <sup>c</sup> ±0,059	1,59 <sup>b</sup> ±0,081	(--)	(--)	(--)	(--)			***
V. Energ.	113 <sup>a</sup> ±4,7	173 <sup>b</sup> ±4,0	175 <sup>b</sup> ±4,2	189 <sup>c</sup> ±4,4	(--)	(--)	(--)	(--)			***

M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; M×T = interação entre o músculo e o tratamento térmico. Erro Padrão da Média ( $\pm$ SE).  $P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: \*,  $P < 0,05$ ; \*\*,  $P < 0,01$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; ns, não significativo ( $P > 0,05$ ). Na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes. (--) Teor determinado apenas nas amostras do músculo LL.

### 3.2.3. Humidade

A água é o principal constituinte químico da carne, representando cerca de 75% da sua massa. A maioria da água está retida nas proteínas miofibrilares, enquanto uma pequena quantidade está vinculada às proteínas sarcoplasmáticas e no tecido conjuntivo. O teor de humidade foi determinado nas amostras de ambos os músculos e em ambas as raças (Tabela 11).

Na vitela Barrosã, o teor de humidade determinado foi 75,1% e 76,6% nas amostras dos músculos LL e ST, respetivamente, tendo-se verificado um efeito significativo do músculo e do tratamento ( $P < 0,001$ ). No novilho Mertolengo, o teor de humidade variou de 75,0% a 75,9% nas amostras dos músculos LL e ST, respetivamente, tendo-se, à semelhança da vitela Barrosã, também verificado um efeito significativo do músculo ( $P < 0,05$ ) e do tratamento ( $P < 0,001$ ).

Modzelewska-Kapitula et al. (2012) obtiveram teores de humidade semelhantes aos referidos anteriormente, 75,2% e 76,4% nos músculos *infraspinatus* e *semimembranosus*, respetivamente. Badiani et al. (2002) obtiveram em três músculos de carne bovina teores de humidade um pouco mais baixos que os teores citados anteriormente, tendo estes variado de 72,5% a 75,0%. Os mesmos autores verificaram um efeito significativo do músculo no teor de humidade. Orellana et al. (2009) e Smith et al. (2011) relataram teores de humidade ainda mais baixos, tendo os mesmos variado de 60,0% a 70,7%, em carne bovina. No entanto, Muchenje et al. (2009)<sup>b</sup> relataram teores de humidade superiores (77,5%) aos obtidos no presente estudo.

Após a aplicação dos diferentes métodos de confeção nas amostras dos músculos da vitela Barrosã e no novilho Mertolengo, verificou-se uma diminuição do teor de humidade nas amostras, comparativamente ao teor de humidade determinado nas amostras em cru. Os resultados obtidos encontram-se em consonância com o referido por vários autores que também verificaram a existência de uma diminuição do teor de humidade após a confeção de carne, podendo esta diminuição variar de 4,4% a 12,4% (Saleh & Ahmed, 1998; Serrano, Librelotto, Cofrades, Sánchez-Muniz & Jiménez-Colmenero, 2007; Badiani et al., 2002; Kumar & Aalbersberg, 2006; Schönfeldt, Van Heerden, Sainsbury & Gibson, 2011; Juárez, et al., 2009; Modzelewska-Kapitula et al., 2012).

Nas amostras do músculo LL da vitela Barrosã, o teor de humidade foi, por ordem decrescente, de 62,9% na cozedura, seguindo-se o forno micro-ondas (61,6%) e por último a grelhagem (59,4%). O teor de humidade nas amostras do músculo ST, após aplicação dos vários métodos de confeção, apresentou a mesma ordem da verificada nas amostras do músculo LL, por ordem decrescente, cozedura (64,6%), forno micro-ondas (62,8%) e

grelhagem (61,7%). Tanto em cru como após a aplicação dos diferentes métodos de confeção, as amostras do músculo LL apresentaram um menor teor de humidade ( $P < 0,001$ ), comparativamente às amostras do músculo ST. Em ambas as amostras dos músculos do novilho Mertolengo, verificou-se um maior teor de humidade após a aplicação da cozedura, seguindo-se o forno micro-ondas e por último a grelhagem, tendo sido esta a ordem de grandeza referida anteriormente na carne da vitela Barrosã.

Nikmaram et al. (2011) verificaram no seu estudo uma diminuição muito acentuada no teor de humidade, em carne de vitela, após aplicação de diferentes métodos de confeção (forno micro-ondas, assadura e estufagem), tendo obtido na carne crua 73,5% e após aplicação dos métodos de confeção uma variação de 38,2% a 42,6%, não se tendo registado diferenças significativas entre os vários métodos aplicados.

Barbanti e Pasquini (2005) verificaram que quando aumentaram o binómio tempo/temperatura, o teor de humidade em carne de frango diminuiu de 70,3 g/100 g (130 °C/4 min) para 47,3 g/100 g (170 °C/12 min.), tendo a carne crua apresentado um teor de humidade de 76,6 g/100 g.

Serrano et al. (2007), verificaram que o teor de humidade em carne bovina é influenciado pelo seu teor em lípidos, ou seja, carne com maior teor de lípidos apresenta menor teor de humidade. De uma maneira geral o citado anteriormente encontra-se em consonância com o verificado no presente estudo. Por outro lado, também se verificou que a aplicação dos métodos de confeção aumentou o teor de proteínas e de lípidos e diminuiu o teor de humidade. Este facto também já tinha sido observado por Heymann, Hedrick e Karrasch (1990), Badiani, Stipa e Bitossi (2002) que verificaram que na carne cozinhada o teor de água diminui enquanto que os teores de gordura e de proteínas aumentam.

A aplicação dos métodos de confeção conduz a uma perda de humidade da carne que, por conseguinte, tal como verificado no presente estudo, vai influenciar o rendimento da mesma, ou seja, irá contribuir para a diminuição do peso do músculo comparativamente ao peso antes da aplicação dos métodos de confeção. Kondjoyan, Ouilic, Portanguen e Gros, (2013) no seu estudo sobre modelos cinéticos referem que a maior parte da perda de água é proveniente do suco expelido devido à desnaturação das proteínas. Alfaia, et al. (2010) relataram perdas significativas de humidade no músculo LL de bovinos da raça Alentejana, sendo estas mais evidentes após aplicação do forno micro-ondas (54,5%) comparativamente aos restantes métodos culinários estudados, uma vez que o aquecimento pelas micro-ondas provoca a migração rápida da água para a superfície do alimento, facilitando deste modo a sua evaporação.

### 3.2.4. Cinzas

O teor de cinzas foi determinado nas amostras do músculo LL de ambas as raças, apresentando-se os valores obtidos na Tabela 11. No presente estudo, o teor de cinzas obtido nas amostras do músculo LL da vitela Barrosã (0,98 g/100 g) e do novilho Mertolengo (1,1 g/100 g) foi similar ao verificado por Marchello et al. (1984), Srinivasan et al. (1998), Marchello et al. (1998), Farfán e Sammán (2003), Hoffman, Kroucamp e Manley (2007), Orellana et al. (2009), Muchenje et al. (2009)<sup>a</sup> e Nikmaram et al. (2011) que obtiveram teores entre 0,6 a 1,4 g/100 g. Com os dados obtidos, verificou-se um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ) no teor de cinzas. A cozedura é o método no qual foi registado um menor teor de cinzas (0,77 g/100 g) comparativamente aos restantes métodos, tendo o seu teor sido inferior ao determinado na carne crua (0,98 g/100 g).

No novilho Mertolengo foi igualmente verificado o anteriormente referido para a vitela Barrosã, ou seja, por ordem decrescente, grelhagem (1,6 g/100 g de músculo), forno micro-ondas (1,6 g/100 g de músculo) e cozedura (0,9 g/100 g de músculo). Nikmaram et al. (2011) também relataram um teor de cinzas mais elevado após aplicação do forno micro-ondas. Maranesi et al. (2005) verificaram em carne de cordeiro não existirem diferenças significativas no teor de cinzas na carne crua e após a sua confeção pelo forno micro-ondas, sendo o seu teor também superior na grelhagem. Barbanti e Pasquini (2005) verificaram que um aumento da temperatura e do tempo de confeção provoca um aumento do teor de cinzas em carne de frango (130 °C/4 min. – 1,37 g/100 g; 170 °C/12 min. – 2,18 g/100 g), comparativamente ao teor determinado na carne crua (1,29 g/100 g).

### 3.2.5. Valor energético

O valor energético dos alimentos é um dos parâmetros, dentro da composição nutricional dos alimentos, a ter em consideração pelos consumidores que pretendem fazer escolhas alimentares saudáveis. Atendendo aos teores de proteínas totais, lípidos totais, humidade e cinzas determinados na vitela Barrosã e no novilho Mertolengo foi possível determinar o valor energético antes e após a aplicação dos diferentes métodos de confeção nas amostras do músculo LL de ambas as raças. De acordo com os dados apresentados na Tabela 11 verifica-se que no músculo LL, em ambas as raças, o valor energético aumenta significativamente após aplicação dos diferentes métodos de confeção ( $P < 0,001$ ), comparativamente às amostras antes da aplicação dos métodos de confeção.

Na vitela Barrosã, o valor energético é mais elevado após aplicação da grelhagem (189 kcal) e da cozedura (182 kcal), não se registando diferenças significativas entre ambos

os métodos de confeção ( $P > 0,05$ ), comparativamente ao forno micro-ondas (170 kcal). No novilho Mertolengo, o valor energético também é mais elevado após aplicação da grelhagem (188 kcal), seguindo-se, por ordem decrescente a cozedura (175 kcal) e o forno micro-ondas (173 kcal).

Os resultados verificados no presente estudo encontram-se em consonância com o referido por Smith, Gill, Lunt e Brooks (2009) que também verificaram que a aplicação dos métodos de confeção aumentava o valor energético da carne, tendo aqueles autores relatado um aumento de 9,0% no valor energético de carne bovina, quando se verificou um aumento da temperatura de 63 °C para 82 °C. Em carne de cordeiro, Maranesi et al. (2005) também verificaram um aumento do valor energético da carne após aplicação dos métodos de confeção, comparativamente à carne em cru.

No presente estudo, em ambas as raças, verifica-se ser a grelhagem o método de confeção que confere um maior valor energético à carne. As orientações sobre alimentação saudável, emanadas por vários organismos, recomendam a grelhagem dos alimentos como sendo uma das escolhas saudáveis. No entanto, com os resultados obtidos considera-se que esta questão deverá ser reavaliada, de forma a promover a prática de métodos de confeção que proporcionem alimentos menos calóricos na dieta alimentar.

### **3.2.6. Retenção das proteínas totais, lípidos totais, humidade e cinzas**

#### **3.2.6.1. Retenção das proteínas totais**

Nas amostras do músculo LL da vitela Barrosã, a retenção das proteínas totais variou de 92,5% a 106% (Tabela 12), tendo-se verificado um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ). A retenção das proteínas totais nas amostras do músculo LL da vitela Barrosã foi superior após a cozedura (106%) comparativamente aos restantes métodos de confeção (grelhagem: 95,8% e forno micro-ondas: 92,5%). Porém, nas amostras do músculo LL do novilho Mertolengo a retenção das proteínas totais foi mais baixa, tendo variado de 90,2% a 96,5% (Tabela 12). A retenção das proteínas totais, no músculo LL do novilho Mertolengo, após aplicação da cozedura (90,2%) e da grelhagem (92,5%) não registaram diferenças significativas entre si, tendo-se verificado situação idêntica entre o forno micro-ondas (96,5%) e a grelhagem (92,5%).

Serrano et al. (2007) relataram que a retenção das proteínas em bife variou entre 93,4% a 104%. As proteínas não são susceptíveis à migração mas sim a concentrarem-se no alimento. Têm sido relatados níveis de retenção, de cerca de 100%, em produtos

cárneos submetidos a vários métodos de confecção. Kumar e Aalbersberg (2006) verificaram que a retenção das proteínas em vários alimentos varia de 96% a 103%, o que significa a existência de uma resistência das proteínas ao aquecimento dos alimentos. Noutro estudo, Kosulwat, Greenfield e Buckle (2003) verificaram uma retenção de 94,3% a 98,3% de proteínas em carne de borrego. Farfán e Samman (2003) verificaram uma retenção das proteínas de 87% a 90% em carne cozida, sendo esta retenção superior a 90% para a carne assada. Maranesi et al. (2005) verificaram, em carne de cordeiro, uma retenção mais elevada das proteínas após aplicação do forno micro-ondas (113%) comparativamente à grelhagem (101%).

**Tabela 12.** Retenção (%) do teor de proteínas totais, lípidos totais, humidade e cinzas nos músculos LL e ST da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo ( $n = 15$ ).

	Músculo LL			Músculo ST			$P^A$		
	MIC	COZ	GRE	MIC	COZ	GRE	M	T	M×T
<b>Vitela Barrosã</b>									
Proteínas	92,5 <sup>a</sup> ±1,35	106 <sup>b</sup> ±2,52	95,8 <sup>a</sup> ±2,29	(--)	(--)	(--)			***
Lípidos	64,5±5,17	82,2±8,22	102±11,6	106±20,5	80,6±10,4	99,2±11,7	ns	ns	ns
Humidade	52,9±1,22	56,3±0,874	50,7±1,26	51,8±1,58	55,2±0,921	51,6±1,52	ns	***	ns
Cinzas	89,9 <sup>a</sup> ±3,20	46,5 <sup>b</sup> ±1,07	105 <sup>c</sup> ±3,61	(--)	(--)	(--)			***
<b>Novilho Mertolengo</b>									
Proteínas	96,5 <sup>a</sup> ±1,58	90,2 <sup>b</sup> ±1,62	92,5 <sup>a,b</sup> ±1,93	(--)	(--)	(--)			*
Lípidos	81,3±7,60	93,9±9,97	94,7±13,01	122±6	92,6±8,52	117±10	*	ns	ns
Humidade	62,2±1,43	57,9±1,22	47,0±0,93	48,0±0,85	59,6±1,84	51,2±1,03	ns	***	ns
Cinzas	91,2 <sup>a</sup> ±2,98	49,9 <sup>b</sup> ±1,23	85,6 <sup>a</sup> ±2,38	(--)	(--)	(--)			***

MIC = forno micro-ondas; COZ = cozedura; GRE = grelhagem; M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; M×T = interação entre o músculo e o tratamento térmico. Erro Padrão da Média ( $\pm$ SE).  $P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: \*,  $P < 0,05$ ; \*\*,  $P < 0,01$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; ns, não significativo ( $P > 0,05$ ). Na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes. (--) Teor determinado apenas nas amostras do músculo LL.

### 3.2.6.2. Retenção dos lípidos totais

Na vitela Barrosã, o efeito do músculo e do tratamento não foi significativo no teor de lípidos (Tabela 12), tendo a retenção de lípidos variado entre 64,5% a 106%. No entanto, o efeito do músculo na retenção de lípidos no novilho Mertolengo foi estatisticamente significativo ( $P < 0,05$ ). Nas amostras do músculo LL do novilho Mertolengo, a retenção de lípidos variou de 81,3% a 94,7% sendo a sua retenção superior nas amostras do músculo



ST (92,6% a 122%). Apesar do efeito significativo do músculo no novilho Mertolengo, o efeito do tratamento não foi estatisticamente significativo ( $P > 0,05$ ).

Badiani et al. (2002) obtiveram retenções de 94,1% a 101% em diferentes músculos de carne bovina, não tendo aqueles autores observado um efeito significativo do músculo na retenção dos lípidos. Retenções ligeiramente mais elevadas (98% a 107%) foram verificadas por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2003) em carne bovina grelhada. Maranesi et al. (2005) reportaram para a carne de cordeiro uma retenção de lípidos de 96,2% a 102%, não tendo aqueles autores verificado diferenças significativas entre os métodos de confeção estudados (forno micro-ondas e grelhagem).

### **3.2.6.3. Retenção da humidade**

No que se refere à retenção da humidade, na vitela Barrosã não se verificou um efeito significativo do músculo ( $P < 0,05$ ), tendo-se registado uma variação de 50,7 a 56,3%. Estes dados encontram-se em consonância com o obtido por Alfaia et al. (2010) que obtiveram uma variação de 49,2% a 56,1% na retenção de humidade, em carne bovina da raça Alentejana. No presente estudo verificou-se um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ), tendo em ambos os músculos, a retenção da humidade sido superior após aplicação da cozedura (LL = 56,3%; ST = 55,2%). Contrariamente, Alfaia et al. (2010) obtiveram retenções de humidade mais elevadas após aplicação do método pela grelhagem.

No novilho Mertolengo também não se verificou um efeito significativo do músculo ( $P > 0,05$ ) tendo-se verificado um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ). Nas amostras do músculo LL a retenção de humidade foi mais elevada após aplicação do forno micro-ondas (62,2%) seguindo-se a cozedura (47,9%) e a grelhagem (47,0%), enquanto que nas amostras do músculo ST, a retenção da humidade foi mais elevada após aplicação da cozedura (59,6%), seguindo-se a grelhagem (51,2%) e, por último, o forno micro-ondas (48,0%).

Badiani et al. (2002) obtiveram retenções de humidade, em carne bovina, após aplicação de diferentes métodos de confeção superiores aos teores obtidos no presente estudo. Aqueles autores verificaram uma maior retenção da humidade após aplicação da grelhagem (98,8%) e uma retenção mais baixa após aplicação da cozedura (89,4%). No entanto, Maranesi et al. (2005) reportaram retenções de humidade em carne de cordeiro na mesma ordem de grandeza (51,6% a 61,0%) das obtidas no presente estudo, tendo sido a grelhagem o método que confere uma retenção mais baixa.

#### **3.2.6.4. Retenção das cinzas**

A retenção das cinzas nas amostras do músculo LL da vitela Barrosã variou de 46,5% a 105%, tendo o efeito do tratamento sido estatisticamente significativo ( $P < 0,001$ ). A retenção mais elevada foi verificada após a aplicação da grelhagem (105%) e a retenção mais baixa após a cozedura (46,5%).

No novilho Mertolengo, a retenção das cinzas variou de 49,9% a 91,2%, tendo sido, à semelhança do verificado na vitela Barrosã, o efeito do tratamento estatisticamente significativo ( $P < 0,001$ ). A retenção mais elevada verificou-se após a aplicação do forno micro-ondas (91,2%) e a mais baixa após a aplicação da grelhagem (49,9%). Em carne de cordeiro, Maranesi et al. (2005) obtiveram retenções de 72,5%, não tendo verificado diferenças significativas entre o forno micro-ondas e a grelhagem.

### 3.3. EFEITO DOS MÉTODOS DE CONFEÇÃO NA COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS

A composição em aminoácidos foi determinada nas amostras do músculo LL em ambas as raças, tendo sido quantificados quinze aminoácidos (Tabela 13 e 14). Os aminoácidos asparagina, cistina, glutamina, histidina e triptofano não foram quantificados pelo método utilizado no presente estudo. Woo e Lee (1995) relataram que a glutamina, asparagina e o triptofano são completamente destruídos durante a hidrólise com ácido clorídrico. Relativamente à cistina, a sua determinação torna-se difícil devido à sua instabilidade durante a hidrólise (Deferrari et al., 2010). A histidina também não foi quantificada devido ao seu teor ter sido inferior ao limite de deteção (Anexo I).

**Tabela 13.** Teor de aminoácidos (AA) totais (g/100 g de músculo) e respetiva quantificação em função do seu teor total no músculo LL da vitela Barrosã (% do total de AA), antes e após aplicação dos métodos de confeção ( $n = 15$ ).

	Métodos de confeção				$P^A$
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	
<b>AA totais</b>	18,4 <sup>a</sup> ±1,67	31,3 <sup>b</sup> ±2,27	31,2 <sup>b</sup> ±1,82	37,2 <sup>c</sup> ±2,19	***
<b>Ác. Aspártico</b>	10,0±0,586	9,78±0,395	11,1±0,255	9,24±0,739	ns
<b>Ác. Glutâmico</b>	18,7 <sup>a</sup> ±0,958	16,8 <sup>a,b</sup> ±0,805	17,9 <sup>a,b</sup> ±1,026	15,7 <sup>b</sup> ±0,488	*
<b>Alanina</b>	8,11±0,516	8,09±0,456	8,29±0,228	7,22±0,345	ns
<b>Arginina</b>	4,88±0,443	5,06±0,322	4,83±0,395	3,98±0,323	ns
<b>Fenilalanina</b>	4,42±0,235	5,13±0,504	4,11±0,206	3,99±0,181	ns
<b>Glicina</b>	2,01±0,302	2,52±0,193	2,21±0,242	2,51±0,294	ns
<b>Isoleucina</b>	7,25±0,233	7,36±0,224	7,77±0,257	6,87±0,232	ns
<b>Leucina</b>	11,7 <sup>a</sup> ±0,407	11,9 <sup>a</sup> ±0,461	12,0 <sup>a</sup> ±0,372	23,0 <sup>b</sup> ±1,97	***
<b>Lisina</b>	2,07±0,523	3,37±0,472	2,20±0,544	1,66±0,397	ns
<b>Metionina</b>	1,50 <sup>a,b</sup> ±0,163	1,68 <sup>a</sup> ±0,112	1,59 <sup>a</sup> ±0,141	1,05 <sup>b</sup> ±0,096	***
<b>Prolina</b>	2,39±0,202	2,68±0,242	2,44±0,175	2,37±0,229	ns
<b>Serina</b>	8,22 <sup>a</sup> ±0,632	8,32 <sup>a,b</sup> ±0,739	7,49 <sup>a</sup> ±0,279	6,35 <sup>b</sup> ±0,220	**
<b>Tirosina</b>	2,48±0,931	1,72±0,275	1,63±0,249	1,41±0,330	ns
<b>Treonina</b>	8,43 <sup>a,b</sup> ±0,296	7,96 <sup>a,b</sup> ±0,299	8,34 <sup>a</sup> ±0,179	7,52 <sup>b</sup> ±0,239	*
<b>Valina</b>	8,67 <sup>a,b</sup> ±0,549	7,91 <sup>a,b</sup> ±0,208	8,08 <sup>a</sup> ±0,161	7,17 <sup>b</sup> ±0,197	**

Erro padrão da média ( $\pm$ SE);  $P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: ns - não significativo  $P > 0,05$ ; \*,  $P < 0,05$ ; \*\*,  $P < 0,01$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; na mesma linha médias com letras diferentes são significativamente diferentes.

Da análise do conteúdo em aminoácidos determinado na vitela Barrosã (Tabela 13), antes da aplicação dos métodos de confecção, verificou-se que o ácido glutâmico representa 18,7% do total dos aminoácidos, a leucina 11,7% e o ácido aspártico 10,0%. Com 6 a 9% encontram-se, por ordem decrescente, os aminoácidos valina (8,7%), serina (8,2%), treonina (8,4%), alanina (8,1%) e isoleucina (7,2%). Com valores mais baixos (< 5%) encontram-se os aminoácidos arginina, fenilalanina, lisina, glicina, tirosina, prolina e metionina.

Do perfil de aminoácidos identificados no novilho Mertolengo (Tabela 14) verificou-se que o ácido glutâmico representa 19,0% seguindo-se a leucina (11,0%) e a serina (9,5%). Entre 6 e 9% encontram-se representados o ácido aspártico (8,9%), a alanina (8,1%), a treonina (7,7%), a isoleucina (7,3%) e a valina (7,7%). Por último, os que estão presentes em menor quantidade (< 5%) são os aminoácidos fenilalanina, lisina, glicina, prolina, metionina e tirosina.

Resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo foram relatados por Gilka, et al., (1989) e Serrano et al., (2005) na determinação da composição em aminoácidos de cordeiro e de carne bovina, respetivamente. Os mesmos autores também identificaram os aminoácidos ácido glutâmico, lisina, ácido aspártico, alanina e leucina como sendo os presentes em maior quantidade. Observações semelhantes foram reportadas por Sales e Hayes (1996), Hoffman, Kritzinger e Ferreira (2005) que relataram que, no músculo *longissimus dorsi* de impalas e de avestruzes, os aminoácidos presentes em maior concentração foram o ácido glutâmico, o ácido aspártico, a lisina e a leucina. Posteriormente, resultados semelhantes foram encontrados por Salvá, Zumalacárregui, Figueira, Osorio e Mateo (2009) que relataram níveis mais elevados de ácido glutâmico, ácido aspártico e lisina, comparativamente aos restantes aminoácidos, na composição nutricional dos músculos *longissimus thoracis* e *lumborum* de alpacas. Uma tendência semelhante foi observada em carne de suíno por Okrouhlá et al. (2006), Purchas, Rutherford, Pearce, Vather e Wilkinson (2009) em que os ácidos glutâmico e aspártico foram os aminoácidos identificados com teores mais elevados, enquanto que os teores mais baixos foram conferidos aos aminoácidos prolina, serina, glicina e alanina.

Uma vez que a maioria dos pratos culinários com carne necessita de uma fonte de calor, ou seja, de um tratamento térmico, foi estudado o efeito de três métodos de confecção na composição em aminoácidos do músculo LL da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo. Na análise do total de aminoácidos determinado na vitela Barrosã, verificou-se que os métodos pelo forno micro-ondas (31,3 g/100 g) e pela cozedura (31,2 g/100 g) não registaram diferenças significativas entre si, tendo o teor de aminoácidos aumentado após aplicação da grelhagem (37,2 g/100 g). Dos 15 aminoácidos identificados, verificou-se que

ocorreu um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,05$ ) apenas nos teores dos seguintes aminoácidos: ácido glutâmico, leucina, metionina, serina, treonina e valina (Tabela 13). Com os dados obtidos, verificou-se que a aplicação dos métodos de confecção nas condições estudadas provocou um aumento do teor de aminoácidos nas amostras do músculo LL da vitela Barrosã, comparativamente ao teor determinado antes da aplicação dos métodos de confecção.

**Tabela 14.** Teor de aminoácidos (AA) totais (g/100 g de músculo) e respetiva quantificação em função do seu teor total no músculo LL do novilho Mertolengo (% do total de AA), antes e após aplicação dos métodos de confecção ( $n = 15$ ).

	Métodos de confecção				$P^A$
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	
<b>AA totais</b>	18,0 <sup>a</sup> ±0,236	30,9 <sup>b</sup> ±0,603	30,9 <sup>b</sup> ±0,276	35,1 <sup>c</sup> ±0,249	***
<b>Ác. Aspártico</b>	8,89 <sup>a</sup> ±0,384	9,93 <sup>a,b</sup> ±0,401	10,5 <sup>b</sup> ±0,188	10,4 <sup>b</sup> ±0,207	***
<b>Ác. Glutâmico</b>	19,0 <sup>a</sup> ±0,28	17,1 <sup>b</sup> ±0,44	16,8 <sup>b</sup> ±0,30	16,8 <sup>b</sup> ±0,24	***
<b>Alanina</b>	8,14±0,348	7,90±0,244	8,43±0,269	8,86±0,262	ns
<b>Arginina</b>	5,84 <sup>a</sup> ±0,352	7,47 <sup>b</sup> ±0,218	6,44 <sup>a,b</sup> ±0,216	6,83 <sup>a,b</sup> ±0,238	***
<b>Fenilalanina</b>	3,94 <sup>a</sup> ±0,102	4,62 <sup>b</sup> ±0,181	4,51 <sup>b</sup> ±0,178	4,33 <sup>b</sup> ±0,130	**
<b>Glicina</b>	2,41 <sup>a</sup> ±0,146	2,56 <sup>a</sup> ±0,138	2,61 <sup>a</sup> ±0,104	3,38 <sup>b</sup> ±0,073	***
<b>Isoleucina</b>	7,30±0,282	6,77±0,327	7,37±0,307	7,45±0,211	ns
<b>Leucina</b>	11,0±0,304	10,4±0,406	10,3±0,295	10,4±0,268	ns
<b>Lisina</b>	2,94 <sup>a</sup> ±0,215	4,83 <sup>b</sup> ±0,304	3,28 <sup>a,c</sup> ±0,294	3,77 <sup>c</sup> ±0,197	***
<b>Metionina</b>	1,14 <sup>a,b</sup> ±0,129	1,51 <sup>a</sup> ±0,108	1,07 <sup>b</sup> ±0,053	1,11 <sup>a,b</sup> ±0,046	**
<b>Prolina</b>	2,54 <sup>a</sup> ±0,109	3,31 <sup>b,c</sup> ±0,218	3,55 <sup>c</sup> ±0,175	2,91 <sup>a,b</sup> ±0,137	***
<b>Serina</b>	9,54 <sup>a</sup> ±0,549	6,63 <sup>b,c</sup> ±0,226	7,38 <sup>b</sup> ±0,257	5,77 <sup>c</sup> ±0,232	***
<b>Tirosina</b>	1,86 <sup>a</sup> ±0,121	1,96 <sup>a</sup> ±0,080	1,55 <sup>b</sup> ±0,115	1,18 <sup>c</sup> ±0,052	***
<b>Treonina</b>	7,71±0,498	7,58±0,278	8,01±0,251	8,30±0,146	ns
<b>Valina</b>	7,71 <sup>a</sup> ±0,234	7,42 <sup>a</sup> ±0,440	7,96 <sup>a,b</sup> ±0,475	8,50 <sup>b</sup> ±0,136	*

Erro padrão da média ( $\pm$ SE);  $P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: ns - não significativo  $P > 0,05$ ; \*,  $P < 0,05$ ; \*\*,  $P < 0,01$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes.

À semelhança do verificado nas amostras do músculo LL da vitela Barrosã, no novilho Mertolengo também se verificou um aumento do teor de aminoácidos após aplicação dos métodos de confecção, tendo também sido a grelhagem o método que revelou um maior teor de aminoácidos (35,1 g/100 g) comparativamente aos restantes métodos. Dos aminoácidos determinados nas amostras do músculo LL do novilho Mertolengo, os

aminoácidos alanina, isoleucina, leucina e treonina foram os únicos que não registaram um efeito significativo do tratamento ( $P > 0,05$ ) comparativamente às amostras antes da aplicação dos métodos de confecção. Assim, verificou-se que o perfil de aminoácidos no novilho Mertolengo parece ser mais sensível à ação dos métodos de confecção comparativamente ao perfil determinado na vitela Barrosã.

Gatellier et al. (2009) observaram que o aquecimento a 60 °C teve pouca influência sobre os níveis de aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina e fenilalanina), enquanto que temperaturas mais elevadas (100 °C e 140 °C) tiveram um efeito notável sobre a estabilidade dos referidos aminoácidos. Segundo os mesmos autores, o aumento do teor de aminoácidos durante o processo de aquecimento pode ser devido às perdas por cozedura observadas durante o aquecimento, aumentando, por conseguinte, a concentração de aminoácidos presentes no músculo.

Sainsbury, Schonfeldt e Van Heerden (2011) referem que a alteração da concentração em nutrientes é principalmente devida à perda de água pelo músculo. Sengor, Gun e Kalafatoglu (2008) observaram que a fervura e a fritura contribuem para o aumento do valor nutricional de mexilhões, no que se refere ao seu perfil em aminoácidos. Contrariamente, Slupski, Lisiewska, Kmiecik, Gebczynski e Sobczynska (2010) observaram que o cozimento de couve-flor fresca não causou alterações significativas nos teores de aminoácidos, com exceção da tirosina, cujo teor foi significativamente mais baixo. Steiner-Asiedu, Asiedu e Njaa (1991) também não observaram qualquer efeito da temperatura sobre o teor de aminoácidos em peixe cozinhado, durante 30 minutos. No entanto, Seet e Brown (1983) relataram que a cozedura de atum a 100 °C, durante três horas, reduziu a quantidade dos aminoácidos lisina, histidina e cistina, não tendo sido demonstrada qualquer alteração no teor dos restantes aminoácidos.

Vários autores referem que o tempo de aquecimento e a temperatura são parâmetros importantes que poderão influenciar o teor de aminoácidos nos alimentos (Hilmes & Fischer, 1997; Lisiewska, Slupski, Kmiecik & Gebczynski, 2008). Zhang, Wang, Wang e Zhang (2014) no seu estudo sobre o efeito da cozedura (95 °C) no teor em aminoácidos de carne de coelho, verificaram que o aumento do tempo de cozedura de cinco minutos para 15 minutos contribuiu para o aumento do teor da maioria dos aminoácidos determinados por aqueles autores. O mesmo já não foi verificado quando utilizaram o método pela fritura (175 °C, óleo de soja) na passagem de dois para seis minutos, tendo ocorrido uma diminuição do teor da maioria dos aminoácidos.

Gatellier et al. (2009) verificaram que a cozedura de alimentos a 60 °C produz um efeito pouco significativo no teor de tirosina, tendo ocorrido um ligeiro decréscimo de 16%

face ao seu teor inicial. No entanto, temperaturas mais elevadas (140 °C) provocaram uma diminuição mais acentuada (diminuição de 50%) nos teores de tirosina e de fenilalanina.

Para além dos parâmetros referidos anteriormente, Severi, Bedogni, Manzieri, Poli e Battistini (1997) referem ainda a existência de outros fatores que eventualmente poderão influenciar a estabilidade dos nutrientes na carne cozinhada, como sendo o tamanho da porção do alimento a submeter ao tratamento térmico e o uso da água da cozedura.

### 3.3.1. Retenção dos aminoácidos

As tabelas 15 e 16 apresentam a retenção dos aminoácidos nas amostras estudadas.

**Tabela 15.** Retenção (%) dos aminoácidos presentes no músculo LL da vitela Barrosã, após aplicação dos diferentes métodos de confeção ( $n = 15$ ).

	Métodos de confeção			$P^A$
	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	
<b>AA totais</b>	97±29,5	121±27,2	135±38,4	ns
<b>Ác. aspártico</b>	110±9,93	129±9,26	143±16,1	ns
<b>Ác. glutâmico</b>	102±4,24	115±7,47	130±10,5	ns
<b>Alanina</b>	117±11,4	125±8,88	137±11,3	ns
<b>Arginina</b>	123±14,9	117±11,2	123±15,4	ns
<b>Fenilalanina</b>	127±11,6	110±9,60	133±13,6	ns
<b>Glicina</b>	146±17,9	134±19,1	180±23,1	ns
<b>Isoleucina</b>	116±7,85	128±8,73	142±9,48	ns
<b>Leucina</b>	117 <sup>a</sup> ±9,29	123 <sup>a</sup> ±8,22	177 <sup>b</sup> ±20,9	***
<b>Lisina</b>	189±30,8	125±33,0	127±36,0	ns
<b>Metionina</b>	135±12,3	137±16,1	112±12,8	ns
<b>Prolina</b>	126±15,6	119±12,1	144±18,0	ns
<b>Serina</b>	111±11,2	104±7,15	113±8,22	ns
<b>Tirosina</b>	129±27,0	126±19,1	135±41,1	ns
<b>Treonina</b>	109±6,37	120±7,45	136±8,53	ns
<b>Valina</b>	105±6,18	113±7,17	125±7,83	ns

Erro padrão da média ( $\pm$ SE).  $P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: ns - não significativo  $P > 0,05$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes.

Nas amostras do músculo LL da vitela Barrosã a retenção dos aminoácidos variou entre 102% e 189% (Tabela 15), tendo-se verificado na maioria dos aminoácidos retenções mais baixas após aplicação do forno micro-ondas e da cozedura comparativamente à grelhagem. Dos 15 aminoácidos identificados apenas a leucina ( $P < 0,001$ ) apresentou diferenças significativas nas suas retenções entre os diferentes métodos de confeção, tendo-se verificado uma retenção mais elevada após aplicação da grelhagem comparativamente aos restantes métodos. Não se verificaram diferenças significativas na retenção entre os métodos pelo forno micro-ondas e pela cozedura ( $P > 0,05$ ).

Nas amostras do músculo LL do novilho Mertolengo a retenção dos aminoácidos variou de 75,1% a 183% (Tabela 16), tendo-se verificado, à semelhança do observado na vitela Barrosã, retenções dos aminoácidos mais elevadas após aplicação da grelhagem comparativamente à cozedura e ao forno micro-ondas. Verificou-se que dos 15 aminoácidos

**Tabela 16.** Retenção (%) dos aminoácidos presentes no músculo LL do novilho Mertolengo, após aplicação dos diferentes métodos de confeção ( $n = 15$ ).

	Métodos de confeção			$P^A$
	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	
<b>AA totais</b>	111±10,6	116±7,6	125±7,9	ns
<b>Ác. aspártico</b>	124 <sup>a</sup> ±6,08	136 <sup>a,b</sup> ±3,90	146 <sup>b</sup> ±4,23	*
<b>Ác. glutâmico</b>	99,0 <sup>a</sup> ±2,47	102 <sup>a</sup> ±2,02	110 <sup>b</sup> ±1,97	**
<b>Alanina</b>	107 <sup>a</sup> ±4,51	120 <sup>a</sup> ±3,71	136 <sup>b</sup> ±4,91	***
<b>Arginina</b>	139±3,71	127±5,05	145±5,88	ns
<b>Fenilalanina</b>	130±6,06	133±6,17	137±4,12	ns
<b>Glicina</b>	123 <sup>a</sup> ±8,18	126 <sup>a</sup> ±5,02	176 <sup>b</sup> ±4,68	***
<b>Isoleucina</b>	103 <sup>a</sup> ±5,06	118 <sup>b</sup> ±5,84	128 <sup>b</sup> ±4,71	**
<b>Leucina</b>	103±5,21	108±2,79	117±3,92	ns
<b>Lisina</b>	183 <sup>a</sup> ±13,3	128 <sup>b</sup> ±10,5	160 <sup>a,b</sup> ±9,0	**
<b>Metionina</b>	151 <sup>a</sup> ±11,5	112 <sup>b</sup> ±6,07	125 <sup>a,b</sup> ±5,66	*
<b>Prolina</b>	162 <sup>a</sup> ±5,38	160 <sup>a</sup> ±4,50	142 <sup>b</sup> ±6,01	*
<b>Serina</b>	76,7 <sup>a</sup> ±3,38	89,8 <sup>b</sup> ±3,97	75,1 <sup>a</sup> ±3,06	**
<b>Tirosina</b>	119 <sup>a</sup> ±6,65	97,5 <sup>a,b</sup> ±6,98	80,1 <sup>b</sup> ±3,71	***
<b>Treonina</b>	107 <sup>a</sup> ±4,58	120 <sup>a</sup> ±3,94	133 <sup>b</sup> ±2,37	***
<b>Valina</b>	107 <sup>a</sup> ±7,05	120 <sup>a,b</sup> ±8,01	137 <sup>b</sup> ±2,63	***

Erro padrão da média ( $\pm$ SE).  $P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: ns - não significativo  $P > 0,05$ ; \*,  $P < 0,05$ ; \*\*,  $P < 0,01$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes.



identificados apenas a arginina, a fenilalanina e a leucina foram os únicos aminoácidos que nas suas retenções não registaram diferenças significativas entre os métodos de confeção. Ao contrário do verificado no presente estudo, Masatcioglu, Perry e Koksel (2014) referem que os alimentos submetidos a temperaturas altas diminuem significativamente o teor de lisina.

Lisiewska et al. (2008), citando Lee et al. (1982), referiu que a retenção de aminoácidos presentes em ervilhas frescas depende da temperatura e do tempo da aplicação do método de confeção. Com um tratamento térmico de baixa intensidade, o teor de aminoácidos determinado nas ervilhas manteve-se estável, enquanto que um tratamento térmico mais intenso reduziu significativamente o teor dos aminoácidos alanina, treonina e serina.

### 3.4. EFEITO DOS MÉTODOS DE CONFEÇÃO NO PERFIL DE ÁCIDOS GORDOS

As amostras estudadas de vitela Barrosã apresentam uma maior percentagem de SFA (34,6% a 42,3%), seguindo-se os MUFA (37,9% a 39,5%) e por último os PUFA (10,3% a 17,6%) (Tabela 17). Costa et al. (2006) verificaram que no músculo *longissimus dorsi* de vitela Barrosã, os SFA representavam 44,3% a 49,8% do total de ácidos gordos, os MUFA 43,9% a 48,4% e os PUFA apenas 4,4% a 5,3%. Badiani et al. (2002) reportaram valores idênticos aos verificados por Costa et al. (2006) no seu estudo em três músculos da raça Charolesa, nos quais verificaram que os SFA representavam 46,0% a 47,2% do total de ácidos gordos, os MUFA 44,2% a 46,9% e os PUFA 4,8% a 7,2%.

A composição em ácidos gordos (g/100 g FAME) das amostras dos músculos LL e ST da vitela Barrosã (Tabela 17) evidenciam que os SFA presentes em maior quantidade na vitela Barrosã, em ambos os músculos, por ordem decrescente, são o palmítico (16:0; 19,1% a 22,7%), o esteárico (18:0; 12,0% a 14,1%) e o mirístico (14:0; 2,2% a 3,7%). Dos MUFA identificados, o que se encontra presente em maior quantidade é o oleico (18:1c9, 29,0% a 30,9%), enquanto que dos PUFA identificados predomina o linoleico (18:2n-6; 5,2 a 8,1%). Resultados semelhantes foram reportados por Costa et al. (2006) e Alfaia et al. (2007), nos seus trabalhos sobre o perfil lipídico da carne bovina da raça Barrosã.

Kirsten (1999) refere que das várias carnes vermelhas disponíveis no mercado, a carne proveniente de ruminantes apresenta no seu perfil de ácidos gordos uma predominância dos SFA em detrimento dos MUFA e PUFA. O predomínio dos SFA, particularmente do ácido esteárico na carne dos ruminantes, advém da acção dos microrganismos do rúmen que promovem a biohidrogenação dos MUFA e PUFA provenientes da dieta. A maioria dos ácidos gordos identificados apresentou um efeito significativo do músculo, podendo estas diferenças serem devidas à percentagem do tipo de fibras que constitui cada um dos músculos (Wood et al., 2004).

No novilho Mertolengo, antes de se aplicarem os diferentes métodos de confeção, verificou-se que os SFA (Tabela 18) representam 33,5% a 35,6% do total de ácidos gordos, seguindo-se os MUFA (23,3% a 29,6%) e os PUFA (22,1% a 28,9%). Costa et al. (2008) no seu estudo sobre a composição de ácidos gordos em três músculos do novilho Mertolengo obtiveram para os SFA e MUFA percentagens superiores às verificadas no presente estudo, 39,0% a 43,5% e 33,5% a 38,9%, respetivamente. No entanto, para os PUFA, os referidos autores obtiveram uma representatividade de 17,0% a 26,7% do total de ácidos gordos, valores ligeiramente inferiores aos obtidos no presente estudo.

**Tabela 17.** Efeito dos métodos de confecção na composição de ácidos gordos (g/100 g FAME) nos músculos LL e ST da vitela Barrosã (*n* = 15).

	Músculo LL				Músculo ST				P <sup>A</sup>		
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	M×T
<b>12:0</b>	0,17±0,018	0,17±0,016	0,18±0,014	0,18±0,017	0,09±0,006	0,09±0,007	0,10±0,010	0,12±0,011	***	ns	ns
<b>14:0</b>	3,67±0,273	3,86±0,239	4,12±0,211	4,20±0,238	2,18±0,137	2,64±0,146	2,75±0,195	3,12±0,219	***	*	ns
<b>14:1c9</b>	0,49±0,048	0,50±0,042	0,54±0,039	0,57±0,061	0,37±0,030	0,46±0,039	0,37±0,092	0,46±0,103	*	ns	ns
<b>15:0</b>	0,55±0,036	0,60±0,036	0,64±0,030	0,65±0,035	0,35±0,018	0,43±0,022	0,38±0,106	0,4±0,067	***	ns	ns
<b>16:0</b>	22,7±0,491	22,5±0,423	23,2±0,425	23,5±0,391	19,1±0,340	19,3±0,380	16,3±4,175	17,0±3,075	***	ns	ns
<b>16:1</b>	0,39±0,014	0,39±0,013	0,38±0,015	0,39±0,013	0,43±0,014	0,41±0,013	0,35±0,090	0,31±0,049	ns	ns	ns
<b>16:1c9</b>	2,97±0,148	2,91±0,137	3,03±0,127	3,23±0,182	2,77±0,137	2,84±0,137	2,33±0,576	2,68±0,554	ns	ns	ns
<b>16:1f9</b>	0,17 <sup>a</sup> ±0,015	0,18 <sup>a</sup> ±0,016	0,15 <sup>a</sup> ±0,016	0,13 <sup>a</sup> ±0,012	0,31 <sup>b</sup> ±0,021	0,26 <sup>b</sup> ±0,016	0,22 <sup>a,b</sup> ±0,057	0,15 <sup>a</sup> ±0,016	***	***	**
<b>17:0</b>	0,93±0,024	0,93±0,025	0,92±0,041	0,95±0,030	0,78±0,020	0,79±0,030	0,70±0,197	0,72±0,123	**	ns	ns
<b>17:1c8</b>	0,08±0,004	0,07±0,004	0,07±0,004	0,07±0,004	0,08±0,005	0,08±0,005	0,07±0,020	0,06±0,010	ns	ns	ns
<b>17:1c9</b>	0,61±0,058	0,70±0,015	0,73±0,014	0,73±0,017	0,74±0,023	0,76±0,021	0,66±0,175	0,67±0,122	ns	ns	ns
<b>18:0</b>	14,2±0,388	14,3±0,457	14,6±0,464	14,6±0,461	12,0±0,319	12,4±0,293	11,1±3,056	10,1±1,677	**	ns	ns
<b>18:1c9</b>	30,9±0,661	31,2±0,702	32,1±0,646	32,0±0,691	29,1±1,046	31,0±0,894	26,3±6,795	27,3±5,424	ns	ns	ns
<b>18:1c/t</b>	3,78±0,077	3,85±0,067	3,75±0,200	3,97±0,082	3,89±0,048	3,92±0,050	3,37±0,878	3,15±0,529	ns	ns	ns
<b>18:2n-6</b>	5,15 <sup>a</sup> ±0,506	5,45 <sup>a</sup> ±0,450	4,53 <sup>a</sup> ±0,388	4,28 <sup>a</sup> ±0,406	8,09 <sup>b</sup> ±0,555	7,58 <sup>b</sup> ±0,474	7,04 <sup>a,b</sup> ±2,106	4,25 <sup>a</sup> ±0,473	**	***	*
<b>18:2t</b>	0,21±0,018	0,21 ± 0,017	0,21 ± 0,017	0,22±0,018	0,16±0,010	0,17±0,015	0,13±0,031	0,16±0,029	***	ns	ns
<b>18:3n-3</b>	0,85±0,066	0,88±0,069	0,77±0,073	0,72±0,057	1,15±0,115	1,05±0,081	0,83±0,208	0,62±0,086	ns	***	ns
<b>20:0</b>	0,13±0,003	0,13±0,004	0,12±0,003	0,13±0,005	0,10±0,005	0,10±0,003	0,09±0,025	0,08±0,011	***	ns	ns
<b>20:1n-9</b>	0,09±0,005	0,09±0,005	0,09±0,006	0,09±0,004	0,09±0,006	0,10±0,005	0,09±0,023	0,08±0,017	ns	ns	ns
<b>20:2n-6</b>	0,05 <sup>a</sup> ±0,005	0,05 <sup>a</sup> ±0,005	0,04 <sup>a</sup> ±0,004	0,04 <sup>a</sup> ±0,005	0,08 <sup>b</sup> ±0,006	0,08 <sup>b</sup> ±0,006	0,07 <sup>a,b</sup> ±0,020	0,04 <sup>a</sup> ±0,006	***	**	*
<b>20:3n-9</b>	0,13 <sup>a</sup> ±0,017	0,13 <sup>a</sup> ±0,012	0,10 <sup>a</sup> ±0,014	0,09 <sup>a</sup> ±0,012	0,23 <sup>b</sup> ±0,017	0,20 <sup>b</sup> ±0,024	0,19 <sup>a,b</sup> ±0,061	0,10 <sup>a</sup> ±0,013	***	***	**

**Tabela 17.** Efeito dos métodos de confecção na composição de ácidos gordos (g/100 g FAME) nos músculos LL e ST da vitela Barrosã

(n = 15) (Continuação)

	Músculo LL				Músculo ST				P <sup>A</sup>		
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	MxT
<b>20:3n-6</b>	0,42 <sup>a</sup> ±0,052	0,45 <sup>a</sup> ±0,047	0,33 <sup>a</sup> ±0,049	0,29 <sup>a</sup> ±0,035	0,82 <sup>b</sup> ±0,062	0,74 <sup>b</sup> ±0,062	0,64 <sup>a,b</sup> ±0,181	0,35 <sup>a</sup> ±0,046	***	***	**
<b>20:4n-6</b>	1,77 <sup>a</sup> ±0,20	1,88 <sup>a</sup> ±0,191	1,32 <sup>a</sup> ±0,20	1,06±0,121	3,53 <sup>b</sup> ±0,275	3,15 <sup>b</sup> ±0,257	2,68 <sup>a,b</sup> ±0,757	1,28 <sup>a</sup> ±0,150	***	***	***
<b>20:5n-3</b>	0,72 <sup>a</sup> ±0,091	0,78 <sup>a,d</sup> ±0,099	0,53 <sup>a,b</sup> ±0,091	0,39 <sup>b</sup> ±0,049	1,51 <sup>c</sup> ±0,165	1,23 <sup>c,d</sup> ±0,113	0,92 <sup>a,b,c</sup> ±0,223	0,50 <sup>a,b</sup> ±0,088	***	***	**
<b>22:4n-6</b>	0,08 <sup>a</sup> ±0,011	0,09 <sup>a</sup> ±0,009	0,06 <sup>a</sup> ±0,008	0,06 <sup>a</sup> ±0,009	0,14 <sup>b</sup> ±0,014	0,14 <sup>b</sup> ±0,016	0,14 <sup>b</sup> ±0,045	0,06 <sup>a</sup> ±0,007	***	***	*
<b>22:5n-3</b>	0,76 <sup>a,b</sup> ±0,077	0,82 <sup>a</sup> ±0,070	0,59 <sup>a,b</sup> ±0,084	0,51 <sup>b</sup> ±0,052	1,50 <sup>c</sup> ±0,117	1,35 <sup>c</sup> ±0,102	1,14 <sup>a,c</sup> ±0,313	0,55 <sup>b</sup> ±0,075	***	***	***
<b>22:6n-3</b>	0,17±0,0242	0,15±0,020	0,11±0,0172	0,09±0,011	0,33±0,02	0,29±0,024	0,25±0,069	0,15±0,026	***	***	ns
<b>24:1c15</b>	0,06±0,005	0,05±0,004	0,05±0,005	0,05±0,006	0,11±0,008	0,10±0,006	0,09±0,025	0,10±0,013	***	ns	ns
<b>Somatórios parciais</b>											
<b>Σ SFA</b>	42,3±0,71	42,5±0,77	43,7±0,65	44,4±0,53	34,6±0,63	35,7±0,62	31,3±7,51	31,5±5,01	***	ns	ns
<b>Σ MUFA</b>	39,5±0,75	40,0±0,81	40,9±0,75	41,3±2,96	37,9±1,14	40,0±1,02	33,8±8,71	34,9±6,80	ns	ns	ns
<b>Σ TFA</b>	0,75±0,027	0,75±0,024	0,75±0,028	0,73±0,474	0,79±0,020	0,80±0,021	0,66±0,173	0,59±0,096	ns	ns	ns
<b>Σ PUFA</b>	10,3 <sup>a</sup> ±0,94	10,9 <sup>a</sup> ±0,89	8,62 <sup>a,b</sup> ±0,82	7,73 <sup>b</sup> ±0,83	17,6 <sup>c</sup> ±1,16	16,0 <sup>c</sup> ±0,98	14,0 <sup>c</sup> ±3,97	8,08 <sup>b</sup> ±0,94	***	***	**
<b>Σ n-6 PUFA</b>	2,32 <sup>a</sup> ±0,261	2,47 <sup>a</sup> ±0,245	1,76 <sup>b</sup> ±0,256	1,45 <sup>b</sup> ±0,164	4,58 <sup>c</sup> ±0,331	4,11 <sup>c</sup> ±0,323	3,53 <sup>c</sup> ±0,998	1,75 <sup>b</sup> ±0,204	***	***	***
<b>Σ n-3 PUFA</b>	2,49 <sup>a</sup> ±0,232	2,63 <sup>a</sup> ±0,229	1,99 <sup>b</sup> ±0,250	1,68 <sup>b</sup> ±0,190	4,50 <sup>c</sup> ±0,399	3,93 <sup>c</sup> ±0,285	3,14 <sup>a,c</sup> ±0,803	1,82 <sup>b</sup> ±0,261	***	***	*

M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; MxT = interação entre o músculo e o tratamento térmico.

Erro padrão da média (±SE). Na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes.

P<sup>A</sup> Probabilidade estatística de tratamento: \*, P < 0,05; \*\*, P < 0,01; \*\*\*, P < 0,001; ns, não significativo (P > 0,05).

Σ SFA = soma dos ácidos gordos 12:0, 14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0 e 20:0.

Σ MUFA = soma dos ácidos gordos 14:1c9, 16:1, 16:1c9, 16:1t9, 17:1c8, 17:1c9, 18:1t, 18:1c9, 20:1n-9 e 24:1c15.

Σ TFA = soma dos ácidos gordos 16:1t9, 18:1t e 18:2t

Σ PUFA = soma dos ácidos gordos 18:2n-6, 18:3n-3, 20:2n-6, 20:3n-9, 20:3n-6, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:4n-6, 22:5n-3, 22:6n-3 e 24:1c15

Σ n-6 PUFA = soma dos ácidos gordos 18:2n-6, 20:2n-6, 20:3n-6, 20:4n-6 e 22:4n-6

Σ n-3 PUFA = soma dos ácidos gordos 18:3n-3, 20:5n-3, 22:5n-3 e 22:6n-3

Monteiro et al. (2012) para a composição de carne bovina da raça Mertolenga obtiveram teores de SFA (40,0%) e MUFA (31,4% a 35,4%) superiores aos obtidos no presente estudo. No entanto, aqueles autores obtiveram teores de PUFA inferiores (13,1% a 16,7%) aos detetados no presente estudo.

Na Tabela 18 observa-se que, à semelhança do verificado na vitela Barrosã, os SFA presentes em maior quantidade na carne do novilho Mertolengo, em ambos os músculos, por ordem decrescente, são o palmítico (16:0; 17,0% a 18,8%), o esteárico (18:0; 14%) e o mirístico (14:0; 1,5% a 1,9%). Dos MUFA aqueles presentes em maior quantidade são, por ordem decrescente, o 18:1c9 (20,8% a 26,5%), o 18:1t (2,9% a 3,1%) e o palmitoleico (16:1c9; 1,6% a 2,2%). Por último, dos PUFA, o ácido linoleico foi aquele que teve uma maior representatividade (15,5 a 20,0%), seguindo-se o araquidónico (20:4n-6; 3,8 a 4,9%). Badiani et al. (2002), Realini et al. (2004), Maranesi et al. (2005), Muchenje et al. (2009)<sup>b</sup> e Alfaia et al. (2010) também verificaram a mesma ordem de grandeza dos ácidos gordos anteriormente identificados em carne bovina de outras raças. Srinivasan et al. (1998) verificaram que a composição do somatório dos ácidos gordos é claramente influenciada pelo tipo de alimentação dos bovinos.

Vários autores referem que o teor dos ácidos gordos identificados em várias carnes é modificado pela ação dos métodos utilizados na confeção da carne. Durante a confeção, a composição lípidica da carne pode sofrer alterações (oxidação, isomerização *cis-trans*, hidrogenação) afetando, por conseguinte, o valor nutricional dos seus lípidos (Alfaia et al., 2010).

No presente estudo, verificou-se que após aplicação dos diferentes métodos de confeção, os SFA, identificados na vitela Barrosã, variam de 31,3% a 44,4%, os MUFA de 33,8% a 41,3% e os PUFA de 7,7% a 16,0%. Dos SFA apenas foi registado um efeito significativo do tratamento no 14:0, tendo-se verificado nas amostras do músculo LL um maior teor após aplicação da cozedura e da grelhagem, comparativamente ao teor determinado após a aplicação do forno micro-ondas. Nas amostras do músculo ST da vitela Barrosã, o teor mais elevado foi determinado após aplicação da grelhagem, comparativamente à cozedura e ao forno micro-ondas. Nos restantes SFA não foi registado um efeito significativo do tratamento comparativamente ao teor determinado na carne crua ( $P > 0,05$ ). Verificou-se um efeito significativo do músculo em todos os SFA, sendo o teor mais elevado nas amostras do músculo LL comparativamente às amostras do músculo ST (Tabela 17).

Nenhum dos MUFA identificados na vitela Barrosã apresentou um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ ), com excepção do 16:1t9 ( $P > 0,05$ ). Os ácidos 16:1t9 e 24:1c15 foram os únicos que registaram um efeito significativo do músculo ( $P < 0,001$ ),

sendo os seus teores superiores nas amostras do músculo ST comparativamente às amostras do músculo LL.

Ao contrário do verificado com os SFA e MUFA, a maioria dos PUFA identificados na vitela Barrosã apresentam um efeito significativo do músculo e do tratamento ( $P < 0,001$ ). As amostras do músculo ST da vitela Barrosã apresentam um teor superior de PUFA comparativamente às amostras do músculo LL (Tabela 17). O ácido 18:2 $\omega$  foi o único PUFA que não registou um efeito significativo do tratamento ( $P > 0,05$ ). Nos restantes PUFA verificou-se ser a grelhagem o método de confeção que confere um menor teor destes ácidos gordos em ambos os músculos. O ácido 18:2 $\omega$  foi o único ácido gordo identificado em maior quantidade nas amostras do músculo LL (0,21 a 0,22%) comparativamente ao músculo ST (0,13 a 0,17%), sendo os teores dos restantes PUFA superiores no músculo ST.

Relativamente ao somatório dos ácidos gordos *trans* identificados (16:1 $\omega$ , 18:1 $\omega$ , 18:2 $\omega$ ) na vitela Barrosã (Tabela 17), apenas o 16:1 $\omega$  registou um efeito significativo do músculo e do tratamento. O seu teor foi superior nas amostras do músculo ST comparativamente ao músculo LL, apresentando um teor mais elevado após aplicação do forno micro-ondas e da cozedura.

Variações significativas na composição de ácidos gordos de carne de frango foram relatadas por Echarte, Ansorena e Astiasarán (2003), tendo estes autores verificado que dos 18 ácidos gordos identificados apenas oito é que não registaram diferenças significativas após aplicação do método pelo forno micro-ondas, incluindo o 18:1 $\omega$  e o 20:5 $\omega$ -3, enquanto que os 18:2 $\omega$ -6, 18:3 $\omega$ -3 e 22:6 $\omega$ -3 diminuíram o seu teor. No entanto, Duckett e Wagner (1998) relataram diferenças na composição de ácidos gordos entre diferentes frações lipídicas (fração neutra e fração polar), com alterações mais evidentes na fração polar onde estão localizados principalmente os PUFA.

Poon, Durance e Kitts (2001) observaram alterações no perfil dos ácidos gordos da carne após esta ter sido cozinhada, sendo a temperatura e a humidade fatores importantes que influenciam a hidrólise das ligações ésteres nos lípidos, resultando na libertação dos ácidos gordos livres. Os mesmos autores, após aplicação dos métodos de confeção com uma elevada taxa de transferência de calor, verificaram um aumento do teor de SFA em particular dos ácidos mirístico, palmítico e esteárico, comparativamente aos métodos de confeção quando utilizada uma baixa taxa de transferência de calor.

Dos sete SFA identificados nas amostras do novilho Mertolengo (Tabela 18), apenas três (12:0, 14:0 e 20:0) é que não registaram um efeito significativo do tratamento ( $P > 0,05$ ). Registaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os músculos apenas nos ácidos 14:0, 15:0 e 16:0, sendo os seus teores ligeiramente superiores nas amostras do músculo LL.

O ácido 20:1n-9 foi o único MUFA identificado no novilho Mertolengo em que o efeito do tratamento não foi significativo ( $P > 0,05$ ), tendo nos restantes ácidos gordos sido registado um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ). Nos ácidos 18:1t e 20:1n-9 não se registaram diferenças significativas entre os músculos comparativamente aos restantes MUFA que apresentaram um teor superior nas amostras do músculo LL do novilho Mertolengo.

À semelhança do verificado na vitela Barrosã, verificou-se também no novilho Mertolengo um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ) na composição dos PUFA's. Verificou-se um efeito significativo do músculo em cinco dos dez PUFA's identificados, sendo o seu teor superior nas amostras do músculo ST, comparativamente ao músculo LL (Tabela 18).

Relativamente ao teor de ácidos gordos *trans*, o único ácido gordo *trans* identificado (18:1t11) no novilho Mertolengo aumentou o seu teor após aplicação dos diferentes métodos de confeção ( $P < 0,001$ ), não se tendo registado diferenças significativas entre os métodos de confeção nem a ocorrência de um efeito significativo do músculo ( $P < 0,05$ ). Resultados semelhantes foram reportados por Alfaia et al., (2010) que verificaram que os teores de ácidos gordos *trans* individuais permaneceram inalterados ( $P > 0,05$ ) após aplicação de diferentes métodos de confeção, com exceção do 18:1t11 que registou um teor superior após aplicação dos métodos de confeção comparativamente à carne crua. Juárez et al. (2009) verificaram que a grelhagem não apresentou qualquer efeito significativo no teor de ácidos gordos *trans*, tendo, no entanto, a cozedura e a fritura contribuído para o seu aumento.

Sarriés, Murray, Moloney, Troy e Beriain (2009) verificaram que o teor de ácidos gordos determinados em carne bovina da raça Charolesa foi superior quando a mesma foi submetida a 140 °C durante 30 minutos (3,16 g/100 g) comparativamente ao teor de ácidos gordos determinados na carne crua (2,98 g/100 g). Dados diferentes foram descritos por Gerber et al. (2009) que verificaram que carne bovina grelhada a 72 °C apresentou um menor teor de SFA, MUFA e PUFA, comparativamente à carne crua.

Com base nos dados obtidos no presente estudo e nos estudos anteriormente citados, a temperatura a que a carne é submetida parece ser um fator que poderá interferir no comportamento dos ácidos gordos. No presente estudo, os PUFA's foram os mais afetados pelos métodos de confeção, comparativamente aos restantes ácidos gordos, provavelmente devido à maior suscetibilidade para a degradação oxidativa, uma vez que as amostras estudadas apresentavam teores de lípidos moderados e o binómio tempo/temperatura utilizado nos três métodos de confeção foi relativamente alto. O referido anteriormente encontra-se em consonância com o descrito por Luciano et al. (2013) que

referem que o teor de gordura intramuscular e a sua composição em ácidos gordos são importantes fatores que afetam a suscetibilidade da carne para a oxidação lipídica.

Os PUFA na gordura intramuscular são altamente sensíveis para a iniciação de reações oxidativas, havendo uma maior suscetibilidade destes ácidos gordos para aumento da peroxidação devido ao grau de insaturação. Vários autores também relataram que do perfil lipídico da carne, os PUFA são os mais afetados pelos métodos de confeção (Maranesi et al., 2005; Alfaia et al., 2010).

Contrariamente ao verificado no presente estudo, os autores Juárez et al. (2010) verificaram que a aplicação de três diferentes métodos de confeção em carne de búfalo contribuiu para aumentar o teor de PUFA e diminuir o teor de SFA. Os mesmos autores referem que esta observação pode ser explicada pelo facto dos SFA e dos MUFA serem largamente representados nos lípidos neutros e serem mais propensos à migração.

Alguns autores consideram que as alterações na composição de ácidos gordos que ocorrem durante a confeção poderão ser negligenciadas quando apenas são analisados extratos totais de lípidos. A hidrólise térmica, a migração de ácidos gordos a partir do músculo para outros locais, a perda de ácidos gordos voláteis e a desativação de enzimas que ocorrem durante o aquecimento podem ser responsáveis por muitas das mudanças observadas, podendo assim, segundo Duckett e Wagner (1998), ser interessante estudar as alterações de perfis de ácidos gordos nas três frações lipídicas (fosfolípidos, ácidos gordos livres e glicéridos).

Baggio e Bragagnolo (2006) verificaram que em hambúrgueres de vaca os SFA representavam 48,0% do total de ácidos gordos, os MUFA 40% e os PUFA 12%. Após a grelhagem (165 °C, 8 minutos, temperatura final interna 94 °C) não ocorreram diferenças significativas na composição total de ácidos gordos dos hambúrgueres.



**Tabela 18.** Efeito dos métodos de confecção na composição de ácidos gordos (g/100 g FAME) dos músculos LL e ST do novilho Mertolengo ( $n = 15$ ).

	Músculo LL				Músculo ST				$P^A$		
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	MxT
12:0	0,041±0,0054	0,045±0,0037	0,049±0,0049	0,047±0,0051	0,034±0,0069	0,049±0,0038	0,054±0,0058	0,050±0,0047	ns	ns	ns
14:0	1,95±0,145	1,62±0,073	1,72±0,101	1,64±0,101	1,46±0,118	1,51±0,104	1,54±0,116	1,66±0,119	*	ns	ns
15:0	0,24±0,010	0,21±0,008	0,22±0,010	0,21±0,010	0,26±0,011	0,21±0,011	0,22±0,012	0,26±0,014	*	***	ns
16:0	18,8±0,54	20,3±0,38	20,7±0,48	20,5±0,46	17,0±0,69	19,6±0,36	20,2±0,42	20,6±0,46	*	***	ns
16:1c9	2,15±0,132	2,43±0,103	2,38±0,098	2,33±0,127	1,61±0,156	2,20±0,091	2,15±0,127	2,17±0,151	**	**	ns
17:0	0,461±0,025	0,528±0,018	0,553±0,019	0,528±0,024	0,405±0,031	0,525±0,032	0,551±0,025	0,605±0,030	ns	***	ns
17:1c9	0,402 <sup>a</sup> ±0,021	0,417 <sup>a</sup> ±0,025	0,453 <sup>a</sup> ±0,021	1,34 <sup>b</sup> ±0,290	0,318 <sup>a</sup> ±0,025	0,414 <sup>a</sup> ±0,024	0,483 <sup>a</sup> ±0,067	0,582 <sup>a</sup> ±0,060	***	***	*
18:0	14,1±0,283	14,7±0,262	15,0±0,344	14,8±0,393	14,2±0,223	14,9±0,504	15,2±0,450	15,7±0,469	ns	**	ns
18:1c9	26,5±1,38	30,5±1,11	30,4±0,950	29,8±1,15	20,8±1,68	28,3±1,00	28,4±1,08	28,9±1,31	***	***	ns
18:1f11	3,08±0,062	3,24±0,072	3,22±0,068	3,16±0,055	2,89±0,064	3,27±0,079	3,22±0,072	3,25±0,074	ns	***	ns
18:2n-6	15,5±1,16	12,2±0,791	11,0±0,840	11,5±0,973	20,0±1,43	13,6±0,872	12,7±1,00	11,4±1,09	*	***	ns
18:3n-3	0,467±0,064	0,409±0,057	0,374±0,038	0,368±0,045	0,600±0,094	0,437±0,053	0,411±0,049	0,400±0,054	ns	ns	ns
20:0	0,095±0,004	0,099±0,004	0,107±0,004	0,111±0,005	0,106±0,004	0,102±0,006	0,109±0,005	0,105±0,006	ns	ns	ns
20:1n-9	0,135±0,008	0,159±0,011	0,138±0,006	0,137±0,010	0,189±0,065	0,153±0,009	0,147±0,011	0,159±0,012	ns	ns	ns
20:2n-6	0,106±0,009	0,092±0,007	0,075±0,007	0,090±0,006	0,137±0,011	0,103±0,006	0,098±0,006	0,087±0,007	**	***	ns
20:3n-9	0,131±0,016	0,095±0,009	0,081±0,012	0,093±0,008	0,160±0,015	0,110±0,010	0,104±0,010	0,084±0,009	ns	***	ns
20:3n-6	0,723±0,065	0,530±0,039	0,469±0,051	0,467±0,041	0,948±0,074	0,625±0,064	0,551±0,043	0,458±0,052	*	***	ns
20:4n-6	3,79±0,340	2,67±0,238	2,32±0,273	2,40±0,262	4,86±0,413	3,14±0,358	2,65±0,281	2,14±0,323	ns	***	ns
20:5n-3	0,303±0,065	0,227±0,054	0,181±0,037	0,186±0,037	0,447±0,097	0,268±0,053	0,221±0,038	0,181±0,038	ns	*	ns
22:4n-6	0,353±0,040	0,266±0,026	0,227±0,031	0,235±0,025	0,476±0,038	0,325±0,041	0,277±0,031	0,223±0,031	*	***	ns

**Tabela 18.** Efeito dos métodos de confeção na composição de ácidos gordos (g/100 g FAME) dos músculos LL e ST do novilho Mertolengo ( $n = 15$ ).  
(Continuação).

	Músculo LL				Músculo ST				$P^A$		
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	M×T
<b>22:5n-3</b>	0,612±0,087	0,492±0,068	0,393±0,055	0,413±0,051	0,912±0,143	0,584±0,076	0,484±0,057	0,414±0,061	*	***	ns
<b>22:6n-3</b>	0,111±0,011	0,085±0,009	0,066±0,006	0,098±0,013	0,173±0,011	0,101±0,011	0,097±0,013	0,085±0,010	ns	***	ns
<b>Somatórios parciais</b>											
<b>Σ SFA</b>	35,6±0,804	37,5±0,458	38,3±0,749	37,8±0,759	33,5±0,883	36,9±0,849	37,9±0,712	38,9±0,847	ns	***	ns
<b>Σ MUFA</b>	29,6±1,51	33,9±1,21	33,6±1,03	33,9±1,18	23,3±1,86	31,3±1,07	31,5±1,23	32,1±1,46	***	***	ns
<b>Σ TFA</b>	3,37±0,072	3,58±0,087	3,56±0,080	3,49±0,066	3,12±0,076	3,59±0,098	3,54±0,081	3,61±0,092	ns	***	ns
<b>Σ PUFA</b>	22,1±1,65	17,2±1,12	15,4±1,22	16,0±1,32	28,9±2,07	19,5±1,35	17,8±1,35	15,6±1,56	***	***	ns
<b>Σ n-6</b>	4,97±0,442	3,56±0,298	3,08±0,352	3,20±0,326	6,42±0,512	4,20±0,461	3,58±0,351	2,91±0,408	*	***	ns
<b>Σ n-3</b>	0,916±0,152	0,788±0,124	0,641±0,092	0,697±0,091	1,51±0,244	0,950±0,125	0,802±0,100	0,679±0,099	*	***	ns

M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; M×T = interação entre o músculo e o tratamento térmico. Erro Padrão da Média ( $\pm$ SE).  
 $P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: \*,  $P < 0,05$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; ns, não significativo ( $P > 0,05$ ).

Σ SFA = soma dos ácidos gordos 12:0, 14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0 e 20:0.

Σ MUFA = soma dos ácidos gordos 16:1c9, 17:1c9, 18:1c9 e 20:1n-9.

Σ TFA = 18:1t11

Σ PUFA = soma dos ácidos gordos 18:2n-6, 18:3n-3, 20:2n-6, 20:3n-9, 20:3n-6, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:4n-6, 22:5n-3 e 22:6n-3

Σ n-6 = soma dos ácidos gordos PUFA: 18:2n-6, 20:2n-6, 20:3n-6, 20:4n-6 e 22:4n-6

Σ n-3 = soma dos ácidos gordos PUFA: 18:3n-3, 20:5n-3, 22:5n-3 e 22:6n-3

### 3.4.1. Qualidade nutricional dos lípidos

No presente estudo, verificou-se que o rácio PUFA/SFA nas amostras estudadas de vitela Barrosã apresentou um efeito significativo do músculo e do tratamento ( $P < 0,001$ ) (Tabela 19). O rácio PUFA/SFA foi menor ( $P < 0,001$ ) nas amostras do músculo LL (0,18 a 0,26) comparativamente ao rácio obtido no músculo ST (0,29 a 0,52). As amostras do músculo ST, antes da aplicação dos métodos de confeção, apresentaram um rácio (0,52) superior às amostras do músculo LL (0,25), tendo este sido inferior ao preconizado pela British Department of Health (1994), contrariamente ao rácio determinado nas amostras do músculo ST que se encontra de acordo com o recomendado ( $> 0,45$ ). O facto do músculo LL apresentar um rácio mais baixo significa a presença de uma maior quantidade de ácidos gordos saturados e uma menor quantidade de ácidos gordos polinsaturados, não sendo benéfico para a saúde.

Alfaia et al. (2007) também verificaram um rácio PUFA/SFA superior no músculo *semitendinosus* na vitela Barrosã, comparativamente ao músculo *longissimus dorsi*. Costa et al. (2006) no músculo *longissimus dorsi* da vitela Barrosã obtiveram teores inferiores (0,09 a 0,12) ao obtido no presente estudo. Num estudo anterior, Reallini et al. (2004) estudaram o efeito de diferentes tipos de dietas na composição lipídica de carne bovina, tendo obtido para as dietas estudadas um rácio PUFA/SFA também inferior ao obtido para a vitela Barrosã e inferior ao preconizado pela British Department of Health (1994). As diferenças observadas nos rácios PUFA/SFA reportadas por vários autores devem-se às diferenças encontradas no teor lipídico das carnes bovinas.

Em ambas as amostras dos músculos da vitela Barrosã, a grelhagem foi o método que conferiu um rácio PUFA/SFA mais baixo (LL – 0,18; ST – 0,29) comparativamente aos restantes métodos de confeção. O forno micro-ondas foi o método no qual foi registado um melhor rácio (LL – 0,26; ST – 0,45) porque, tal como se pode verificar na Tabela 17, consiste no método de confeção que minimiza as perdas de PUFA nas amostras dos músculos estudados.

No que se refere ao valor nutricional da gordura das amostras dos músculos LL e ST do novilho Mertolengo na dieta humana (Tabela 19), verificou-se que o rácio PUFA/SFA também apresentou um efeito significativo do músculo ( $P < 0,05$ ) e do tratamento ( $P < 0,001$ ). À semelhança do verificado na vitela Barrosã, o rácio PUFA/SFA foi menor ( $P < 0,001$ ) nas amostras do músculo LL (0,41 a 0,64) comparativamente ao valor obtido nas amostras do músculo ST (0,42 a 0,89). Assim, nas amostras do músculo ST, conseguiu-se obter um rácio na ordem de grandeza do preconizado (superior a 0,45), nomeadamente através da aplicação do forno micro-ondas (0,54) e da cozedura (0,48). No músculo LL

apenas se conseguiu um rácio ligeiramente superior ao preconizado após aplicação do forno micro-ondas (0,46). Costa et al. (2008) também verificaram um efeito significativo do músculo no novilho Mertolengo, tendo os mesmos autores verificado ser o músculo *supraspinatus* o que apresentou um rácio mais baixo (0,33) comparativamente aos músculos *longissimus dorsi* (0,45) e *semitendinosus* (0,55).

Contrariamente ao verificado no presente estudo, Baggio e Bragagnolo (2006) e Gerber et al. (2009) verificaram que o rácio PUFA/SFA, em carne bovina e em carne de porco, aumentava significativamente ( $P < 0,05$ ) após aplicação dos métodos de confeção (grelhagem e cozedura).

À semelhança do rácio PUFA/SFA, o rácio n-6/n-3 também permite conhecer o valor nutricional da gordura na dieta humana. O rácio n-6/n-3 obtido nas amostras dos músculos de vitela Barrosã encontra-se em consonância com o preconizado (inferior a 4,0) pela British Department of Health (1994). O rácio n-6/n-3 obtido registou um efeito significativo do músculo ( $P < 0,001$ ), sendo este superior nas amostras do músculo ST (1,01 a 1,05) comparativamente às amostras do músculo LL (0,86 a 0,94). No entanto, Costa et al. (2006) e Alfaia et al. (2007) reportaram na vitela Barrosã um rácio n-6/n-3 superior ao verificado no presente estudo, 3,6 a 4,9 e 3,0 a 3,1, respetivamente. Um baixo rácio n-6/n-3 na carne bovina é uma característica benéfica para a saúde humana que poderá promover o seu consumo. Com os dados obtidos não se registou um efeito significativo do tratamento no rácio n-6/n-3.

Relativamente ao rácio n-6/n-3 obtido na composição das amostras dos músculos do novilho Mertolengo este encontra-se, em ambos os músculos, superior ao preconizado. No músculo LL o rácio varia de 5,3 a 7,0, enquanto que no músculo ST foi registado um rácio de 4,9 a 5,3. Contudo, não se registou um efeito significativo do músculo nem do tratamento ( $P > 0,05$ ). Rácios superiores aos observados no presente estudo foram reportados por Costa et al., (2008) em carne crua do novilho Mertolengo, variando estes rácios de 9,3 a 11,5, ou seja, também superiores ao preconizado pela British Department of Health (1994).

O Índice de Aterogenicidade relaciona os diferentes efeitos dos ácidos gordos na saúde humana, nomeadamente o efeito aterogénico. Com os dados obtidos (Tabela 19), verificou-se que a aplicação dos diferentes métodos de confeção nas amostras dos músculos da vitela Barrosã aumentou ligeiramente o IA comparativamente ao valor obtido nos músculos em cru (LL = 0,79; ST = 0,51). O forno micro-ondas é o método no qual foi registado um IA mais baixo (LL = 0,75; ST = 0,54) comparativamente aos restantes métodos de confeção. Verificou-se, igualmente, que o músculo LL apresentou um IA superior ao do músculo ST ( $P < 0,001$ ). Assim, podemos verificar que sendo o músculo ST da vitela Barrosã o que apresenta um IA mais baixo será este mais benéfico para a saúde.

No novilho Mertolengo não foi registado um efeito significativo do músculo, variando o IA entre 0,44 a 0,58. Em ambos os músculos, a cozedura e a grelhagem registaram um IA ligeiramente superior ao valor obtido após aplicação do forno micro-ondas. Por conseguinte, verificou-se que em ambas as raças o forno micro-ondas é o que apresenta um melhor IA, ou seja, consiste no método de confeção que apresenta um maior potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias.

Relativamente ao IT, que avalia o efeito trombogénico resultante da relação entre os diferentes efeitos na saúde humana dos vários ácidos gordos, verificou-se não existir um efeito significativo do tratamento, variando este nas amostras do músculo LL da vitela Barrosã de 1,72 a 1,81 e nas amostras do músculo ST de 1,36 a 1,53. Entre os músculos, verificou-se a presença de um efeito significativo, sendo o IT superior no músculo LL ( $P < 0,001$ ). Assim, tal como verificado anteriormente para o IA, a qualidade nutricional dos lípidos das amostras do músculo ST continua a ser mais benéfica em termos de efeitos para a saúde.

No novilho Mertolengo, não foi registado um efeito significativo do músculo, variando o IT de 1,69 a 1,93. Contrariamente, foi verificado um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ), tendo sido registado um IT mais baixo, em ambos os músculos, após aplicação do forno micro-ondas e valores mais altos, nas amostras do músculo LL, após a cozedura e, no músculo ST, após a aplicação da grelhagem.

Nomikos, Karantonis, Skarvelis, Demopoulus e Zabetakis (2005) referem que o tratamento térmico durante a confeção dos alimentos pode promover a conversão de ácidos gordos insaturados em saturados, bem como a oxidação dos PUFA, o que poderá resultar num aumento do IA e do IT nos alimentos confeccionados.

No entanto, recentemente Salcedo-Sandoval, Cofrades, Ruiz-Capillas e Jiménez-Colmenero (2014) no seu estudo, sobre o efeito dos métodos de confeção (fritura e grelhagem) no teor de ácidos gordos de rissóis de carne de porco, verificaram que a aplicação dos métodos de confeção diminuiu o IA e o IT.

Outro estudo sobre a avaliação da aplicação de vários métodos de confeção na composição nutricional de filetes de peixe, Hosseini et al. (2014) verificaram que o forno micro-ondas provocou um aumento do IA e do IT, comparativamente aos valores obtidos nos filetes de peixe crus.

**Tabela 19.** Efeito dos métodos de confecção na qualidade nutricional dos lípidos dos músculos LL e ST da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo ( $n = 15$ ).

	Músculo LL				Músculo ST				$P^A$		
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	MxT
<b>Vitela Barrosã</b>											
PUFA/SFA	0,25±0,026	0,26±0,025	0,20±0,022	0,18±0,049	0,52±0,042	0,45±0,034	0,41±0,030	0,29±0,028	***	***	ns
n-6/n-3	0,94±0,053	0,94±0,051	0,87±0,049	0,86±0,045	1,05±0,046	1,05±0,048	1,05±0,048	1,01±0,052	***	ns	ns
h/H	1,56±0,062	1,59±0,057	1,49±0,051	1,61±0,191	2,19±0,065	2,14±0,071	1,87±0,105	1,72±0,058	***	**	ns
IA	0,79±0,037	0,75±0,032	0,81±0,030	0,90±0,071	0,51±0,018	0,54±0,019	0,81±0,087	0,76±0,042	***	***	ns
IT	1,74±0,074	1,72±0,062	1,79±0,059	1,81±0,098	1,36±0,046	1,38±0,051	1,45±0,014	1,53±0,017	***	ns	ns
<b>Novilho Mertolengo</b>											
PUFA/SFA	0,639±0,062	0,461±0,033	0,409±0,038	0,432±0,044	0,891±0,079	0,540±0,049	0,478±0,047	0,416±0,054	*	***	ns
n-6/n-3	6,99±0,762	5,66±0,582	5,46±0,523	5,30±0,528	5,32±0,515	5,12±0,476	5,19±0,519	4,93±0,459	ns	ns	ns
h/H	2,36±0,010	2,16±0,014	2,07±0,038	2,07±0,034	2,79±0,074	2,24±0,027	2,14±0,084	2,01±0,042	ns	**	ns
IA	0,516±0,023	0,527±0,014	0,565±0,020	0,545±0,019	0,441±0,025	0,510±0,020	0,541±0,022	0,575±0,024	ns	***	ns
IT	1,73±0,049	1,73±0,045	1,83±0,045	1,77±0,047	1,69±0,065	1,75±0,067	1,85±0,062	1,93±0,061	ns	*	ns

M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; MxT = interação entre o músculo e o tratamento térmico.

Erro Padrão da Média ( $\pm$ SE).  $P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: \*,  $P < 0,05$ ; \*\*,  $P < 0,01$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; ns, não significativo ( $P > 0,05$ ).

PUFA/SFA – Rácio ácidos gordos polinsaturados / ácidos gordos saturados

n-6/n-3 – Rácio ácidos gordos polinsaturados ómega 6 / ácidos gordos polinsaturados ómega 3

h/H – Rácio ácidos gordos hipocolesterolémicos / hipercolesterolémicos

IA – Índice de aterogenicidade

IT – Índice trombogénico

Por último, o rácio entre os ácidos gordos hipocolesterolémicos e hipercolesterolémicos (h/H) permite verificar que na vitela Barrosã existe um efeito significativo do músculo ( $P < 0,001$ ), sendo o músculo ST (2,19) o que apresenta um rácio mais perto do valor recomendado, comparativamente ao músculo LL (1,56). O efeito do tratamento térmico apenas foi significativo no músculo ST ( $P < 0,01$ ), obtendo-se o rácio mais baixo após aplicação da grelhagem (1,72) e o mais alto após a aplicação do forno micro-ondas (2,14), comparativamente aos restantes métodos de confeção.

Nas amostras do músculo LL da vitela Barrosã não se registaram diferenças significativas entre os métodos de confeção nem um efeito significativo do tratamento comparativamente às amostras em cru, variando o rácio h/H de 1,49 a 1,61.

No novilho Mertolengo verificou-se não existir um efeito significativo do músculo ( $P > 0,05$ ) (LL = 2,36; ST = 2,79) no rácio h/H, mas sim um efeito significativo do tratamento térmico ( $P < 0,01$ ), tendo-se verificado uma diminuição significativa do rácio após aplicação dos métodos de confeção.

### **3.4.2. Retenção dos ácidos gordos**

Para determinar a quantidade dos respetivos ácidos gordos que se ganharam ou perderam após aplicação dos diferentes métodos de confeção é importante comparar o seu conteúdo em termos absolutos, atendendo ao seu teor nas amostras em cru e ao efeito na sua concentração causado pela perda de água após aplicação dos diferentes métodos de confeção (Gerber et al., 2009). A retenção do somatório dos SFA (Tabela 20) nas amostras do músculo LL da vitela Barrosã variou de 65,5% a 70,5% e no músculo ST de 65,2% a 67,1%, não se tendo verificado estatisticamente diferenças significativas entre os músculos ( $P > 0,05$ ). Contudo, quando analisada a retenção de cada um dos ácidos gordos de forma individual (Tabela 20), verificou-se que o 12:0 e o 14:0 apresentaram um efeito significativo do músculo ( $P < 0,05$ ), apresentando ambos os ácidos gordos uma retenção superior nas amostras do músculo ST.

À semelhança da retenção do somatório dos SFA, a retenção do somatório dos MUFA (Tabela 20) na vitela Barrosã também não registou um efeito significativo do músculo nem do tratamento, variando a sua retenção no músculo LL de 64,5% a 69,4% e no músculo ST de 54,5% a 62,0%. Quando analisada de forma individual a retenção dos MUFA, verifica-se que apenas os ácidos 16:1, 17:1c8 e 17:1c9 apresentaram um efeito significativo do músculo ( $P < 0,05$ ), sendo a sua retenção superior nas amostras do músculo LL comparativamente às amostras do músculo ST.

A retenção do somatório dos TFA na vitela Barrosã não revelou um efeito significativo do músculo ( $P > 0,05$ ), mas sim um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,01$ ). Consta-se que a grelhagem é o método que confere uma menor retenção de ácidos gordos *trans* em ambos os músculos. A maior retenção de ácidos gordos *trans* verifica-se, nas amostras do músculo LL, após aplicação do forno micro-ondas e da cozedura (não existem diferenças significativas entre estes métodos) e nas amostras do músculo ST após aplicação do forno micro-ondas comparativamente aos restantes métodos.

No que se refere à retenção do somatório dos PUFA na vitela Barrosã (Tabela 20) verificou-se a presença de um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ) e um efeito não significativo do músculo ( $P > 0,05$ ). Em ambos os músculos, verificou-se ser a grelhagem o método que mais afeta a retenção dos PUFA (LL = 46,2%; ST = 31,1%).

Após análise da retenção dos PUFA verificou-se que dos dez PUFA identificados apenas dois (18:3n-3, 20:5n-3) apresentaram um efeito significativo do músculo, sendo a sua retenção superior nas amostras do músculo LL. Relativamente ao efeito do tratamento térmico, todos os PUFA identificados apresentaram um efeito significativo do tratamento, sendo em todos eles a grelhagem o método que confere uma retenção mais baixa e o forno micro-ondas o método que confere uma retenção mais elevada, em ambos os músculos. O somatório dos n-6 PUFA apresentou um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ), sendo a grelhagem o método no qual a retenção é mais baixa (LL = 45%; ST = 28,2%) e o forno micro-ondas o método no qual se verifica a retenção mais elevada (LL = 68,5%; ST = 57,9%), comparativamente aos restantes métodos de confeção. Relativamente ao efeito do músculo não foi registado um efeito significativo ( $P > 0,05$ ). Ao contrário do somatório dos n-6 PUFA, o somatório dos n-3 PUFA apresentou um efeito significativo para além do tratamento ( $P < 0,001$ ), também do músculo ( $P < 0,05$ ). A retenção do somatório n-3 PUFA foi mais elevada nas amostras do músculo LL (Tabela 20), tendo sido à semelhança do verificado na retenção do somatório n-6 PUFA, a grelhagem o método que mais afeta a sua retenção e o forno micro-ondas o método que confere a maior retenção.

Badiani et al., (2002) obtiveram retenções de ácidos gordos na ordem dos 100%, sendo, portanto, retenções superiores às obtidas no presente estudo.



**Tabela 20.** Retenção (%) dos ácidos gordos determinados nos músculos LL e ST da vitela Barrosã ( $n = 15$ ).

	Músculo LL			Músculo ST			$P^A$		
	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	M×T
<b>12:0</b>	64,0±5,64	71,1±5,51	70,7±6,72	76,5±4,52	80,9±7,60	90,8±8,96	*	ns	ns
<b>14:0</b>	67,3±3,93	75,4±3,93	74,7±4,33	74,0±3,98	79,6±5,36	89,4±7,26	*	ns	ns
<b>14:1c9</b>	65,5±5,45	73,5±5,15	76,0±7,88	76,0±6,26	63,6±16,1	80,7±18,6	ns	ns	ns
<b>15:0</b>	70,2±3,88	78,5±3,73	77,7±4,55	75,7±3,68	68,7±19,4	73,5±13,0	ns	ns	ns
<b>16:0</b>	63,7±1,15	68,7±1,48	66,4±1,22	62,1±1,34	54,6±14,2	56,7±10,8	ns	ns	ns
<b>16:1</b>	64,0±2,32	66,7±2,73	63,1±2,03	59,0±1,77	51,8±13,5	45,3±7,68	*	ns	ns
<b>16:1c9</b>	62,9±2,93	68,8±3,06	69,6±3,70	63,0±3,12	53,8±13,6	61,8±13,4	ns	ns	ns
<b>16:1t9</b>	65,9±6,07	60,9±5,89	47,6±4,10	52,1±2,73	45,3±12,0	29,7±3,74	**	***	ns
<b>17:0</b>	64,4±1,58	66,9±3,07	66,7±2,26	62,6±2,33	57,4±16,3	58,4±10,8	ns	ns	ns
<b>17:1c8</b>	73,9±6,42	82,6±4,53	77,5±3,66	58,9±3,72	55,4±16,1	45,9±8,42	***	ns	ns
<b>17:1c9</b>	74,8±1,42	81,3±1,84	77,6±1,89	63,1±1,94	56,9±15,3	57,3±11,0	**	ns	ns
<b>18:0</b>	65,2±2,31	69,4±2,48	65,6±2,14	63,5±1,74	58,9±16,4	53,0±9,36	ns	ns	ns
<b>18:1c9</b>	65,1±1,71	70,1±2,10	66,6±2,04	65,8±2,25	58,0±15,2	59,6±12,5	ns	ns	ns
<b>18:1c,t</b>	65,7±1,48	66,9±3,82	67,1±1,59	62,0±1,18	55,5±14,7	51,4±9,16	ns	ns	ns
<b>18:2n-6</b>	68,8±7,40	58,8±4,72	53,1±4,79	57,7±3,85	55,9±17,0	33,0±4,07	ns	***	ns
<b>18:2t</b>	63,7±5,29	69,4±5,67	70,1±6,07	66,4±5,78	53,1±12,6	62,8±12,1	ns	ns	ns
<b>18:3n-3</b>	66,7±5,39	60,4±5,23	54,5±4,34	56,1±3,98	46,3±11,7	34,3±5,17	**	**	ns
<b>20:0</b>	63,4±1,90	63,2±2,17	61,8±2,41	60,8±1,91	56,6±16,0	48,0±7,53	ns	ns	ns
<b>20:1n-9</b>	67,2±4,18	72,1±5,20	63,5±3,20	68,8±3,48	61,8±16,8	63,2±12,6	ns	ns	ns
<b>20:2n-6</b>	66,0±7,33	59,8±5,49	54,7±6,10	60,4±4,25	56,5±16,5	35,7±5,33	ns	*	ns

**Tabela 20.** Retenção (%) dos ácidos gordos determinados nos músculos LL e ST da vitela Barrosã (n = 15). (Continuação)

	Músculo LL			Músculo ST			P <sup>A</sup>		
	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	M×T
<b>20:3n-9</b>	65,0±6,03	53,7±6,79	44,2±5,36	56,7±5,65	58,3±17,9	26,9±3,72	ns	***	ns
<b>20:3n-6</b>	69,3±7,81	53,1±7,42	43,6±5,12	55,6±4,58	50,6±14,3	26,8±3,75	ns	***	ns
<b>20:4n-6</b>	68,9±7,44	49,4±7,06	38,4±4,35	54,7±4,39	48,7±14,0	22,7±2,84	ns	***	ns
<b>20:5n-3</b>	70,2±8,89	48,4±7,94	34,6±4,23	49,5±4,18	38,7±9,48	20,3±3,84	**	***	ns
<b>22:4n-6</b>	69,7±8,45	52,1±5,97	43,2±6,64	60,8±7,49	62,2±20,9	27,3±3,22	ns	***	ns
<b>22:5n-3</b>	69,3±6,26	51,4±6,85	41,3±4,35	55,0±4,00	49,0±13,6	22,8±3,34	ns	***	ns
<b>22:6n-3</b>	62,6±8,17	45,5±6,84	33,1±4,03	54,0±4,17	47,9±13,5	29,4±5,33	ns	***	ns
<b>24:1c15</b>	49,8±4,01	50,9±4,31	46,4±5,10	51,8±3,25	47,2±13,5	54,1±7,50	ns	ns	ns
<b>Somatórios parciais</b>									
<b>Σ SFA</b>	65,5±1,95	70,5±1,79	69,1±2,36	67,1±2,11	65,2±11,6	67,1±8,37	ns	ns	ns
<b>Σ MUFA</b>	64,5±1,50	69,4±1,52	65,5±1,41	62,0±0,99	55,0±14,7	54,5±10,1	ns	ns	ns
<b>Σ TFA</b>	64,6±2,73	65,2±3,20	57,0±2,17	59,3±1,45	51,9± 3,6	43,7±7,26	ns	**	ns
<b>Σ PUFA</b>	67,3±5,47	54,7±4,95	46,2±3,68	56,6±3,01	51,2±14,2	31,1±4,23	ns	***	ns
<b>Σ n-6 PUFA</b>	68,5±7,17	53,6±5,98	45,0±5,27	57,9±4,58	54,5±16,2	28,2±3,48	ns	***	ns
<b>Σ n-3 PUFA</b>	67,2±6,43	51,4±6,28	40,3±3,75	53,7±3,44	45,5±11,9	26,7±4,20	*	***	ns

M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; MxT = interação entre o músculo e o tratamento térmico. Erro padrão da média (±SE).  
P<sup>A</sup> Probabilidade estatística do tratamento: \*, P < 0,05; \*\*, P < 0,01; \*\*\*, P < 0,001; ns, não significativo (P > 0,05).

Na retenção do somatório dos SFA do novilho Mertolengo (Tabela 21) não se verificou um efeito significativo do músculo nem do tratamento ( $P > 0,05$ ), variando a sua retenção de 67,5% a 84,8%. Quando analisados individualmente, verificou-se um efeito significativo do músculo ( $P < 0,001$ ) nos seguintes ácidos gordos: 12:0, 14:0, 17:0 e 20:0. Com exceção do 14:0, os restantes ácidos gordos apresentaram uma maior retenção nas amostras do músculo LL comparativamente às amostras do músculo ST.

A retenção do somatório dos MUFA do novilho Mertolengo (Tabela 21) evidencia não existir um efeito significativo do músculo ( $P > 0,05$ ), mas sim um efeito significativo do tratamento térmico ( $P < 0,05$ ). Em ambos os músculos, obteve-se uma maior retenção de MUFA após aplicação da grelhagem (LL = 93,0%; ST = 78,3%). Os ácidos 16:1c9, 18:1c9 e 20:1n-9 apresentaram um efeito significativo do músculo ( $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ ) sendo a retenção dos ácidos 16:1c9 e 18:1c9 superior nas amostras do músculo ST, enquanto que o 20:1n-9 registou uma retenção superior nas amostras do músculo LL.

Na retenção do somatório dos ácidos gordos *trans* do novilho Mertolengo (Tabela 21) verificou-se não existir um efeito significativo do músculo nem do tratamento ( $P > 0,05$ ). A sua retenção variou de 69,9% a 81,8%.

Na retenção do somatório dos PUFA nas amostras estudadas dos músculos do novilho Mertolengo (Tabela 21) não se registaram diferenças significativas entre os músculos ( $P > 0,05$ ), tendo-se verificado um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,05$ ). Nas amostras do músculo LL a retenção dos PUFA foi mais baixa após aplicação dos métodos pela cozedura (45,3%) e pela grelhagem (45,9%), comparativamente ao forno micro-ondas (50,0%), enquanto que nas amostras do músculo ST, a retenção foi mais baixa após aplicação da grelhagem (40,8%), seguindo-se a cozedura (44,1) e o forno micro-ondas (53,0%). Após análise da retenção dos PUFA de forma individual, verificou-se que dos dez PUFA identificados apenas três (20:3n-9, 20:5n-3 e 22:6n-3) é que não apresentaram um efeito significativo do músculo ( $P > 0,05$ ), tendo os restantes registado uma retenção superior nas amostras do músculo LL comparativamente às amostras do músculo ST. Apenas quatro PUFA's é que registaram estatisticamente um efeito significativo do tratamento, tendo sido a grelhagem o método que conferiu retenções mais baixas e o forno micro-ondas as retenções mais altas, comparativamente aos restantes métodos de confeção. A retenção do somatório dos n-6 PUFA da carne do novilho Mertolengo apresentou diferenças significativas entre os músculos ( $P < 0,01$ ), tendo-se registado uma retenção superior destes ácidos gordos no músculo ST (49,3% a 69,1%), comparativamente ao músculo LL (44,3% a 49,5%). O efeito do tratamento não foi estatisticamente significativo ( $P > 0,05$ ). A retenção do somatório dos n-3 PUFA não apresentou um efeito significativo do músculo nem do tratamento, tendo a mesma variado de 29,7% a 42,4%.

**Tabela 21.** Retenção (%) dos ácidos gordos nos músculos LL e ST do novilho Mertolengo ( $n = 15$ ).

	Músculo LL			Músculo ST			$P^A$		
	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	MxT
12:0	117±10,8	132±13,0	128±9,84	1111±17,5	120±24,9	122±24,0	*	ns	ns
14:0	53,7±2,88	59,2±3,48	53,9±3,55	65,6±4,69	62,4±4,98	70,6±5,34	***	ns	ns
15:0	55,5±2,46	61,9±2,13	57,6±3,07	50,1±2,91	50,7±2,91	62,5±3,89	ns	ns	ns
16:0	69,8 <sup>a</sup> ±1,75	74,0 <sup>b</sup> ±1,63	69,81 <sup>a</sup> ±2,02	73,0 <sup>b</sup> ±1,63	70,1 <sup>a</sup> ±1,99	75,0 <sup>b</sup> ±2,00	ns	ns	*
16:1c9	72,8±3,23	74,5±3,23	69,7±4,32	86,3±3,90	79,0±5,27	83,5±6,16	**	ns	ns
17:0	74,1±3,16	80,6±2,73	73,7±3,57	44,8±2,60	41,8±2,27	47,9±2,42	***	ns	ns
17:1c9	67,3±4,38	76,2±3,85	163±46,0	82,5±5,35	90,4±12,6	114±13,0	ns	***	ns
18:00	67,4 <sup>a,b</sup> ±1,94	71,7 <sup>c</sup> ±1,57	67,2 <sup>a,b</sup> ±1,87	66,4 <sup>a,b</sup> ±2,51	63,2 <sup>a</sup> ±2,05	68,3 <sup>c,b</sup> ±2,50	ns	ns	*
18:1c9	74,2±2,72	76,9±2,06	71,9±2,77	86,0±3,30	80,6±3,57	86,0±3,92	***	ns	ns
18:1t	67,9±2,15	70,5±1,78	65,6±1,46	71,7±2,17	66,0±2,15	70,1±2,33	ns	ns	ns
18:2n-6	50,6±3,28	48,2±3,93	47,7±4,18	43,0±2,72	37,4±2,80	35,6±3,64	***	ns	ns
18:3n-3	55,8±7,72	53,5±5,26	49,8±5,94	46,0±5,54	40,4±4,66	42,2±6,31	*	ns	ns
20:00	66,3±2,42	75,2±2,62	73,0±3,25	61,6±4,10	60,5±3,06	61,4±3,38	***	ns	ns
20:1n-9	72,1±4,66	66,0±2,64	61,9±4,20	51,6±3,31	46,1±3,55	51,4±3,56	***	ns	ns
20:2n-6	56,0±3,93	48,0±4,93	55,5±4,06	47,7±2,59	42,5±2,62	40,1±3,63	***	ns	ns
20:3n-9	46,6±3,93	41,9±6,20	45,3±3,45	43,3±3,85	38,2±3,56	33,0±3,83	ns	ns	ns
20:3n-6	47,3±3,39	44,0±4,90	41,7±3,80	41,7±4,09	34,3±2,58	30,3±3,81	**	ns	ns
20:4n-6	45,4±4,01	41,5±5,06	40,8±4,59	40,8±4,50	32,0±3,28	27,5±4,38	**	**	ns
20:5n-3	48,1±11,4	40,1±8,10	38,6±7,42	37,8±7,56	29,0±4,89	25,7±5,76	ns	**	ns
22:4n-6	48,4±4,51	43,8±6,30	43,2±4,77	146±17,9	116±12,4	99,1±14,7	***	***	ns
22:5n-3	51,8±7,14	43,6±6,09	42,8±4,96	40,4±5,17	31,0±3,54	28,8±4,57	**	***	ns

**Tabela 21.** Retenção (%) dos ácidos gordos nos músculos LL e ST do novilho Mertolengo ( $n = 15$ ) (Continuação)

	Músculo LL			Músculo ST			$P^A$		
	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	M×T
<b>22:6n-3</b>	34,1±3,82	27,6±2,69	40,6±5,19	42,1±4,81	37,9±4,94	34,7±3,21	ns	ns	ns
<b>Somatórios Parciais</b>									
<b>Σ SFA</b>	67,5±3,27	8,0±3,05	72,4±3,55	72,7±6,12	75,8±6,32	84,8±5,96	ns	ns	ns
<b>Σ MUFA</b>	67,2±2,69	8,4±2,01	93,0±8,98	72,5±2,92	69,2±4,53	78,3±4,58	ns	*	ns
<b>Σ TFA</b>	69,9±3,57	2,6±2,74	67,4±2,73	79,3±4,53	72,4±3,47	81,8±4,83	ns	ns	ns
<b>Σ PUFA</b>	50,0±3,19	5,3±3,44	45,9±2,89	53,0±3,67	44,1±2,53	40,8±3,69	ns	*	ns
<b>Σ n-6 PUFA</b>	49,4±3,41	4,3±4,55	45,3±3,89	69,1±6,94	56,3±4,90	49,3±6,38	**	ns	ns
<b>Σ n-3 PUFA</b>	42,4±6,51	7,1±4,86	39,8±4,78	40,1±4,15	32,6±3,76	29,7±3,61	ns	ns	ns

M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; M×T = interação entre o músculo e o tratamento térmico. Erro padrão da média ( $\pm$ SE).

Na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes.

$P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: \*,  $P < 0,05$ ; \*\*,  $P < 0,01$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; ns, não significativo ( $P > 0,05$ ).

### 3.4.3. Efeitos dos métodos de confeção na composição em isómeros do CLA

Os efeitos dos métodos de confeção no teor total de CLA e nos seus isómeros determinados nas amostras dos músculos LL e ST da vitela Barrosã encontram-se apresentados na Tabela 22. O teor total de CLA apresentou diferenças significativas entre os músculos ( $P < 0,001$ ), sendo o seu teor superior nas amostras em cru do músculo LL (0,02 mg/g músculo) comparativamente às amostras em cru do músculo ST (0,01 mg/g músculo). Verificou-se igualmente um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ), aumentando o teor total de CLA nos músculos estudados após a aplicação dos métodos de confeção, comparativamente ao teor determinado nas amostras dos músculos antes da aplicação dos métodos de confeção.

Alfaia et al. (2007) verificaram um efeito significativo ( $P < 0,001$ ) do músculo, quando determinaram o teor de CLA total nos músculos *longissimus dorsi* e *semitendinosus*, na vitela Barrosã. Aqueles autores obtiveram para o músculo *longissimus dorsi* um teor de CLA de 0,19 mg/g músculo e 0,13 mg/g músculo para o músculo *semitendinosus*, teores estes muito superiores aos encontrados no presente estudo.

O teor de CLA específico na vitela Barrosã não apresentou um efeito significativo do músculo, variando este nas amostras em cru dos músculos de 3,8 mg a 4,2 mg/g de lípidos. Contudo, foi registado um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,05$ ), diminuindo os seus teores após aplicação dos métodos de confeção. Alfaia et al. (2007) também não verificaram um efeito significativo do músculo no teor de CLA específico determinado na vitela Barrosã.

O perfil isomérico de CLA é representado por 15 diferentes isómeros, sete da família *trans,trans*, outros sete da família *cis,trans* e apenas um da família *cis,cis*. Nas amostras dos músculos da vitela Barrosã verificou-se a predominância do isómero *c9,t11* (67,6% a 76,6% do total do CLA), seguindo-se, por ordem decrescente, o *t7,c9* (4,8 a 5,8% do total do CLA), o *t9,t11* (4,8 a 5,5% do total do CLA), o *t8,c10* (2,3 a 3,4% do total do CLA) e o *t11,c13* (2,3 a 2,6% do total do CLA).

O total de isómeros nas amostras em cru dos músculos da vitela Barrosã que apresentam a configuração *trans,trans* representa 11,2% (LL) a 11,4% (ST) do total do CLA. Verificou-se existir um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ) e do músculo ( $P < 0,001$ ). No músculo LL, a cozedura é o método de confeção que apresenta um teor mais baixo (9,9% do total do CLA), comparativamente à grelhagem (12,3% do total do CLA) e ao forno micro-ondas (11,2%). No músculo ST a aplicação dos diferentes métodos de confeção contribuiu para a diminuição do teor dos isómeros *trans,trans*, não se registando diferenças significativas entre os métodos aplicados (9,1 a 10,2% do total do CLA).

O total de isómeros que apresentam a configuração *cis,trans* nos músculos estudados na vitela Barrosã são os isómeros presentes em maior quantidade comparativamente aos da configuração *trans,trans* e *cis,cis*. Nas amostras em cru representam 80,7% a 86,5% do total do CLA. Esta elevada percentagem deve-se à presença do isómero *c9,t11*, cuja participação varia de 67,6 a 73,2% do total do CLA. Estatisticamente verifica-se a presença de um efeito significativo do músculo ( $P < 0,05$ ) e do tratamento ( $P < 0,001$ ) no total de isómeros *cis,trans*. O músculo LL apresentou um teor superior (86,5% do total do CLA) de isómeros *cis/trans* comparativamente ao teor obtido no músculo ST (80,7% do total do CLA). O efeito do tratamento apenas é significativo no músculo ST, aumentando a sua percentagem após aplicação da cozedura (89,2% do total do CLA) e da grelhagem (87,9% do total do CLA).

Por último, foi identificado apenas um único isómero que apresenta a configuração *cis,cis* (*c9,c11*), tendo sido verificado na vitela Barrosã um efeito significativo do músculo e do tratamento ( $P < 0,001$ ). Nas amostras do músculo LL, o seu teor foi superior após aplicação do forno micro-ondas (4,37% do total do CLA) comparativamente à cozedura (2,26% do total do CLA) e à grelhagem (0,96% do total do CLA). No músculo ST, à semelhança do verificado no músculo LL, o teor do isómero *c9,c11* foi superior após aplicação do forno micro-ondas (10,3% do total do CLA) comparativamente à cozedura (1,22% do total do CLA) e à grelhagem (1,40% do total do CLA). Os teores obtidos na cozedura e na grelhagem não registaram diferenças significativas entre si, tendo-se registado uma percentagem inferior à verificada nas amostras em cru (7,9% do total do CLA).

No teor total de CLA determinado no novilho Mertolengo verificou-se não existir um efeito significativo do músculo, variando o seu teor de 0,030 a 0,043 mg/g músculo. Foi registado um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ), diminuindo o seu teor após aplicação dos métodos estudados (Tabela 23). Contudo não se verificaram diferenças significativas entre os métodos de confeção. Resultados diferentes aos obtidos no presente estudo foram observados por Alfaia et al. (2010) que verificaram que os métodos de confeção aumentavam o teor de total de CLA no músculo LL da raça Alentejana-DOP.

Com o teor de CLA específico obtido nas amostras estudadas no novilho Mertolengo, verificou-se, à semelhança do observado na vitela Barrosã, não existir um efeito significativo do músculo, variando o seu teor nas amostras em cru de 2,04 a 2,8 mg/g lípidos. No entanto, registou-se um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ), diminuindo o seu teor após aplicação dos métodos de confeção, com exceção das amostras do músculo ST após aplicação da cozedura, cujo método conduziu a um aumento do seu teor (3,95 mg/g lípidos).

**Tabela 22.** Efeito dos métodos de confecção no teor total de CLA (mg/g músculo), CLA específico (mg/g lípidos) e nos isômeros individuais (% do total de CLA) determinados nos músculos LL e ST da vitela Barrosã ( $n = 15$ ).

	Músculo LL				Músculo ST				$P^A$		
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	MxT
<b>CLA</b>											
<b>Total</b>	0,02 ± 0,003	0,03±0,006	0,04±0,006	0,04±0,005	0,01±0,001	0,02±0,003	0,02±0,003	0,02±0,003	***	***	ns
<b>Específico</b>	4,16 ± 0,603	3,27±0,448	3,14±0,438	2,76±0,280	3,77±0,591	2,66±0,374	3,10±0,362	2,27±0,257	ns	*	ns
<b>Perfil de Isômeros</b>											
<b>t12,t14</b>	1,30 ± 0,077	1,23±0,074	1,14±0,081	1,25±0,079	0,99±0,083	0,92±0,066	1,02±0,077	0,96±0,066	***	ns	ns
<b>t11,t13</b>	2,24 ± 0,140	2,22±0,142	2,17±0,155	2,19±0,127	2,00±0,174	1,84±0,120	1,77±0,128	1,65±0,121	***	ns	ns
<b>t10,t12</b>	0,61 <sup>a</sup> ± 0,059	0,69 <sup>a,b</sup> ±0,064	0,74 <sup>a,b</sup> ±0,062	0,67 <sup>a,b</sup> ±0,118	0,79 <sup>b</sup> ±0,126	0,68 <sup>a,b</sup> ±0,064	0,45 <sup>c</sup> ±0,037	0,56 <sup>c</sup> ±0,060	ns	ns	*
<b>t9,t11</b>	4,85 <sup>a</sup> ±0,196	4,07 <sup>b</sup> ±0,226	2,99 <sup>c</sup> ±0,156	4,06 <sup>b</sup> ±0,135	5,53 <sup>d</sup> ±0,404	3,11 <sup>c</sup> ±0,212	4,28 <sup>b</sup> ±0,223	4,20 <sup>b</sup> ±0,189	ns	***	***
<b>t8,t10</b>	0,51±0,031	0,51±0,032	0,73±0,144	0,90±0,088	0,69±0,154	0,47±0,050	0,65±0,046	0,85±0,113	ns	***	ns
<b>t7,t9</b>	1,02 <sup>a</sup> ±0,061	1,33 <sup>a,b</sup> ±0,237	1,39 <sup>a</sup> ±0,421	1,32 <sup>a,b</sup> ±0,141	1,22 <sup>a,b</sup> ±0,054	0,80 <sup>c</sup> ±0,050	0,99 <sup>c</sup> ±0,048	1,59 <sup>b</sup> ±0,132	ns	*	*
<b>t6,t8</b>	0,73 <sup>a</sup> ±0,046	1,17 <sup>a</sup> ±0,253	1,06 <sup>a</sup> ±0,113	2,46 <sup>a</sup> ±0,706	0,59 <sup>b</sup> ±0,060	1,13 <sup>a</sup> ±0,098	0,47 <sup>b</sup> ±0,037	0,54 <sup>b</sup> ±0,060	***	***	***
<b>total t,t</b>	11,2±0,34	11,2±0,31	9,96±0,36	12,3±0,82	11,4±0,96	9,11±0,41	9,61±0,37	10,2±0,44	***	***	ns
<b>c/t12,14</b>	0,31±0,031	0,34±0,048	0,30±0,038	0,32±0,024	0,34±0,122	0,26±0,031	0,25±0,029	0,30±0,038	ns	ns	ns
<b>t11,c13</b>	2,59±0,211	2,62±0,211	2,64±0,232	2,57±0,185	2,30±0,219	2,15±0,185	2,45±0,245	3,13±0,266	ns	ns	ns
<b>c11,t13</b>	0,41 <sup>a</sup> ±0,019	0,64 <sup>b</sup> ±0,066	0,52 <sup>a,b</sup> ±0,064	0,60 <sup>a,b</sup> ±0,075	1,05 <sup>c</sup> ±0,247	0,64 <sup>b</sup> ±0,081	0,99 <sup>c</sup> ±0,060	1,26 <sup>c</sup> ±0,134	***	*	***
<b>t10,c12</b>	0,82 <sup>a,c</sup> ±0,088	0,79 <sup>a,c</sup> ±0,081	0,79 <sup>a,c</sup> ±0,103	1,01 <sup>a</sup> ±0,055	2,25 <sup>a,b</sup> ±1,317	0,68 <sup>c</sup> ±0,062	0,98 <sup>a</sup> ±0,042	1,40 <sup>b</sup> ±0,099	ns	***	***
<b>c9,t11</b>	73,2 <sup>a</sup> ±0,78	72,1 <sup>a,b</sup> ±1,06	75,2 <sup>a,c</sup> ±1,16	76,0 <sup>a,c</sup> ±1,40	67,6 <sup>b</sup> ±1,21	69,8 <sup>a,b</sup> ±1,48	76,6 <sup>c</sup> ±0,68	73,1 <sup>a,c</sup> ±1,23	***	***	***
<b>t8,c10</b>	3,42±0,632	2,48±0,108	2,44±0,103	2,77±0,205	2,31±0,069	2,47±0,136	2,41±0,357	3,41±0,331	ns	*	ns



**Tabela 22.** Efeito dos métodos de confecção no teor total de CLA (mg/g músculo), CLA específico (mg/g lípidos) e nos isômeros individuais (% do total de CLA) determinados nos músculos LL e ST da vitela Barrosã ( $n = 15$ ) (Continuação)

	Músculo LL				Músculo ST				$P^A$		
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	MxT
<b><i>t7,c9</i></b>	5,78±0,377	5,37±0,253	5,57±0,260	4,63±0,339	4,80±0,210	5,06±0,171	5,48±0,228	5,40±0,268	ns	ns	ns
<b>total c/t</b>	86,5 <sup>a</sup> ±0,49	84,4 <sup>a,c</sup> ±0,87	87,5 <sup>a,d</sup> ±1,09	87,9 <sup>a,d</sup> ±0,96	80,7 <sup>b,c</sup> ±1,61	81,0 <sup>b,c</sup> ±1,47	89,2 <sup>d</sup> ±0,37	87,9 <sup>a,d</sup> ±0,79	*	***	***
<b>total c/c</b>	2,22 <sup>a</sup> ±0,200	4,37 <sup>b</sup> ±0,652	2,26 <sup>a</sup> ±0,923	0,96 <sup>c</sup> ±0,052	7,93 <sup>d</sup> ±0,883	10,3 <sup>d</sup> ±1,11	1,22 <sup>c</sup> ±0,058	1,40 <sup>c</sup> ±0,177	***	***	***

**(c9,c11)**

M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; MxT = interação entre o músculo e o tratamento térmico.

Na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes. Erro padrão da média ( $\pm$ SE).

$P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: \*,  $P < 0,05$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; ns, não significativo ( $P > 0,05$ ).

O total de ácidos gordos que apresentaram a configuração *trans,trans* nos músculos do novilho Mertolengo representa 9,05% a 10,3% do total do CLA, sendo o isómero *t9,t11* aquele que tem maior destaque (4,4 a 5,3% do total do CLA). No total de ácidos gordos que apresentaram a configuração *trans,trans* verificou-se um efeito significativo do músculo ( $P < 0,001$ ), sendo o músculo ST o que apresenta maior quantidade de isómeros *trans,trans*. O efeito do tratamento apenas foi significativo nas amostras do músculo ST, tendo-se verificado um aumento do teor dos isómeros *trans,trans* após aplicação da grelhagem (15,9% do total do CLA), comparativamente aos restantes métodos de confeção. O teor obtido nas amostras do músculo ST, após aplicação do forno micro-ondas, da cozedura e o teor obtido nas amostras do músculo em cru não registaram diferenças significativas entre si.

Relativamente ao total de isómeros que apresentam a configuração *cis,trans*, no novilho Mertolengo não se registou um efeito significativo do músculo, nem do tratamento ( $P > 0,001$ ), representando estes isómeros 86,9% a 88,9% do total do CLA. O perfil de isómeros do CLA determinado permitiu verificar que, à semelhança do observado na vitela Barrosã, o isómero *c9,t11* é também o presente em maior quantidade (68,2% a 69,7% do total do CLA), não tendo revelado um efeito significativo do músculo nem do tratamento ( $P > 0,05$ ).

Alfaia et al. (2010) identificaram em carne bovina um perfil de isómeros do CLA semelhante ao obtido no presente estudo, tendo sido o isómero *c9,t11* o isómero predominante (67,2 a 67,4% do total CLA). O isómero *c9,t11* encontra-se em maiores concentrações na carne de ruminantes do que em espécies monogástricas, uma vez que resulta da biohidrogenação ruminal dos PUFA na dieta, pela ação das isomerasas bacterianas específicas sobre o ácido 18:2n6 e da dessaturação endógena de 18:1t11 pela desaturase (Costa et al., 2006).

Por último, nas amostras estudadas do novilho Mertolengo verificou-se um efeito significativo do músculo ( $P < 0,001$ ) no teor do isómero *c9,c11* (total *cis,cis*), sendo o seu teor ligeiramente superior no músculo ST (Tabela 23). O efeito do tratamento não foi estatisticamente significativo ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 23.** Efeito dos métodos de confeção no teor total de CLA (mg/g músculo), CLA específico (mg/g lípidos) e nos seus isómeros individuais (% do total de CLA) determinados nos músculos LL e ST do novilho Mertolengo ( $n = 15$ ).

	Músculo LL				Músculo ST				$P^A$		
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	MxT
<b>CLA</b>											
<b>Total</b>	0,043±0,0006	0,010±0,0013	0,012±0,0018	0,012±0,0036	0,030±0,0005	0,011±0,0034	0,011±0,0014	0,011±0,0029	ns	***	ns
<b>Específico</b>	2,04 ± 0,198	1,58 ± 0,213	1,07 ± 0,110	1,97 ± 0,452	2,76 ± 0,409	2,29 ± 0,393	3,95 ± 0,475	1,72 ± 0,220	ns	***	ns
<b>Perfil de Isómeros</b>											
<b>t12,t14</b>	0,57 ± 0,074	0,69 ± 0,10	0,56 ± 0,11	0,71 ± 0,16	0,55 ± 0,090	0,62 ± 0,093	0,88 ± 0,18	0,62 ± 0,14	ns	ns	ns
<b>t11,t13</b>	1,17 ± 0,186	1,44 ± 0,211	1,35 ± 0,227	1,77 ± 0,308	1,25 ± 0,199	1,39 ± 0,301	1,61 ± 0,284	1,46 ± 0,289	ns	ns	ns
<b>t10,t12</b>	0,96 ± 0,090	1,23 ± 0,177	1,61 ± 0,239	1,10 ± 0,115	1,02 ± 0,110	0,96 ± 0,097	1,22 ± 0,091	1,55 ± 0,281	ns	*	ns
<b>t9,t11</b>	4,43 <sup>a,c</sup> ± 0,175	4,14 <sup>a</sup> ± 0,126	4,94 <sup>a,b,c</sup> ± 0,727	3,19 <sup>b</sup> ± 0,158	5,27 <sup>c</sup> ± 0,284	3,82 <sup>a,b</sup> ± 0,131	3,76 <sup>a,b</sup> ± 0,207	6,59 <sup>a,b,c</sup> ± 1,35	ns	***	***
<b>t8,t10</b>	0,51 <sup>a</sup> ± 0,033	0,88 <sup>b</sup> ± 0,087	1,02 <sup>b,c</sup> ± 0,150	0,92 <sup>b</sup> ± 0,079	0,51 <sup>a</sup> ± 0,062	0,76 <sup>a,b</sup> ± 0,066	0,94 <sup>b</sup> ± 0,061	1,35 <sup>c</sup> ± 0,084	ns	***	***
<b>t7,t9</b>	1,15 ± 0,062	1,23 ± 0,094	1,29 ± 0,116	1,36 ± 0,172	1,45 ± 0,101	1,31 ± 0,062	1,32 ± 0,098	1,46 ± 0,123	ns	ns	ns
<b>t6,t8</b>	0,25 <sup>a</sup> ± 0,028	0,30 <sup>a,b</sup> ± 0,039	0,41 <sup>a,b</sup> ± 0,067	0,47 <sup>a,b</sup> ± 0,137	0,29 <sup>a,b</sup> ± 0,059	0,42 <sup>b</sup> ± 0,044	0,43 <sup>b</sup> ± 0,045	3,12 <sup>c</sup> ± 0,690	***	***	***
<b>total t/t</b>	9,05 <sup>a</sup> ± 0,309	9,91 <sup>a</sup> ± 0,531	10,66 <sup>a</sup> ± 1,121	9,08 <sup>a</sup> ± 0,491	10,3 <sup>a</sup> ± 0,427	9,22 <sup>a</sup> ± 0,324	9,96 <sup>a</sup> ± 0,466	15,9 <sup>b</sup> ± 1,09	***	***	***
<b>c/t12,14</b>	1,58 <sup>a</sup> ± 0,261	1,67 <sup>a</sup> ± 0,205	0,37 <sup>b</sup> ± 0,068	2,79 <sup>a</sup> ± 0,595	1,04 <sup>a</sup> ± 0,108	1,29 <sup>a</sup> ± 0,136	1,11 <sup>a</sup> ± 0,238	0,411 <sup>b</sup> ± 0,056	***	***	***
<b>t11,c13</b>	0,78 ± 0,048	0,80 ± 0,076	1,02 ± 0,084	0,87 ± 0,093	0,83 ± 0,060	0,96 ± 0,078	1,10 ± 0,128	1,02 ± 0,078	ns	*	ns
<b>c11,t13</b>	0,89 ± 0,063	0,93 ± 0,052	0,91 ± 0,11	1,41 ± 0,286	0,92 ± 0,044	1,07 ± 0,071	1,06 ± 0,134	0,73 ± 0,054	ns	ns	ns
<b>t10,c12</b>	2,11 ± 0,251	2,14 ± 0,269	2,20 ± 0,303	2,13 ± 0,318	2,34 ± 0,291	2,41 ± 0,306	2,25 ± 0,355	1,84 ± 0,204	ns	ns	ns
<b>c9,t11</b>	69,7 ± 0,937	66,6 ± 1,49	68,5 ± 2,25	76,4 ± 8,45	68,2 ± 1,26	68,2 ± 1,27	66,5 ± 1,24	65,6 ± 1,78	ns	ns	ns
<b>t8,c10</b>	2,31 <sup>a</sup> ± 0,165	3,56 <sup>b</sup> ± 0,277	3,58 <sup>b</sup> ± 0,418	2,39 <sup>a,b</sup> ± 0,207	3,39 <sup>b,c</sup> ± 0,275	2,55 <sup>a,c</sup> ± 0,147	2,52 <sup>a,c</sup> ± 0,139	3,34 <sup>b,c</sup> ± 0,247	ns	ns	***

**Tabela 23.** Efeito dos métodos de confecção no teor total de CLA (mg/g músculo), CLA específico (mg/g lípidos) e nos seus isômeros individuais (% do total de CLA) determinados nos músculos LL e ST do novilho Mertolengo (n = 15). (Continuação)

	Músculo LL				Músculo ST				<i>P</i> <sup>A</sup>		
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	M×T
<b>f7,c9</b>	11,5 ± 0,651	12,09 ± 0,764	10,0 ± 0,944	11,5 ± 0,982	10,2 ± 0,906	11,9 ± 0,878	11,4 ± 0,747	8,59 ± 0,962	ns	ns	ns
<b>total c/t</b>	88,9 ± 0,330	82,34 ± 5,73	86,28 ± 1,24	95,22 ± 8,77	86,9 ± 0,57	88,34 ± 0,56	85,36 ± 0,92	81,52 ± 1,47	ns	ns	ns
<b>total c/c</b>	2,04 <sup>a</sup> ± 0,198	1,58 <sup>a,b</sup> ± 0,213	1,07 <sup>b</sup> ± 0,110	1,97 <sup>a,b,c</sup> ± 0,452	2,76 <sup>a,c</sup> ± 0,409	2,29 <sup>a,b,c</sup> ± 0,393	3,95 <sup>c</sup> ± 0,475	1,72 <sup>a,b</sup> ± 0,220	***	ns	***
<b>(c9,c11)</b>											

M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; M×T = interação entre o músculo e o tratamento térmico.

Na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes. Erro padrão da média (±SE).

*P*<sup>A</sup> Probabilidade estatística do tratamento: \*, *P* < 0,05; \*\*\*, *P* < 0,001; ns, não significativo (*P* > 0,05).

#### 3.4.4. Retenção do CLA total e dos seus isómeros

Na Tabela 24 encontra-se apresentada a retenção do CLA total, bem como a retenção dos seus isómeros nas amostras dos músculos LL e ST da vitela Barrosã. Verificou-se que a retenção do total do CLA variou de 50,1% a 66,1%, não se tendo registado um efeito significativo do tratamento nem do músculo ( $P > 0,05$ ), nem uma interação significativa entre o músculo e o tratamento.

O total de isómeros do CLA *trans,trans* na vitela Barrosã apresentou um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,05$ ), sendo as amostras do músculo LL a grelhagem e o forno micro-ondas os métodos que registaram uma maior retenção (64,4%; 76,7%, respetivamente), comparativamente à cozedura (59,5%). Nas amostras do músculo ST não se registaram diferenças significativas na retenção entre os três métodos de confeção, variando esta de 52,2% a 57,5%. Verificou-se ainda um efeito significativo do músculo ( $P < 0,001$ ), apresentando as amostras do músculo LL retenções superiores (59,5% a 76,7%) às registadas no músculo ST (52,2% a 57,5%).

Os isómeros do CLA que apresentam a configuração *cis,trans* na vitela Barrosã revelaram apresentar um efeito significativo do músculo ( $P < 0,05$ ), sendo a retenção superior no músculo ST. O efeito do tratamento também foi estatisticamente significativo ( $P < 0,05$ ), sendo a cozedura o método que apresenta uma retenção mais elevada (LL = 68,1%; ST = 72,7%), em ambos os músculos, comparativamente aos restantes métodos de confeção.

A retenção do único isómero do CLA que apresenta a configuração *cis,cis*, nas amostras de vitela Barrosã, apresentou um efeito significativo do músculo ( $P < 0,001$ ) e do tratamento ( $P < 0,001$ ). A sua retenção foi mais elevada nas amostras do músculo LL, comparativamente ao músculo ST. Em ambos os músculos, obteve-se uma retenção mais elevada após aplicação do forno micro-ondas (LL = 103%; ST = 90,6%) comparativamente aos restantes métodos de confeção. Nas amostras do músculo LL a retenção obtida após aplicação da cozedura foi mais elevada (45,5%) comparativamente à da grelhagem (27,4%). Nas amostras do músculo ST não se verificaram diferenças significativas entre as retenções obtidas após aplicação da cozedura e da grelhagem (10,0% a 10,6%, respetivamente).

A retenção do total de CLA e dos seus isómeros determinados nas amostras dos músculos LL e ST do novilho Mertolengo encontra-se apresentada na Tabela 25. Relativamente à retenção do total de CLA verificou-se que não existe um efeito significativo do tratamento térmico, nem do músculo ( $P > 0,05$ ), variando a sua retenção de 84,4% a 91,2%.

**Tabela 24.** Retenção (%) do total de CLA e dos seus isômeros determinados nos músculos LL e ST da vitela Barrosã ( $n = 15$ ).

	Músculo LL			Músculo ST			$P^A$		
	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	MxT
<b>CLA total</b>	66,1±2,42	65,7±3,78	65,8±3,61	57,9±4,10	50,1±4,52	60,5±5,01	ns	ns	ns
<b>Perfil de isômeros</b>									
<b>t12,t14</b>	60,9±3,80	59,8±4,41	61,6±4,21	61,5±5,15	66,5±5,46	62,2±6,16	ns	ns	ns
<b>t11,t13</b>	64,1±4,54	65,7±4,76	62,5±3,84	60,3±4,86	57,4±4,29	50,5±5,71	*	ns	ns
<b>t10,t12</b>	73,1±7,40	82,0±6,67	69,5±12,1	55,7±5,29	39,5±3,50	48,5±6,04	***	ns	ns
<b>t9,t11</b>	54,1 <sup>a</sup> ±3,11	41,5 <sup>b</sup> ±2,11	53,2 <sup>a</sup> ±1,50	38,8 <sup>b</sup> ±1,84	49,6 <sup>a,b</sup> ±3,59	47,9 <sup>a,b</sup> ±3,13	ns	ns	***
<b>t8,t10</b>	64,6±4,19	79,3±6,52	104±6,72	43,2±4,31	66,9±5,44	78,8±11,8	***	***	ns
<b>t7,t9</b>	72,8 <sup>a,c</sup> ±9,40	66,1 <sup>a,c</sup> ±5,58	74,9 <sup>a,c</sup> ±3,17	42,7 <sup>b</sup> ±2,92	54,9 <sup>a,b</sup> ±3,25	82,0 <sup>c</sup> ±7,99	*	***	*
<b>t6,t8</b>	72,6 <sup>a,b</sup> ±9,39	97,4 <sup>b</sup> ±10,1	141 <sup>b</sup> ±17,5	116 <sup>b</sup> ±7,61	53,0 <sup>a</sup> ±4,55	59,7 <sup>a</sup> ±7,66	***	*	***
<b>total t/t</b>	64,4 <sup>a,c</sup> ±2,35	59,5 <sup>a,b</sup> ±1,81	76,7 <sup>c</sup> ± 4,34	52,2 <sup>b</sup> ±2,78	56,8 <sup>a,b</sup> ±2,27	57,5 <sup>a,b</sup> ±4,47	***	*	*
<b>c/t12,14</b>	70,9±10,2	66,0±8,10	67,0±4,99	50,0±6,15	49,5±6,16	54,5±6,34	**	ns	ns
<b>t11,c13</b>	65,2±5,38	68,3±5,82	63,4±4,98	61,6±6,56	72,0±7,52	87,6±10,8	ns	ns	ns
<b>c11,t13</b>	101 <sup>a</sup> ±10,5	83,5 <sup>a,c</sup> ±9,5	101 <sup>a</sup> ±10,9	40,3 <sup>b</sup> ±5,89	63,6 <sup>c</sup> ±3,79	76,2 <sup>a,c</sup> ±9,22	***	ns	*
<b>t10,c12</b>	61,9±6,27	64,6±7,99	77,8±3,65	22,5±3,29	29,4±1,71	44,5±6,22	***	***	ns
<b>c9,t11</b>	63,4±1,19	69,2±1,58	66,1±1,16	67,3±2,25	76,6±2,33	65,4±3,57	*	***	ns
<b>t8,c10</b>	46,4±1,79	48,0±1,94	51,9±4,12	69,7±4,26	70,2±11,2	94,0±10,9	***	ns	ns
<b>t7,c9</b>	59,9±3,05	65,0±3,34	51,5±4,06	69,1±3,16	77,6±4,43	70,4±3,88	***	*	ns
<b>total c/t</b>	62,7±0,99	68,1±1,37	63,4±1,23	65,6±2,22	72,7±2,92	68,9±2,69	*	*	ns
<b>total c/c</b>	103±12,7	45,3±7,39	27,6±1,34	90,6±8,47	10,5±0,61	11,1±1,53	***	***	ns
<b>(c9,c11)</b>									

M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; MxT = interação entre o músculo e o tratamento térmico. Na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes. Erro padrão da média ( $\pm$ SE).  $P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: \*,  $P < 0,05$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; ns, não significativo ( $P > 0,05$ ).

A retenção do total de isómeros do CLA com a configuração *trans, trans* no novilho Mertolengo não apresentou um efeito significativo do músculo ( $P > 0,05$ ), mas sim um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ). Nas amostras do músculo LL, a cozedura (90,7%) e o forno micro-ondas (70,7%) foram os métodos que registaram as maiores retenções comparativamente à grelhagem (62,8%). Contrariamente, nas amostras do músculo ST o método no qual foi registada uma maior retenção foi após a aplicação da grelhagem (104%).

No total dos isómeros do CLA com a configuração *cis,trans*, no novilho Mertolengo, não se verificou um efeito significativo do músculo nem do tratamento ( $P > 0,05$ ), variando a sua retenção de 59,3% a 66,3%. Por último, o único isómero identificado que apresenta a configuração *cis,cis* (*c9,c11*) também não revelou um efeito significativo do músculo nem do tratamento ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 25.** Retenção (%) do total de CLA e dos seus isômeros determinados nos músculos LL e ST do novilho Mertolengo ( $n = 15$ ).

	Músculo LL			Músculo ST			$P^A$		
	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	MxT
<b>CLA total</b>	89,2±3,76	85,7±1,89	86,9±4,02	91,2±5,01	84,4±2,95	87,7±3,07	ns	ns	ns
<b>Perfil de isômeros</b>									
<b>t12,t14</b>	78,7±11,7	65,3±12,8	79,3±18,2	73,1±11,2	111±24,0	69,2±14,9	ns	ns	ns
<b>t11,t13</b>	79,6±11,9	77,2±12,7	91,2±15,9	73,4± 6,4	89,5±17,3	72,4±13,2	ns	ns	ns
<b>t10,t12</b>	97,0±14,6	82,4±10,9	111±19,4	90,0±20,1	96,3±17,7	88,7±16,2	ns	ns	ns
<b>t9,t11</b>	60,2 <sup>a</sup> ±2,11	75,1 <sup>a</sup> ±11,3	45,8 <sup>b</sup> ±2,38	47,1 <sup>b</sup> ±1,88	47,0 <sup>b</sup> ±2,60	74,1 <sup>a</sup> ±12,4	ns	ns	***
<b>t8,t10</b>	111 <sup>a</sup> ±11,3	134 <sup>a,b</sup> ±20,5	114 <sup>a</sup> ±8,87	97,6 <sup>a</sup> ±9,49	123 <sup>a,b</sup> ±9,31	163 <sup>b</sup> ±12,8	ns	***	*
<b>t7,t9</b>	69,1±5,72	75,8±7,04	72,2±9,96	58,9±3,46	60,1±4,52	65,7±7,79	ns	ns	ns
<b>t6,t8</b>	77,0±9,40	109±17,1	86,2±15,1	94,1±10,9	97,5±10,0	103±13,3	ns	ns	ns
<b>total t/t</b>	70,7 <sup>a,c</sup> ±4,13	90,7 <sup>a,b</sup> ±8,58	62,8 <sup>c</sup> ±3,26	59,4 <sup>a,c</sup> ±3,62	66,2 <sup>a,c</sup> ±4,30	104 <sup>b</sup> ±8,41	ns	***	***
<b>c/t12,14</b>	68,7 <sup>a</sup> ±8,81	16,0 <sup>b</sup> ±2,92	113 <sup>a</sup> ±24,7	82,0 <sup>a</sup> ±9,84	70,3 <sup>a</sup> ±15,3	25,4 <sup>b</sup> ±3,57	ns	***	***
<b>t11,c13</b>	65,2±6,52	86,5±6,87	69,9±7,62	76,4±6,88	88,5±11,1	77,5±6,08	ns	ns	ns
<b>c11,t13</b>	67,4±3,64	69,6±8,71	101±21,1	75,7±5,76	75,5±10,0	50,6±4,26	ns	ns	ns
<b>t10,c12</b>	65,4±8,32	70,3±10,0	64,4±9,69	68,4±9,33	62,9±9,93	51,2±6,87	ns	ns	ns
<b>c9,t11</b>	61,6±1,44	66,0±2,01	69,9±7,97	65,1±1,90	64,8±2,32	60,9±2,56	ns	ns	ns
<b>t8,c10</b>	99,9 <sup>a</sup> ±8,24	104 <sup>a</sup> ±12,4	67,3 <sup>b</sup> ±5,83	49,1 <sup>b</sup> ±3,45	49,4 <sup>b</sup> ±2,83	62,0 <sup>b</sup> ±4,61	***	ns	***
<b>t7,c9</b>	67,7±4,51	58,9±5,86	64,6±5,81	76,4±6,14	74,1±5,22	54,8±7,04	ns	ns	ns
<b>total c/t</b>	63,9±0,96	65,6±1,12	60,0±4,01	66,3±1,88	65,6±1,99	59,3±2,53	ns	ns	ns
<b>total c/c (c9,c11)</b>	49,8 <sup>a</sup> ±6,88	35,5 <sup>a</sup> ±3,89	65,7 <sup>a,b</sup> ±14,5	54,0 <sup>a,b</sup> ±9,51	96,7 <sup>b</sup> ±12,6	40,6 <sup>a</sup> ±5,93	ns	ns	***

M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; MxT = interação entre o músculo e o tratamento térmico. Na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes. Erro padrão da média ( $\pm$ SE).  $P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: \*,  $P < 0,05$ ; \*\*\*,  $P < ,001$ ; ns, não significativo ( $P > 0,05$ ).



### 3.5. EFEITOS DOS MÉTODOS DE CONFEÇÃO NA COMPOSIÇÃO EM COLESTEROL E $\alpha$ -TOCOFEROL

#### 3.5.1. Colesterol total

Na carne de vitela Barrosã antes da aplicação dos métodos de confeção, o teor médio de colesterol total determinado no músculo LL foi 0,40 mg/g e no músculo ST foi 0,39 mg/g, não se tendo verificado a existência de diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre ambos os músculos (Tabela 26). Estudos realizados por outros autores revelaram uma variação nos teores médios de colesterol na vitela Barrosã de 0,50 mg/g (Prates et al., 2006) a 0,57 mg/g (Costa et al., 2006).

À semelhança do verificado na vitela Barrosã, na carne de novilho Mertolengo (Tabela 26) também não se registaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) no teor de colesterol total entre os dois músculos estudados (LL = 0,34 mg/g; ST = 0,33 mg/g). Alfaia et al. (2006)<sup>b</sup> e Monteiro et al. (2012) nos seus estudos em carne Mertolenga obtiveram um total de colesterol de 0,40 a 0,50 mg/g, teores estes superiores aos encontrados no presente estudo. No entanto, resultados idênticos aos do presente estudo foram reportados por Muchenje et al. (2009)<sup>b</sup> que em carne bovina de três raças diferentes verificaram uma variação do teor de colesterol de 0,36 mg/g a 0,41 mg/g.

A heterogeneidade encontrada nos teores de colesterol do mesmo músculo de diferentes animais da mesma espécie ou entre diferentes músculos do mesmo animal, explica-se por estes estarem intimamente dependentes da constituição das suas fibras musculares.

Quando aplicados os diferentes métodos de confeção nas amostras dos músculos da vitela Barrosã verificou-se, em ambos os músculos, não terem existido diferenças significativas entre os métodos pelo forno micro-ondas e pela cozedura, comparativamente à grelhagem, tendo-se neste método registado os teores de colesterol mais baixos.

Contrariamente ao verificado na vitela Barrosã, nas amostras do músculo LL do novilho Mertolengo, o teor de colesterol foi menor após aplicação dos métodos pelo forno micro-ondas (0,51 mg/g) e pela cozedura (0,52 mg/g), tendo sido mais elevado após aplicação da grelhagem (0,59 mg/g). O músculo ST apresentou o mesmo comportamento face ao músculo LL, ou seja, também registou um maior teor de colesterol após a aplicação do método pela grelhagem (0,59 mg/g) comparativamente aos restantes métodos de confeção.

### 3.5.2. $\alpha$ -tocoferol

Relativamente à vitamina  $\alpha$ -tocoferol, verificou-se nas amostras em cru de vitela Barrosã uma variação de 3,5  $\mu\text{g/g}$  (ST) a 3,6  $\mu\text{g/g}$  (LL) (Tabela 26). Costa et al. (2006) obtiveram na carne de vitela Barrosã teores de  $\alpha$ -tocoferol mais baixos (1,6  $\mu\text{g/g}$  a 2,4  $\mu\text{g/g}$ ) do que os encontrados no presente estudo.

Após aplicação dos diferentes métodos de confeção, verificou-se na carne de vitela Barrosã um efeito significativo do músculo e do tratamento. No músculo LL, a aplicação da grelhagem foi o método que conferiu um maior teor de  $\alpha$ -tocoferol (3,72  $\mu\text{g/g}$ ), enquanto que no músculo ST foi o método pelo forno micro-ondas (5,67  $\mu\text{g/g}$ ) comparativamente aos restantes métodos de confeção.

Na carne, em cru, de novilho Mertolengo obteve-se uma variação de 4,3  $\mu\text{g/g}$  (LL) a 4,4  $\mu\text{g/g}$  (ST) de  $\alpha$ -tocoferol. Costa et al. (2006) e Monteiro et al. (2012) nos seus estudos com carne de novilho Mertolengo obtiveram teores de  $\alpha$ -tocoferol mais baixos (1,3  $\mu\text{g/g}$  a 2,8  $\mu\text{g/g}$ ) aos encontrados no presente estudo.

No músculo LL do novilho Mertolengo registou-se um maior teor de  $\alpha$ -tocoferol após aplicação da grelhagem (4,57  $\mu\text{g/g}$ ), enquanto que nas amostras do músculo ST foi após a aplicação do forno micro-ondas (4,43  $\mu\text{g/g}$ ) e da grelhagem (4,41  $\mu\text{g/g}$ ), não havendo diferenças significativas entre estes dois métodos de confeção.

### 3.5.3. Retenção do colesterol total

A retenção do colesterol total não apresentou diferenças significativas entre as amostras dos músculos da vitela Barrosã, variando a sua retenção de 83,1% a 104% (Tabela 26). No entanto, verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,001$ ) entre os métodos de confeção aplicados, sendo a grelhagem o método que apresenta uma menor retenção de colesterol, em ambos os músculos. Os métodos pelo forno micro-ondas e pela cozedura não apresentaram diferenças significativas entre si.

Com os resultados obtidos da determinação de colesterol total nas amostras do novilho Mertolengo verifica-se a ocorrência de diferenças significativas entre os métodos de confeção e entre os músculos estudados ( $P < 0,001$ ). No músculo LL do novilho Mertolengo, a retenção de colesterol é superior após aplicação do método pela grelhagem (99,1%), quando comparado com a retenção obtida após aplicação da confeção pelo forno micro-ondas (92,7%) e pela cozedura (89,6%), não existindo diferenças significativas entre estes dois últimos métodos de confeção. No músculo ST ocorreram diferenças significativas entre

os três métodos de confecção, sendo a retenção superior no método pela grelhagem (111%), seguindo-se o forno micro-ondas (98,8%) e, por último, a cozedura (92,2%).

#### **3.5.4. Retenção do $\alpha$ -tocoferol**

Relativamente à retenção de  $\alpha$ -tocoferol, os resultados encontram-se apresentados na Tabela 26, constatando-se na mesma que as amostras dos músculos estudados de vitela Barrosã apresentam uma retenção de  $\alpha$ -tocoferol de 61,7 a 67,0%, não se verificando a ocorrência de diferenças significativas entre os diferentes métodos de confecção nem entre os dois músculos estudados. Lesková et al. (2006), na sua pesquisa bibliográfica relataram que a retenção de  $\alpha$ -tocoferol varia de 44% a 95% em vários tipos de carne.

Na retenção de  $\alpha$ -tocoferol das amostras dos músculos do novilho Mertolengo não se verificou um efeito significativo do músculo ( $P > 0,05$ ), mas sim um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ). A sua retenção foi mais baixa que a verificada na vitela Barrosã, tendo variado de 26,8 a 64,5%. Em ambos os músculos, a cozedura foi o método que conduziu a uma maior perda de  $\alpha$ -tocoferol (LL = 33,2%; ST = 26,8%), comparativamente aos restantes métodos.

**Tabela 26.** Teor de colesterol total (mg/g), de  $\alpha$ -tocoferol ( $\mu\text{g/g}$ ) e respectiva retenção (%) nos músculos LL e ST da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo, antes e após aplicação dos métodos de confeção ( $n=15$ ).

	Músculo LL				Músculo ST				$P^A$		
	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Crua	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	M	T	MxT
<b>Vitela Barrosã</b>											
Colesterol	0,40±0,01	0,62±0,01	0,60±0,01	0,53±0,02	0,39±0,004	0,65±0,02	0,63±0,01	0,53±0,02	ns	***	ns
Retenção	---	100±2,38	101±2,09	85,3±3,77	---	102±2,99	104±2,11	83,1±2,84	ns	***	ns
$\alpha$ -tocoferol	3,57±0,40	3,47±0,39	2,45±0,27	3,72±0,49	3,46±0,31	5,67±0,57	3,01±0,31	3,72±0,55	*	***	ns
Retenção	---	64,5±7,43	67,0±7,33	64,8±9,19	---	61,7±6,47	63,5±6,34	62,2±9,52	ns	ns	ns
<b>Novilho Mertolengo</b>											
Colesterol	0,34±0,007	0,51±0,009	0,52±0,012	0,59±0,012	0,33±0,006	0,52±0,007	0,52±0,009	0,59±0,009	ns	***	ns
Retenção	---	92,7±1,79	89,6±2,05	99,1±1,63	---	98,8±1,64	92,2±1,92	111±3,59	***	***	ns
$\alpha$ -tocoferol	4,26 <sup>a</sup> ±0,32	3,10 <sup>b</sup> ±0,22	2,39 <sup>c</sup> ±0,27	4,57 <sup>a</sup> ±0,44	4,35 <sup>a</sup> ±0,26	4,43 <sup>a</sup> ±0,37	1,98 <sup>c</sup> ±0,26	4,41 <sup>a</sup> ±0,39	ns	***	***
Retenção	---	45,4 <sup>a,b</sup> ±3,37	33,2 <sup>a,c</sup> ±3,85	61,2 <sup>b</sup> ±5,7	---	64,5 <sup>b</sup> ±5,3	26,8 <sup>c</sup> ±3,4	62,6 <sup>b</sup> ±5,6	ns	***	***

M = efeito do músculo; T = efeito do tratamento térmico; MxT = interação entre o músculo e o tratamento térmico; SEM = Erro padrão da média; Erro Padrão da Média ( $\pm\text{SE}$ ).  $P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: \*,  $P < 0,05$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; ns, não significativo ( $P > 0,05$ ). Na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes.

### 3.6. EFEITOS DOS MÉTODOS DE CONFEÇÃO NA COMPOSIÇÃO MINERAL

Os teores dos minerais (ferro, magnésio, potássio e zinco) determinados nas amostras do músculo LL de vitela Barrosã e do novilho Mertolengo, antes e após a aplicação dos diferentes métodos de confeção, encontram-se apresentados na Tabela 27.

A carne crua de vitela Barrosã apresentou uma quantidade apreciável de potássio (289 mg) e quantidades mais pequenas de magnésio (13,0 mg), zinco (3,4 mg) e ferro (1,7 mg).

À semelhança da carne de vitela Barrosã, o músculo LL da carne de novilho Mertolengo também apresentou uma quantidade apreciável de potássio (329 mg) e uma quantidade menor de magnésio (27,1 mg), zinco (4,4 mg) e de ferro (3,1 mg).

**Tabela 27.** Teores de minerais (mg/100 g de músculo) determinados no músculo LL da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo, antes e após aplicação dos respetivos métodos de confeção ( $n = 10$ ).

	Métodos de confeção			$P^A$	
	Crua	Micro-ondas	Cozedura		Grelhagem
<b>Vitela Barrosã</b>					
Ferro	1,69±0,143	2,13±0,147	2,49±0,393	3,14±0,657	ns
Magnésio	13,0 <sup>a</sup> ±0,735	28,5 <sup>b</sup> ±1,38	20,4 <sup>c</sup> ±0,516	30,1 <sup>b</sup> ±0,794	***
Potássio	289 <sup>a</sup> ±20,3	316 <sup>a</sup> ±10,5	129 <sup>b</sup> ±6,73	157 <sup>c</sup> ±6,77	***
Zinco	3,44 <sup>a</sup> ±0,310	4,89 <sup>b</sup> ±0,372	5,39 <sup>b</sup> ±0,338	5,79 <sup>b</sup> ±0,495	***
<b>Novilho Mertolengo</b>					
Ferro	3,13 <sup>a</sup> ±0,270	3,63 <sup>a,c</sup> ±0,246	4,93 <sup>b,c</sup> ±0,521	5,51 <sup>b</sup> ±0,458	***
Magnésio	27,1 <sup>a</sup> ±0,423	33,8 <sup>a</sup> ±1,77	25,9 <sup>b</sup> ±0,740	35,3 <sup>a</sup> ±1,56	***
Potássio	329 <sup>a</sup> ±8,54	413 <sup>b</sup> ±24,5	184 <sup>c</sup> ±9,99	472 <sup>b</sup> ±18,0	***
Zinco	4,36 <sup>a</sup> ±0,094	6,14 <sup>b</sup> ±0,248	6,67 <sup>b</sup> ±0,295	6,66 <sup>b</sup> ±0,229	***

<sup>A</sup> Probabilidade estatística do tratamento: ns - não significativo  $P > 0,05$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ; na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes; Erro Padrão da Média ( $\pm$ SE).

Marchello et al. (1984), Sales e Hayes (1996), Marchello, Slinger, Hadley, Milne e Driskel, (1998), Gerber et al. (2009) e Driskell, Kim, Giraud e Hamouz (2011) observaram que, em carne bovina, o potássio varia de 299 a 350 mg/100 g. No entanto, teores mais baixos foram descritos por Rhee, Griffith-Bradle e Ziprin (1993), Srinivasan et al. (1998) e Hoffman et al. (2007) que obtiveram apenas 123 a 260 mg/100 g em carne bovina. Por conseguinte, observa-se uma grande variabilidade no teor de potássio determinado por diversos autores em carne bovina.

O músculo LL de vitela Barrosã e do novilho Mertolengo apresentam quantidades apreciáveis de potássio quando comparadas com o teor de potássio fornecido por outras espécies animais, como por exemplo, em suínos o teor varia de 172 a 175 mg/100 g, em aves varia de 248 a 259 mg/100 g e o carneiro apresenta teores médios de 275 mg/100 g (Sainsbury et al., 2011).

Encontram-se descritos na literatura teores de magnésio superiores ao encontrado nas amostras do músculo LL de vitela Barrosã (12,9 mg/100 g). Vários estudos demonstraram que o teor de magnésio em carne bovina varia de 17 a 27 mg/kg (Marchello et al., 1984; Rhee et al., 1993; Sales & Hayes 1996; Marchello et al., 1998; Hoffman et al., 2007; Heerden et al. 2007; Gerber et al., 2009 e Driskell et al., 2011). Estes teores observados por diversos autores encontram-se em conformidade com o teor médio determinado nas amostras do músculo LL do novilho Mertolengo (27,1 mg/100 g).

Teores de zinco similares ao determinado no presente estudo (Barrosã - 3,4 mg/100 g; Mertolengo - 4,3 mg/100 g) foram verificados por Marchello et al. (1984) e Lombardi-Boccia et al. (2005) que observaram uma variação de zinco em carne bovina de 3,6 mg a 4,7 mg/100 g. Schricker, Miller e Stouffer (1982) quantificaram o teor de zinco em quatro músculos de carne de vaca, porco e cordeiro, tendo verificado que o teor de zinco foi superior na carne de vaca (4,4 mg/100 g) do que na carne de porco (1,9 mg/100 g) e na de cordeiro (3,1 mg/100 g), existindo diferenças significativas entre os músculos estudados. Posteriormente, Gerber et al. (2009) também verificaram que o teor de zinco (4,7 mg/100 g) fornecido pela carne de vaca é superior ao teor fornecido pela carne de porco (2,9 mg/100 g) e pela carne de vitela (3,1 mg/100 g). Teores superiores foram observados por Driskell et al. (2011) que obtiveram 5,9 mg/100 g de zinco no músculo *infraspinatus* da raça bovina.

O presente estudo evidencia que os teores de ferro determinados nas amostras do músculo LL de vitela Barrosã e de novilho Mertolengo encontram-se dentro do intervalo de teores reportados por outros autores. Vários autores observaram uma variação de ferro, em carne bovina, de 1,6 a 3,9 mg/100 g (Marchello et al., 1984; Rhee et al., 1993; Marchello et al., 1998; Srinivasan et al., 1998; Farfán e Sammán, 2003; Lombardi-Boccia et al., 2005; Gerber et al., 2009). No entanto, Leonhardt e Wenk (1997) no seu estudo sobre a variabilidade de minerais em diferentes porções de carne bovina, reportaram teores de ferro mais elevados (7,8 mg/100 g).

Da pesquisa bibliográfica efetuada verificou-se a existência de inúmeros estudos sobre a caracterização da composição mineral de músculos de várias espécies. Contudo, verificou-se uma grande variabilidade entre os dados existentes. Esta variabilidade dos dados referentes à composição em minerais deve-se a vários fatores, como por exemplo: tipo de músculo (Gerber et al., 2009; Hermida et al., 2006; Farfán e Sammán, 2003;

Schricker et al., 1982; Marchello et al., 1984; Marchello et al., 1998), idade do animal (Doornenbal & Murray, 1981), raça (Farfán & Sammán, 2003; Doornenbal & Murray, 1981; Schricker et al., 1982), sexo (Doornenbal & Murray, 1981); tipo de alimentação do animal (Driskell et al., 2011; Leonhardt & Wenk, 1997; Srinivasan et al., 1998, Marchello et al., 1984); região de produção (Hoffman et al., 2007) e a fatores genéticos (Leonhardt & Wenk, 1997).

Relativamente aos teores de minerais determinados após aplicação dos diferentes métodos de confeção (Tabela 27), verificou-se que nas amostras do músculo LL de vitela Barrosã o teor de ferro não apresentou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) após aplicação dos diferentes métodos de confeção face ao seu teor determinado nas amostras em cru. Entre os métodos de confeção também não foram registadas diferenças significativas no teor de ferro. No músculo LL do novilho Mertolengo verificou-se um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ), tendo-se obtido um maior teor de ferro quando aplicada a cozedura (4,9 mg/100 g) e a grelhagem (5,5 mg/100 g) comparativamente ao teor obtido após a aplicação do forno micro-ondas (3,6 mg/100 g). O teor obtido após aplicação do forno micro-ondas não foi significativamente diferente ( $P > 0,05$ ) do teor determinado nas amostras em cru (3,1 mg/100 g).

O teor de magnésio na carne Barrosã registou um aumento após aplicação dos métodos de confeção relativamente ao determinado nas amostras em cru, verificando-se a existência de diferenças significativas ( $P < 0,001$ ) entre os métodos de confeção. Entre os três métodos de confeção, o teor de magnésio foi mais elevado após aplicação do forno micro-ondas (28,5 mg/100 g) e da grelhagem (30,1 mg/100 g) relativamente ao teor determinado após a cozedura (20,4 mg/100 g). Na carne Mertolenga o comportamento do elemento magnésio foi idêntico ao verificado na carne Barrosã, ou seja, registou um maior teor após aplicação do forno micro-ondas (33,8 mg/100 g) e pela grelhagem (35,3 mg/100 g), comparativamente à cozedura (25,9 mg/100 g). A cozedura não registou diferenças significativas em comparativamente ao teor determinado nas amostras em cru (27,1 mg/100 g).

Quando aplicado o método de confeção pelo forno micro-ondas o teor de potássio determinado na vitela Barrosã (316 mg/100 g) não apresentou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) face ao teor determinado nas amostras em cru. No entanto, o seu teor diminuiu quando aplicada a cozedura (129 mg/100 g) e a grelhagem (157 mg/100 g), não se registando diferenças significativas entre a cozedura e a grelhagem ( $P > 0,05$ ). No novilho Mertolengo, verificou-se um efeito significativo do tratamento ( $P < 0,001$ ), tendo o seu teor sido superior quando aplicado, por ordem decrescente, a grelhagem (472 mg/100 g), o forno micro-ondas

(413 mg/100 g) e a cozedura (184 mg/100 g), não se tendo verificado diferenças significativas entre o forno micro-ondas e a grelhagem.

Por último, em ambas as raças, verificou-se que o teor de zinco determinado nas amostras do músculo LL após a aplicação dos métodos de confeção foi superior ao determinado nas amostras em cru, não se tendo registado diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os três métodos de confeção.

### 3.6.1. Retenção dos elementos minerais

Após aplicação dos diferentes métodos de confeção nas amostras do músculo LL de vitela Barrosã, os minerais ferro e zinco não apresentaram diferenças significativas na sua retenção após aplicação dos métodos de confeção (Tabela 28), ou seja, independentemente do método de confeção aplicado o ferro e o zinco são afetados da mesma forma. Contrariamente, os minerais magnésio e potássio apresentaram diferenças significativas entre os diferentes métodos de confeção. O magnésio apresentou uma maior retenção quando o músculo foi sujeito ao forno micro-ondas (138%) e à grelhagem (135%) do que quando submetido à cozedura (93,4%). O potássio registou uma maior retenção quando o músculo foi submetido ao forno micro-ondas (68,4%) e menor quando submetido à cozedura (26,5%) e à grelhagem (31,6%).

**Tabela 28.** Retenção (%) dos minerais determinados no músculo LL da vitela Barrosã e do novilho Mertolengo ( $n = 10$ ).

	Métodos de confeção			$P^A$
	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	
<b>Vitela Barrosã</b>				
Ferro	78,9±5,49	87,8±13,97	105±19,3	ns
Magnésio	138 <sup>a</sup> ±7,01	93,4 <sup>b</sup> ±2,09	135 <sup>a</sup> ±4,49	***
Potássio	68,4 <sup>a</sup> ±2,55	26,5 <sup>b</sup> ±1,41	31,6 <sup>b</sup> ±1,82	***
Zinco	88,9±6,25	93,2±6,41	97,0±7,63	ns
<b>Novilho Mertolengo</b>				
Ferro	75,0 <sup>a</sup> ±5,73	106 <sup>b</sup> ±10,6	115 <sup>b</sup> ±9,71	*
Magnésio	79,9 <sup>a</sup> ±3,46	64,6 <sup>b</sup> ±2,32	84,6 <sup>a</sup> ±3,80	***
Potássio	80,4 <sup>a</sup> ±4,32	37,9 <sup>b</sup> ±2,40	93,0 <sup>a</sup> ±3,29	***
Zinco	90,4±3,45	103,4±5,01	98,9±2,47	ns

$P^A$  Probabilidade estatística do tratamento: ns - não significativo  $P > 0,05$ ; na mesma linha, médias com letras diferentes são significativamente diferentes (\*,  $P < 0,05$ ; \*\*,  $P < 0,01$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ ). Erro Padrão da Média ( $\pm$ SE).



A retenção do ferro determinada nas amostras do músculo LL do novilho Mertolengo foi mais baixa quando o músculo foi sujeito ao forno micro-ondas (75,0%) do que quando aplicada a cozedura (106%) e a grelhagem (115%), não se tendo verificado a existência de diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre a cozedura e a grelhagem. O magnésio apresentou uma retenção mais baixa quando aplicada a cozedura (64,6%) do que quando aplicado o forno micro-ondas (79,9%) e a grelhagem (84,6%), não se verificando a existência de diferenças significativas entre estes dois últimos métodos de confeção. Relativamente ao potássio verificou-se existirem diferenças significativas entre os três métodos de confeção, registando-se a retenção mais baixa quando aplicada a cozedura (37,9%) e a retenção mais alta quando aplicada a grelhagem (93,0%). Estes resultados estão em consonância com o apontado por Bognár (1998) que refere que o potássio é facilmente perdido no método pela cozedura em água, tanto em alimentos de origem animal como vegetal. Por último, a retenção do zinco não registou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os métodos de confeção estudados, tendo a sua retenção variado de 90,4% a 103,4%.

Proctor e Cunningham (1983) referem que em 1975 um estudo efetuado por Matthews e Garrison demonstrou que uma carne grelhada sujeita a uma temperatura de 220 °C apresentava uma perda de 30 a 40% dos teores de potássio e magnésio e apenas três a 12% para o zinco.

Contrariamente aos dados obtidos no presente estudo, Proctor e Cunningham (1983), no seu estudo sobre o efeito de cinco tipos de métodos de confeção no teor de minerais de carne de frango, mostraram que o método pelo forno micro-ondas foi aquele no qual se verificou uma menor perda dos teores em minerais, quando comparado com os restantes métodos. Noutro estudo efetuado por Martins (1999) sobre os fatores para a avaliação da composição dos alimentos cozinhados, os autores verificaram que numa carne de vaca cozida o mineral zinco apresentou fatores de retenção da ordem dos 100%, o potássio e magnésio cerca de 77% e o ferro 85%.

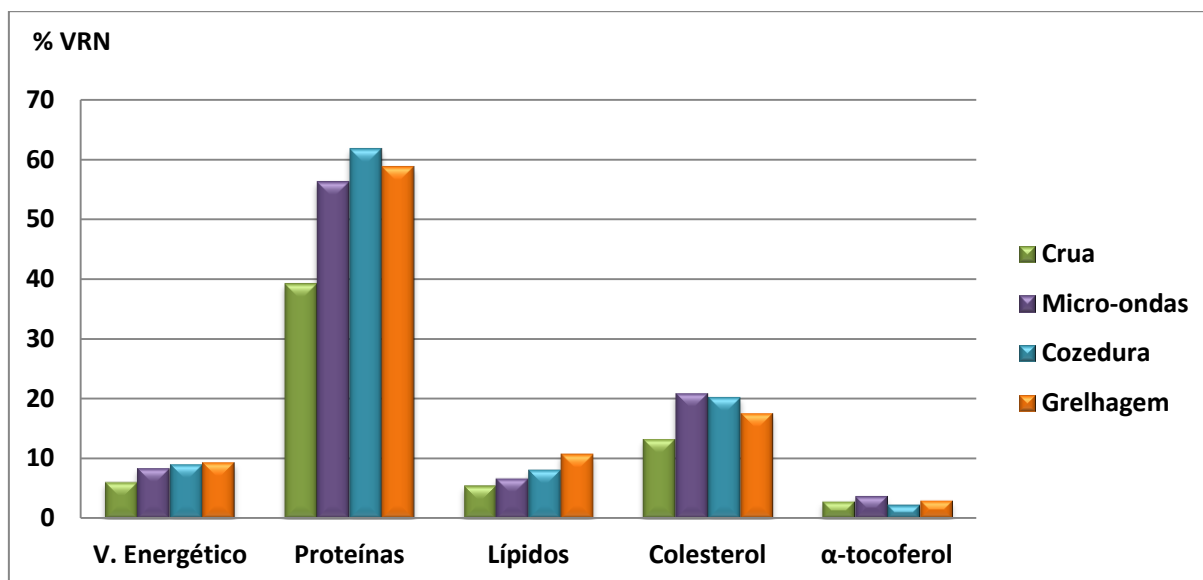
### 3.7. CONTRIBUIÇÃO DO VALOR NUTRICIONAL DAS CARNES DE VITELA BARROSÃ E DE NOVILHO MERTOLENGO PARA OS VALORES DE REFERÊNCIA DOS NUTRIENTES

Em geral, o consumo de carne bovina contribui para satisfazer as necessidades nutricionais da maioria dos nutrientes necessários ao bom funcionamento do organismo. Contudo, os escassos estudos sobre os efeitos dos métodos culinários na composição nutricional da carne apontam no sentido destes afetarem o seu teor em nutrientes (Tornberg, 2005; Santé-Lhoutellier, Astruc, Marinova, Grève & Gatellier, 2008).

As Figuras 18 e 19 apresentam a contribuição para os respectivos valores de referência, do valor energético, proteínas totais, lípidos totais, colesterol total e  $\alpha$ -tocoferol determinados nos músculos estudados, em ambas as raças. A contribuição dos lípidos totais, colesterol total e do  $\alpha$ -tocoferol refere-se à média obtida em ambos os músculos.

Atendendo ao valor energético de referência para um adulto médio (2000 kcal/dia), verifica-se que a ingestão de 100 g de carne previamente confeccionada, em ambas as raças, poderá contribuir, em média, com 9,0% para a dose de referência do valor energético (Figura 18).

**Figura 18.** Contribuição, para os respectivos valores de referência, do valor energético, proteínas totais, lípidos totais, colesterol total e  $\alpha$ -tocoferol determinados na carne de vitela Barrosã.

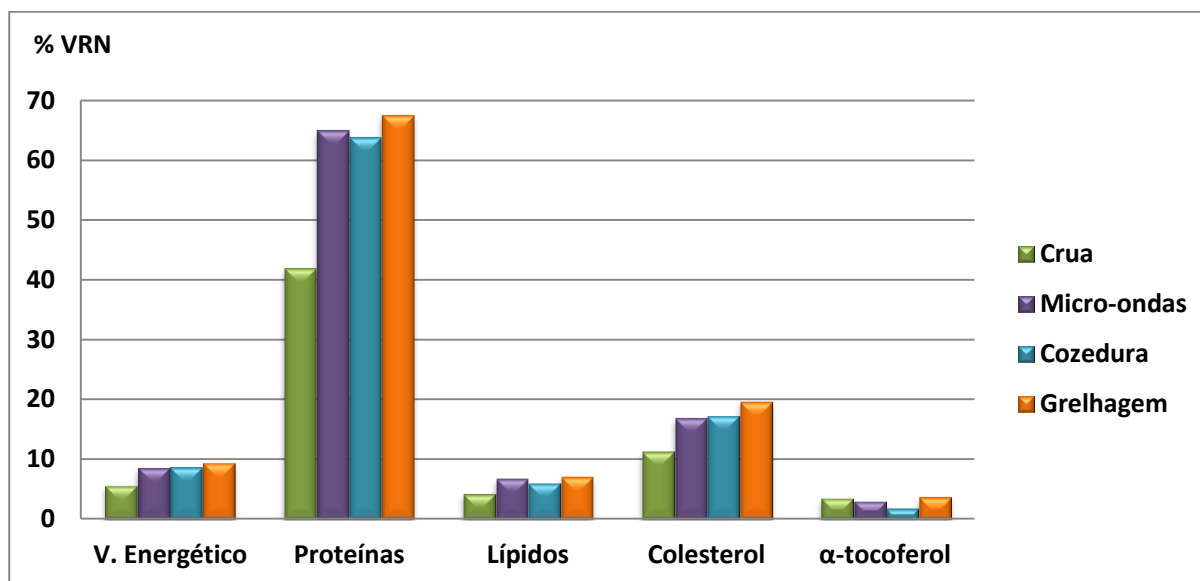


Atendendo à estimativa diária das necessidades em proteínas na idade adulta (50 g/dia), (Regulamento n.º 1169/2011, de 25 de Outubro de 2011), verifica-se que o consumo de 100 g de carne de vitela Barrosã confeccionada pelos métodos estudados, satisfazem

56,4% a 61,8% as necessidades diárias em proteínas (Figura 18). A contribuição das amostras dos músculos do novilho Mertolengo é superior à contribuição da vitela Barrosã, uma vez que satisfaz 63,8% a 67,6% das necessidades diárias (Figura 19). Em ambas as raças, verificou-se que a aplicação dos métodos de confeção tornam as proteínas mais disponíveis nas amostras estudadas, uma vez que a contribuição, antes da aplicação dos métodos de confeção, seria apenas de 40% para o valor de referência.

Numa dieta alimentar de 2000 kcal/dia, as doses de referência para um adulto médio estabelecem o consumo de 70 g de lípidos/dia (Regulamento n.º 1169/2011, de 25 de Outubro de 2011). Por conseguinte, o consumo de 100 g de carne da vitela Barrosã confeccionada irá contribuir com 6,7% (ST) a 8,6% (LL) do valor recomendado. O consumo da mesma quantidade de carne do novilho Mertolengo contribuirá com 6,1% (LL) a 7,4% (ST) para a dose de referência acima identificada.

**Figura 19.** Contribuição, para os respetivos valores de referência, do valor energético, proteínas totais, lípidos totais, colesterol total e  $\alpha$ -tocoferol determinados na carne de novilho Mertolengo.



O Regulamento n.º 1169/2011, de 25 de Outubro de 2011, refere como dose de referência para um adulto médio (2000 kcal) o consumo diário de 20 g de ácidos gordos saturados. Na vitela Barrosã, o consumo de 100 g da sua carne, após ter sido submetida aos métodos de confeção estudados, contribui com 1,7 a 13,7% (LL) e 2,1 a 3,2% (ST) para a dose de referência, enquanto que no novilho Mertolengo a sua contribuição é de 1,7 a 4,1% (LL) e 2,1% a 4,1% (ST).

Tendo por base as considerações de risco cardiovascular para adultos europeus, a EFSA (2012) refere que as recomendações alimentares para o EPA+DHA encontram-se

entre 0,25 a 5 g / dia. Os aportes diários de EPA devem ser até 1,8 g / dia e de DHA até 1 g / dia, estando estabelecida a inexistência de qualquer problema de segurança para a população adulta a ingestão diária daqueles teores. Assim, verifica-se que o consumo de 100 g de carne da vitela Barrosã confeccionada pelos métodos estudados contribui com 68 mg de EPA+DHA (valor médio dos três métodos de confecção), representando 27% do valor preconizado pela EFSA. No entanto, quando avaliado o contributo do EPA e do DHA individualmente, verifica-se que o EPA contribui apenas com 3% (51 mg/100 g músculo) e o DHA com 2% (17 mg/100 g músculo).

Relativamente ao contributo da carne de novilho Mertolengo, verifica-se que o consumo de 100 g de carne previamente submetida aos métodos de confecção estudados contribui apenas com 0,8 a 2% do valor preconizado de EPA+DHA. Valores mais baixos foram observados relativamente ao contributo individual do EPA e do DHA que foi inferior a 0,3% do valor recomendado.

No que se refere ao CLA, ainda não foi recomendada oficialmente a sua ingestão diária (EFSA, 2010). No entanto, estudos em animais sugerem que o consumo diário de 0,8 a 3,0 g/dia de CLA poderá proporcionar benefícios para a saúde humana (Parrish et al., 2003). Apesar de serem estimativas com base em valores obtidos em animais, quando extrapolados para humanos verifica-se que o consumo de 100 g de carne de vitela Barrosã ou do novilho Mertolengo, confeccionada pelos métodos estudados, proporcionaria apenas 1 mg a 3,7 mg de CLA, representando menos que 0,5% do valor recomendado. No entanto, a gama de valores propostos por Parrish et al. (2003) baseiam-se, como já foi referido, na extrapolação dos dados de animais e devem ser interpretados com alguma reserva, até que haja dados disponíveis para humanos (Schmid, Collomb, Sieber & Bee, 2006).

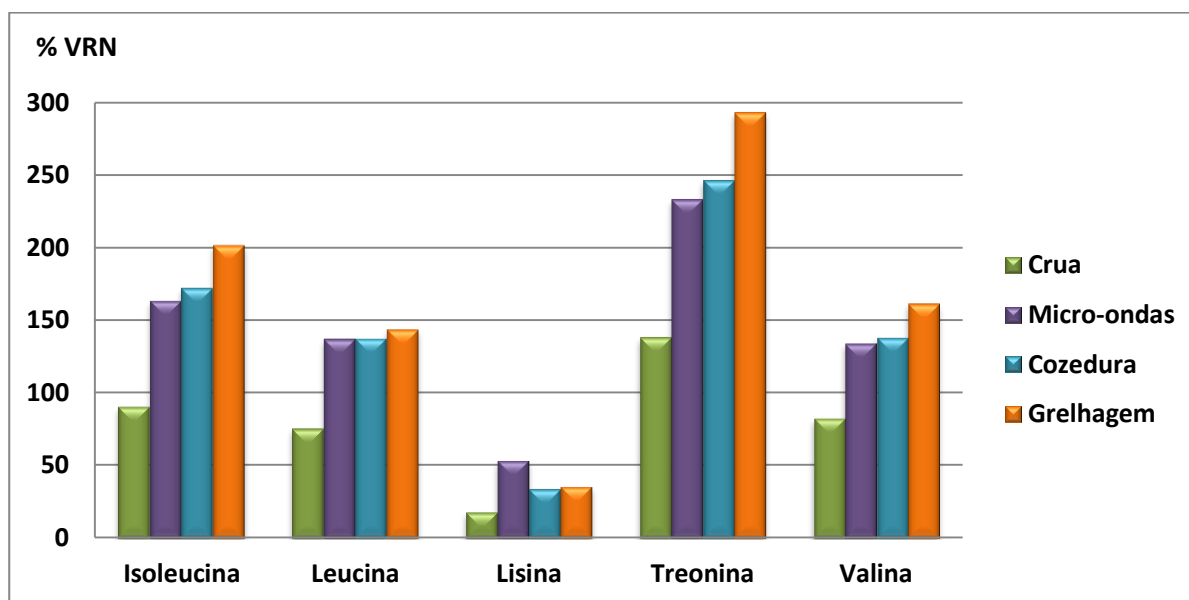
O consumo de 100 g de carne confeccionada pelos métodos culinários estudados, de qualquer um dos músculos (LL e ST) da vitela Barrosã representa a ingestão de 59 mg de colesterol, o que contribui com 20% da dose diária recomendada (300 mg). Na carne do novilho Mertolengo, o consumo de 100 g representa a ingestão de 54 mg de colesterol, contribuindo com 18% da dose diária recomendada.

Relativamente ao  $\alpha$ -tocoferol, o consumo de 100 g de carne de ambas as raças, contribui apenas com 2% a 4% do valor de referência (12 mg).

De acordo com o relatório da WHO/FAO/ONU (2007) as exigências para alguns dos aminoácidos essenciais, em adultos, são 20 mg, 39 mg, 30 mg, 15 mg e 26 mg / kg de peso corporal / dia para a isoleucina, leucina, lisina, treonina e valina, respetivamente. Assim, um adulto com 70 kg necessitará de ingerir 1400 mg de isoleucina, 2730 mg de leucina, 2100 mg de lisina, 1050 mg de treonina e 1820 mg de valina por dia. Por conseguinte, no presente estudo verificou-se que o consumo de 100 g de carne cozinhada da vitela Barrosã

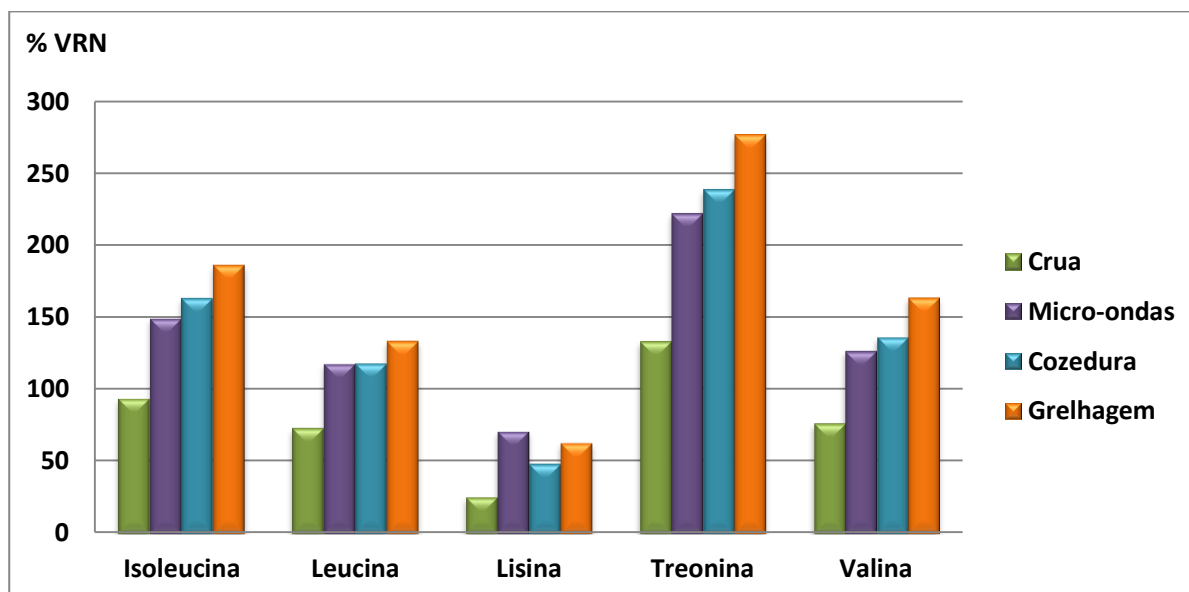
ou do novilho Mertolengo fornece quantidades significativas (>15%) dos aminoácidos anteriormente mencionados (Figuras 20 e 21), constituindo assim uma excelente fonte alimentar destes aminoácidos na dieta alimentar.

**Figura 20.** Contribuição, para os respetivos valores de referência, dos aminoácidos essenciais determinados na carne (músculo LL) de vitela Barrosã.



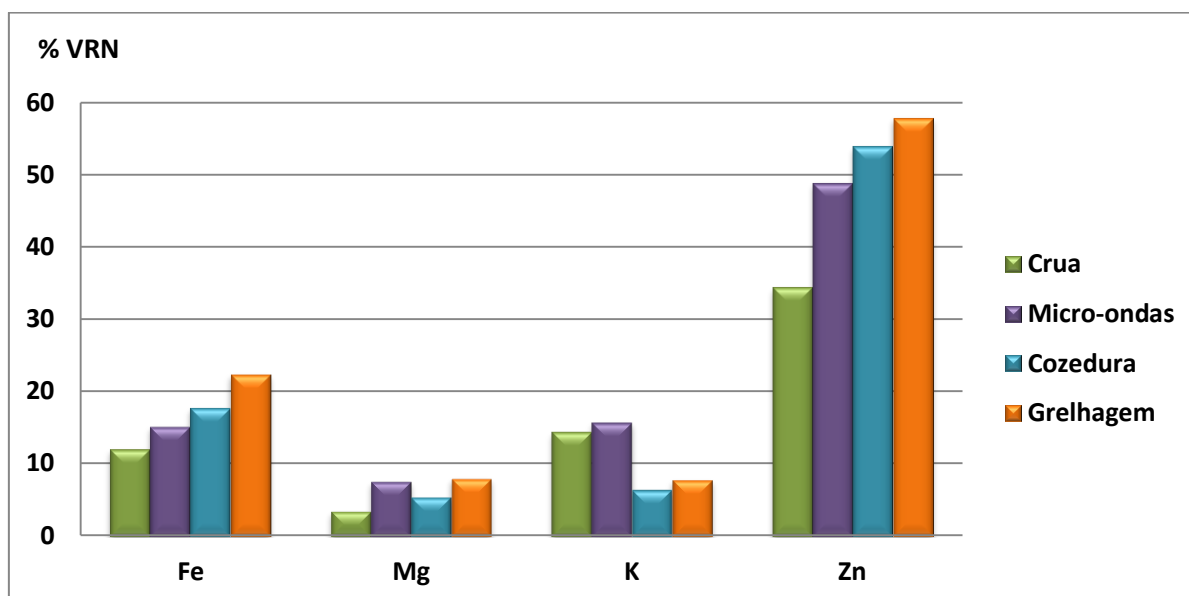
Apesar da aplicação dos métodos de confecção aumentarem a contribuição para os valores de referência, verificou-se que, dos cinco aminoácidos aqui apresentados, a lisina é o aminoácido que ostenta a contribuição mais baixa para os valores de referência.

**Figura 21.** Contribuição, para os respetivos valores de referência, dos aminoácidos essenciais determinados na carne (músculo LL) de novilho Mertolengo.



A contribuição dos minerais determinados nas amostras do músculo LL de vitela Barrosã e do novilho Mertolengo, para os valores de referência num adulto, encontra-se apresentada nas Figuras 22 e 23.

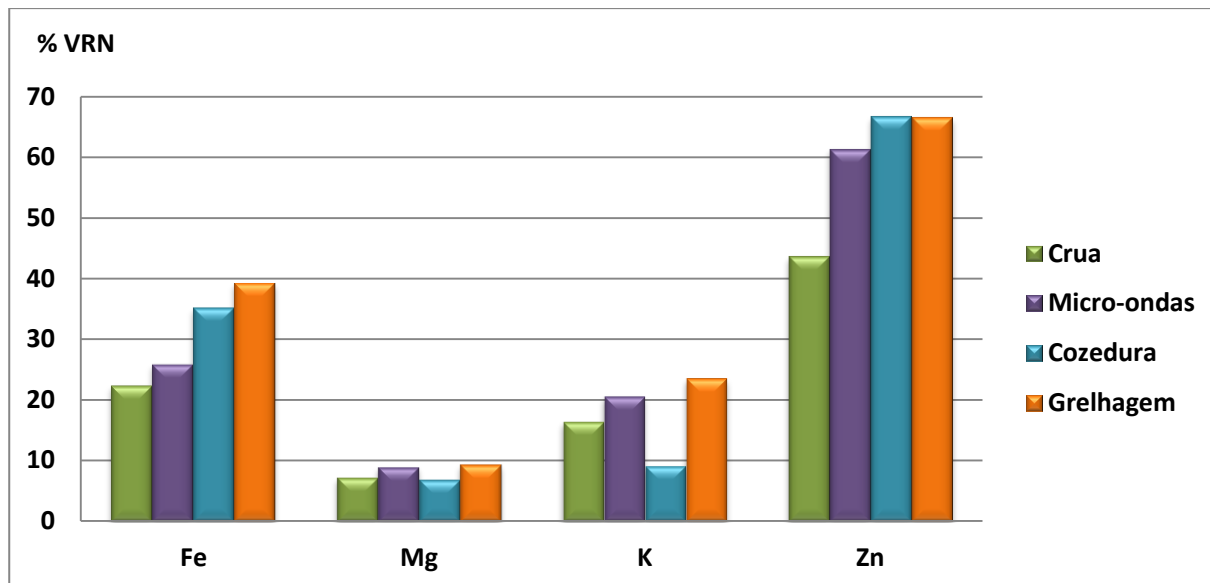
**Figura 22.** Contribuição, para os respectivos valores de referência, dos elementos minerais determinados na carne (músculo LL) de vitela Barrosã.



De acordo com o Anexo XIII do Regulamento (EU) n.º 1169/2011, de 25 de Outubro de 2011, verificou-se que o ferro e o zinco, em ambas as raças, contribuem com uma quantidade significativa para os valores de referência, ou seja, contribuem com mais de 15% dos valores de referência. Na vitela Barrosã, o elemento ferro apresenta uma contribuição de 15,2 a 22,4% para o valor de referência (Figura 22), enquanto que o novilho Mertolengo contribui com 25,9 a 39,4% (Figura 23).

Em ambas as raças, a contribuição do elemento zinco para a satisfação dos valores de referência destaca-se, pela positiva, dos restantes elementos, variando de 49 a 58% na carne da vitela Barrosã e 61 a 67% na carne do novilho Mertolengo.

**Figura 23.** Contribuição para os respectivos valores de referência dos elementos minerais determinados na carne (músculo LL) de novilho Mertolengo.



O elemento magnésio, em ambas as raças, não chega a atingir uma quantidade significativa (< 15% do VRN). Por último, o elemento potássio na vitela Barrosã, ultrapassa a quantidade significativa apenas quando as amostras do músculo estudado foram submetidas ao método pelo forno micro-ondas (16%). No novilho Mertolengo, o teor de potássio determinado revelou uma quantidade significativa após aplicação dos métodos de confecção pelo forno micro-ondas (21%) e pela grelhagem (24%), ao contrário da sua contribuição pela cozedura (9,2%).

Com base nos teores de minerais obtidos nas amostras de ambas as raças, após aplicação dos métodos de confecção, verifica-se que a carne bovina Mertolenga é aquela que melhor contribui para atingir os valores de referência dos respectivos minerais.

A deficiência ou o excesso de certos nutrientes essenciais para o organismo são uma preocupação para a saúde humana. Com os dados obtidos no presente estudo verificou-se que, à semelhança do verificado nas proteínas totais e nos aminoácidos, na maioria dos elementos minerais a aplicação dos métodos de confecção contribuiu para aumentar a sua disponibilidade, contribuindo a ação do tratamento térmico para uma fonte significativa destes elementos na dieta alimentar.

### 3.8. SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS

A Tabela 29 apresenta um resumo do comportamento dos vários nutrientes da carne após aplicação dos três métodos de confecção estudados, comparativamente ao teor de cada nutriente determinado na carne crua.

**Tabela 29.** Efeito dos métodos de confecção no teor dos nutrientes da carne, comparativamente ao teor determinado na carne crua.

Nutrientes	Vitela Barrosã			Novilho Mertolengo		
	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem	Micro-ondas	Cozedura	Grelhagem
Proteínas	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Lípidos	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Humidade	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Cinzas	↑	↓	↑	↑	↓	↑
Aminoácidos	↑	↑	↑	↑	↑	↑
SFA	ns	ns	ns	↑	↑	↑
MUFA	ns	ns	ns	↑	↑	↑
TFA	ns	ns	ns	↑	↑	↑
PUFA	ns	↓	↓	↓	↓	↓
CLA Total	↑	↑	↑	↓	↓	↓
Colesterol	↑	↑	↑	↑	↑	↑
α-tocoferol	↑	↓	↑	↓	↓	ns
Ferro	ns	ns	ns	ns	↑	↑
Magnésio	↑	↑	↑	ns	↓	ns
Potássio	ns	↓	↓	↑	↓	↑
Zinco	↑	↑	↑	↑	↑	↑
V. Energético	↑	↑	↑	↑	↑	↑

(↓) – diminuição do teor relativamente à carne crua; (↑) – aumento do teor relativamente à carne crua; (ns) – não houve efeito significativo do método de confecção.

Com os dados obtidos, verificou-se que nas amostras dos músculos estudados de vitela Barrosã, os teores de proteínas totais, lípidos totais, aminoácidos, CLA total, colesterol total, magnésio, zinco e o respetivo valor energético aumentam comparativamente ao teor



determinado nas amostras em cru, independentemente do método culinário estudado. Contrariamente, o teor de humidade diminui após aplicação dos métodos de confeção. A aplicação dos métodos de confeção estudados, nas respetivas condições (tempo/temperatura), não revelou qualquer efeito significativo no teor de SFA, MUFA e de TFA. Contrariamente ao verificado na cozedura e na grelhagem pelo forno micro-ondas não se verificou qualquer efeito significativo nos PUFA e no potássio.

Os nutrientes determinados nas amostras dos músculos estudados na carne de novilho Mertolengo apresentam na sua maioria um comportamento idêntico ao descrito para a vitela Barrosã, com exceção dos SFA, MUFA, TFA, CLA total e do magnésio. O comportamento do  $\alpha$ -tocoferol e do elemento potássio também foi ligeiramente diferente do apresentado na carne de vitela Barrosã.

O efeito do tratamento térmico parece ser mais significativo na carne de novilho Mertolengo comparativamente à carne de vitela Barrosã. Em ambas as raças, o rendimento, a temperatura interna, o valor energético, as proteínas, os lípidos, a humidade, as cinzas, os PUFA, o CLA total, o colesterol, o  $\alpha$ -tocoferol, o magnésio, o potássio e o zinco revelaram um efeito significativo do tratamento nos respectivos teores. Para além dos nutrientes anteriormente identificados, nos músculos estudados do novilho Mertolengo ainda se verificou um efeito significativo do tratamento nos teores dos aminoácidos, SFA, MUFA, TFA e no mineral ferro.

Para além da importância de se conhecer o teor de nutrientes fornecido pelos músculos após aplicação dos diferentes métodos de confeção, torna-se igualmente importante identificar a proporção de nutrientes que ficam retidos após aplicação dos métodos de confeção. De acordo com os dados obtidos, verificou-se que em ambas as raças, os nutrientes que apresentam retenções mais elevadas são os aminoácidos totais, as proteínas totais, os lípidos totais, o CLA total, o colesterol total, o ferro, o magnésio e o zinco. Os nutrientes que apresentam as retenções mais baixas, ou seja, aqueles que são mais afetados pela ação dos métodos de confeção, são a humidade, as cinzas, os ácidos gordos polinsaturados, o potássio e o  $\alpha$ -tocoferol. Contudo, verificou-se igualmente que a retenção dos nutrientes varia em função do método de confeção aplicado.

No que se refere à identificação do método de confeção que registou uma menor perda de nutrientes, os dados apresentados na Tabela 30 indicam que esta identificação apenas é satisfeita a nível individual. Por conseguinte, nas amostras estudadas de vitela Barrosã, os três métodos de confeção estudados não revelaram diferenças significativas entre si na retenção da maioria dos nutrientes (lípidos, aminoácidos, SFA, MUFA, CLA total, ferro e zinco). O método pelo forno micro-ondas foi aquele que registou uma menor perda de nutrientes (TFA, PUFA, colesterol,  $\alpha$ -tocoferol, magnésio e potássio). A cozedura

minimiza as perdas de proteínas totais, de humidade e à semelhança do forno micro-ondas também minimiza as perdas de TFA e de colesterol total. Por último, a grelhagem confere uma menor perda de cinzas e, à semelhança do forno micro-ondas, confere também uma menor perda de  $\alpha$ -tocoferol e de magnésio.

**Tabela 30.** Identificação dos métodos de confeção que conferem uma menor perda de nutrientes da carne.

	Vitela Barrosã			Novilho Mertolengo		
	MIC	COZ	GRE	MIC	COZ	GRE
<b>Proteínas</b>		X		X		X
<b>Lípidos</b>		ns			ns	
<b>Humidade</b>		X			X	
<b>Cinzas</b>			X	X		X
<b>Aminoácidos</b>		ns				X
<b>SFA</b>		ns			ns	
<b>MUFA</b>		ns				X
<b>TFA</b>	X	X			ns	
<b>PUFA</b>	X			X		
<b>CLA Total</b>		ns			ns	
<b>Colesterol</b>	X	X				X
<b><math>\alpha</math>-tocoferol</b>	X		X	X		X
<b>Ferro</b>		ns			X	X
<b>Magnésio</b>	X		X	X		X
<b>Potássio</b>	X			X		X
<b>Zinco</b>		ns			ns	
<b>V. Energético</b>		X	X			X

MIC – Forno micro-ondas; COZ – cozedura; GRE – grelhagem; (X) – método de confeção que apresenta menos perdas de nutrientes comparativamente aos restantes métodos; (ns) – não foram registadas diferenças significativas entre os métodos ( $P > 0,05$ ).

Ao contrário do verificado na vitela Barrosã, no novilho Mertolengo a grelhagem parece ser o método de confeção que confere uma menor perda da maioria dos nutrientes (proteínas totais, cinzas, aminoácidos, MUFA, colesterol total,  $\alpha$ -tocoferol, ferro, magnésio e potássio). A retenção dos lípidos totais, SFA, TFA, CLA total e zinco não revelou diferenças significativas após aplicação dos vários métodos de confeção. À semelhança da grelhagem, o forno micro-ondas também foi o método de confeção que registou menos perdas de

proteínas totais, cinzas,  $\alpha$ -tocoferol, magnésio e potássio. O método pelo forno micro-ondas revelou igualmente ser o método que minimiza as perdas de PUFA.

No que se refere à qualidade nutricional dos lípidos (Tabela 31), verificou-se que a aplicação dos métodos de confeção, nas condições estudadas, afetam negativamente a qualidade nutricional dos lípidos, uma vez que, em ambas as raças, aumentam o IA ( $P < 0,001$ ), comparativamente ao verificado nas amostras cruas, sendo, no entanto, o forno micro-ondas o método no qual se verifica um valor mais baixo. Os métodos de confecção diminuem ligeiramente o h/H ( $P < 0,01$ ) e diminuem o índice PUFA/SFA ( $P < 0,001$ ), comparativamente ao verificado nas amostras cruas.

**Tabela 31.** Avaliação do efeito dos métodos de confecção na qualidade nutricional dos lípidos da carne.

	Valores preconizados	Vitela Barrosã		Novilho Mertolengo	
		LL	ST	LL	ST
<b>PUFA/SFA</b>	> 0,45 <sup>(*1)</sup>	(A)	MIC	MIC	MIC; COZ
<b>n-6/n-3</b>	<4,0 <sup>(*1)</sup>	MIC; COZ; GRE	MIC; COZ; GRE	(B)	(B)
<b>h/H</b>	$\geq 2,0$ <sup>(*2)</sup>	(A)	MIC	MIC; COZ; GRE	MIC; COZ; GRE
<b>IA</b>	Valores mais baixos <sup>(*3)</sup>	MIC	MIC	MIC	MIC
<b>IT</b>	Valores mais baixos <sup>(*3)</sup>	MIC	MIC	MIC	MIC

(\*1) – British Department of Health (1994); (\*2) – Santos-Silva (2002); (\*3) – Ulbricht & Southgate (1991); (A) – não atinge o valor preconizado; (B) – acima do valor preconizado; Método de confeção que melhor satisfaz os valores preconizados: MIC – forno micro-ondas; COZ – cozedura; GRE – grelhagem.

Na carne de vitela Barrosã verificou-se um efeito significativo do músculo em todos os parâmetros avaliados, podendo-se verificar que a qualidade nutricional dos lípidos do músculo ST é mais favorável para a saúde humana quando comparado com o músculo LL. De facto o músculo ST possui menor teor de SFA, MUFA e maior teor de PUFA comparativamente ao músculo LL. Na carne de novilho Mertolengo, apesar de apenas se ter

verificado um efeito significativo do músculo no parâmetro PUFA/SFA também se verificou que o músculo ST parece ser aquele que reúne características benéficas para a saúde.

Nas variáveis em que foi estudado o efeito dos dois músculos (LL e ST), verificou-se, na vitela Barrosã, existir um efeito significativo do músculo no rendimento, lípidos totais, humidade, SFA, PUFA, CLA total e  $\alpha$ -tocoferol, tendo o seu teor sido mais elevado nas amostras do músculo LL, à exceção do teor de humidade e de PUFA (Tabela 32). No entanto, no novilho Mertolengo foi registado um efeito significativo do músculo no rendimento, humidade, MUFA e PUFA, tendo destes apenas o teor de MUFA sido mais elevado no músculo LL.

**Tabela 32.** Efeito do músculo nos teores das variáveis determinadas nas carnes de vitela Barrosã e de novilho Mertolengo.

	Vitela Barrosã			Novilho Mertolengo		
	LL	ST	P <sup>A</sup>	LL	ST	P <sup>A</sup>
<b>Rendimento</b>	X		***		X	*
<b>Temp. interna</b>	---	---	ns	---	---	ns
<b>Lípidos</b>	X		**	---	---	ns
<b>Humidade</b>		X	***		X	*
<b>SFA</b>	X		***	---	---	ns
<b>MUFA</b>	---	---	ns	X		***
<b>TFA</b>	---	---	ns	---	---	ns
<b>PUFA</b>		X	***		X	***
<b>CLA Total</b>	X		***	---	---	ns
<b>Colesterol total</b>	---	---	ns	---	---	ns
<b><math>\alpha</math>-tocoferol</b>	X		*	---	---	ns

(X) – Teor mais elevado; (---) – não foram registadas diferenças significativas entre os músculos; (ns) - não significativo  $P > 0,05$ ; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$



## 4. Conclusões e perspetivas futuras



Com a realização do presente trabalho pretendeu-se estudar o efeito da aplicação de vários métodos de confeção domésticos (forno micro-ondas, cozedura em água e grelhagem) na qualidade nutricional dos músculos LL e ST da carne de vitela Barrosã (representativa de uma carne proveniente de animais mais jovens:  $7,8 \pm 0,41$  meses) e da carne de novilho Mertolengo (representativa de uma carne de animais com mais idade:  $16 \pm 1,3$  meses), ambas as raças com sistemas de produção certificados e com a carne comercializada com Denominação de Origem Protegida.

O músculo revelou um efeito significativo em algumas das variáveis determinadas (vitela Barrosã = efeito significativo do músculo no rendimento, lípidos totais, humidade, SFA, PUFA, CLA e  $\alpha$ -tocoferol; novilho Mertolengo = efeito significativo do músculo no rendimento, humidade, MUFA e PUFA).

O processamento das carnes estudadas, através da aplicação dos vários métodos de confeção conduziu a uma alteração da composição nutricional da carne, tendo-se verificado um aumento do teor da maioria dos nutrientes, comparativamente aos teores determinados na carne crua. Este aumento deveu-se à perda de água da carne, uma vez que o teor de humidade diminuiu após aplicação dos vários métodos de confeção.

Atendendo ao facto do teor das proteínas e dos lípidos da carne ter aumentado após aplicação dos métodos de confeção, este aumento contribuiu, em ambas as raças, para aumentar o valor energético da carne, sendo o mesmo mais elevado na carne de vitela Barrosã, após aplicação dos métodos pela cozedura e grelhagem e na carne de novilho Mertolengo quando foi aplicado o método da grelhagem.

Quando se pretendeu verificar qual o método de confeção que registou uma menor perda de nutrientes, observou-se não ser possível identificar no global o respectivo método de confeção. Esta identificação apenas é permitida a nível individual, ou seja, para cada nutriente e por tipo de carne (combinação de raça bovina e idade do animal). Assim, verificou-se que na carne de vitela Barrosã o forno micro-ondas registou uma menor perda da maioria dos nutrientes, enquanto que na carne de novilho Mertolengo foi a grelhagem o método que conferiu as retenções mais elevadas. Por conseguinte, verificou-se também que a raça/idade parece ser um parâmetro a considerar, uma vez que se constatou que os métodos de confeção que minimizam as perdas de nutrientes são, por vezes, diferentes em ambas as carnes estudadas.

O efeito do tratamento térmico foi mais significativo na carne de novilho Mertolengo comparativamente à carne de vitela Barrosã, uma vez que na carne de novilho Mertolengo todas as variáveis determinadas apresentaram um efeito significativo do tratamento.

Outro dado observado foi o facto de não ocorrerem, entre os diferentes métodos de confeção, alterações significativas na retenção de alguns nutrientes. No caso da carne de



vitela Barrosã, os diferentes métodos de confeção influenciam da mesma forma a retenção dos lípidos totais, aminoácidos, SFA, MUFA, CLA, ferro e zinco, enquanto na carne de novilho Mertolengo o mesmo se verifica relativamente à retenção dos lípidos totais, SFA, TFA, CLA e zinco.

Relativamente à qualidade nutricional dos lípidos, verificou-se que os métodos de confeção, nas condições estudadas, afetam negativamente a sua qualidade nutricional, uma vez que, em ambas as raças, se verificou um aumento do IA ( $P < 0,001$ ), uma diminuição ligeira do índice h/H ( $P < 0,01$ ) e uma diminuição mais acentuada do índice PUFA/SFA ( $P < 0,001$ ), comparativamente ao teor verificado antes da aplicação dos métodos de confeção.

Por último, no que se refere à contribuição do valor nutricional da carne estudada para os valores de referência dos nutrientes, constatou-se que a aplicação dos métodos de confeção contribui favoravelmente para se atingirem os respetivos valores de referência da maioria dos nutrientes. Salienta-se que no caso das proteínas totais, aminoácidos e minerais, os métodos de confeção proporcionam um teor mais elevado, comparativamente à contribuição da carne crua.

Considera-se que o presente estudo poderá contribuir para uma alteração favorável das práticas de confeção dos alimentos, na medida em que permitiu identificar o método de confeção que minimiza as alterações na composição nutricional da carne, bem como quantificar a quantidade de nutrientes que são disponibilizados, tendo em vista um normal funcionamento do organismo. É importante conhecer as inovações tecnológicas relacionadas com os diversos métodos de confeção para que os profissionais de saúde possam orientar com maior rigor os consumidores sobre o método de confeção mais favorável para o tratamento/prevenção de uma determinada patologia. Assim, destaca-se o facto de ser muito usual recomendar, no âmbito de uma alimentação saudável, a preferência por alimentos grelhados, quando no presente estudo a grelhagem foi o método que revelou potenciar um valor energético mais elevado, devido ao aumento do teor de proteínas e de lípidos, comparativamente aos restantes métodos de confeção estudados.

Por conseguinte, é importante identificar e avaliar as perdas nutricionais que ocorrem durante o processamento dos alimentos, para que seja correcta a estimativa da ingestão de nutrientes e se possam planear as refeições e ementas de forma a compensar as perdas ocorridas durante a confeção dos alimentos.

Na sequência dos resultados obtidos, considera-se interessante dar continuidade a este tema de modo a estudar igualmente o comportamento de outros métodos de confeção usualmente utilizados a nível doméstico, bem como estudar outras condições (tempo/temperatura/adição de condimentos) de forma a averiguar se existe algum efeito significativo na composição nutricional da carne. Para além do referido anteriormente,

considera-se também que seria uma mais-valia para o tema estudado a realização de provas sensoriais, de forma a identificar qual o método de confeção da carne preferido pelos consumidores.

A aferição da ingestão de nutrientes a partir da presença destes na composição dos alimentos consumidos consiste num dado limitado como informação sobre o valor nutritivo da dieta, uma vez que não permite indicar a biodisponibilidade do nutriente em causa. Assim, considera-se importante também avaliar a biodisponibilidade dos nutrientes na composição nutricional da carne, ou seja, avaliar a quantidade de um determinado nutriente que é disponibilizada para o normal funcionamento do organismo.

O estudo da inter-relação existente entre a alimentação e o metabolismo de alguns nutrientes evidenciou a ocorrência de problemas nutricionais devido à grande maioria desses nutrientes não serem bem absorvidos pelo organismo. Para além do estudo da biodisponibilidade dos nutrientes, considera-se também importante estudar as interações de algumas substâncias que eventualmente possam intervir com a absorção dos nutrientes presentes na carne.



## BIBLIOGRAFIA

---

- Abdul-Hamid, A., Sulaiman, R. R. R., Osman, A. & Saari, N. (2007). Preliminary study of the chemical composition of rice milling fractions stabilized by microwave heating. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 627-637.
- Alasnier, C. Réminon, H. & Gandemer, G. (1996). Lipid characteristics associated with oxidative and glycolytic fibres in rabbit muscles. *Meat Science*, 43, 213-224.
- Albert, J. (1993). Strategies to combat micronutrient deficiencies. *Food Nutrition and Agricultural*, 7 (website: <http://www.fao.org/>).
- Alfaia C. M. M., Alves S. P., Lopes A. F., Fernandes, M. J. E., Costa, A. S. H., Fontes, C. M. G. A., Castro, M. L. F., Bessa, R. J. B. & Prates, J. A. M. (2010). Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. *Meat Science*, 84, 769–777.
- Alfaia, C. M. M., Ribeiro, V. S. S., Lourenço, M. R. A., Quaresma, M. A. G., Martins, S. I. V., Portugal, A. P. V., Fontes, C. M. G. A., Bessa, R. J. B., Castro, M. L. F. & Prates, J. A. M. (2006)<sup>a</sup>. Fatty acid composition, conjugated linoleic acid isomers and cholesterol in beef from crossbred bullocks intensively produced and from Alentejana purebred bullocks reared according to Carnalentejana-PDO specifications. *Meat Science*, 72, 425-436.
- Alfaia, C. M., Lopes, A., & Prates, J. A. M., (2013). Cooking and diet quality: a focus on meat. In: *Diet Quality: An Evidence-Based Approach*. Eds. V.R. Preedy, L. A. Hunter, B.V. Patel, Springer, 20, pp: 257-284. ISBN 978-1-4614-7339-8.
- Alfaia, C. P. M., Castro, M. L. F., Martins, S. I. V., Portugal, A. P. V., Alves, S. P. A., Fontes, C. M. G. A., Bessa, R. J. B. & Prates, J. A. M. (2007). Effect of slaughter season on fatty acid composition, conjugated linoleic acid isomers and nutritional value of intramuscular fat in Barrosã-PDO veal. *Meat Science*, 75, 44-52.
- Alfaia, C. P. M., Quaresma, M. A., Castro, M. L. F., Martins, S. I., Portugal, A. P. V., Fontes, C. M. G. A., Bessa, R. J. B. & Prates, J. A. M. (2006)<sup>p</sup>. Fatty acid composition, including isomeric profile of conjugated linoleic acid, and cholesterol in Mertolenga-PDO beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 2196-2205.
- Andrade, P., Rodrigues, L., Rodrigues, J. (1999). DOP – valor acrescentado em sistemas extensivos. *Actas del Congreso Europeo de Agricultura*. Badajoz-Mérida, 22-25 Marzo, 100-104.
- APD – Associação Portuguesa dos Dietistas (n.d.), acedido em Setembro de 2015 (disponível em: [www.apdietistas.pt/nutricao-saude/os-nutrientes](http://www.apdietistas.pt/nutricao-saude/os-nutrientes)).
- Arnold, R. N., Arp, S. C., Scheller, K. K., Williams, S. N. & Schaefer, D. M. (1993). Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. *Journal of Animal Science*, 71, 105-118.

- Ashmore, C. R., Tompkins, G. & Doerr, L. (1972). Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. *Journal Animal Science*, 34, 37-41.
- Associação de Criadores de Bovinos de Raça Barrosã (n.d.), acedido em Setembro de 2014 (disponível em: [www.carnebarrosa.com](http://www.carnebarrosa.com)).
- Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos (2011), acedido em fevereiro de 2015 (disponível em: [www.mertolenga.com](http://www.mertolenga.com)).
- Assunção, J. M. P. (2007). Contribuição para o estudo da composição lipídica e do valor nutricional de leites e produtos lácteos dos Açores. Dissertação de Mestrado em Controlo da Qualidade e Toxicologia dos Alimentos. Lisboa: Faculdade de Farmácia - Universidade Técnica de Lisboa.
- Badiani A, Stipa S, & Bitossi F, (2002). Lipid composition, retention and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as affected by common culinary practices. *Meat Science*, 60, 169–86.
- Baggio S. R. & Bragagnolo, N. (2006). The effect of heat treatment on the cholesterol oxides, cholesterol, total lipid and fatty acid contents of processed meat products. *Food Chemistry*, 95, 611-619.
- Barbantia, D., & Pasquini, M. (2005). Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat. *Food Science and Technology*, 38, 895-901.
- Barroso, P. (1995). Estudo do efeito do tratamento térmico, tempo de armazenamento e tipo de embalagem no conteúdo em vitamina B1 e B2 de pasta de fígado de peru, Dissertação de Mestrado em Tecnologia dos Alimentos – Universidade Técnica de Lisboa.
- BCHealth Files (2003). Iron and You. Ministry of Health Planning, 68c, April. (website: [www.bchealthguide.org/healthfiles](http://www.bchealthguide.org/healthfiles)).
- Bender, A. (1992). Meat and meat products in human nutrition in developing countries, *Food and Nutrition*, 53.
- Bender, D. & Bender, A. (1997)<sup>a</sup>. Iron. In: “Nutrition a reference handbook”. Oxford New York University Press, 24, 394-404.
- Bender, D. & Bender, A. (1997)<sup>b</sup>. Mineral Nutrition. In: “Nutrition a reference handbook”, Oxford New York University Press, 25, 412-428.
- Benito, P. & Miller, D. (1998). Iron absorption and bioavailability: updated review, *Nutrition Research*, 18, 3, 581-603.
- Bento, A. (2008). Métodos culinários. Técnicas de Preparação e Confeção Alimentar Acedido em agosto 2014, disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/3312392/2-Aula-Metodos-Culinarias>.
- Berne, R. & Levy, M. (1990). Digestão e Absorção. In: “Princípios de Fisiologia”. 31, Guanabara Koogan, pp: 327-360.

- Birla, S.; Pitchai, K.; Subbiah, J. & Jones, D. (2009). Development of Novel Microwave Cooking Model for Not-Ready-to Eat Foods. Conference Presentations and White Papers: Biological Systems Engineering. Paper 53. <http://digitalcommons.unl.edu/biosysengpres/53>).
- Black, R. (2003). Micronutrient deficiency – an underlying cause of morbidity and mortality, *Bulletin of the World Health Organization*, 81 (2), 79.
- Bognár, A. (1998). Comparative study of frying to other cooking techniques influence on the nutritive value. *Grasas y Aceites*, 49, 250-260.
- Boyd, N. F., & McGuire, V. (1991). The possible role of lipid peroxidation in breast cancer risk. *Free Radical Biology and Medicine*, 10, 185-190.
- Bragagnolo, N., & Rodriguez-Amaya, D. B. (2003). New data on the total lipid, cholesterol and fatty acid composition of raw and grilled beef longissimus dorsi. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 53(3), 312-319.
- Bramley, P., Elmadfa, I., Kafatos, A., Kelly, F., Manios, Y., Roxborough, H., Schuch, W., Sheehy, P. & Wagner, K. (2000). Vitamin E. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 913-938.
- Breda, J. (2003). *Fundamentos de Alimentação, Nutrição e Dietética*. Coimbra Mar da Palavra, Edições Lda., 21-25.
- British Department of Health (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social Subjects. No. 46. London: HMSO.
- Brito, R. (2001). Guia dos produtos com qualidade. Direção-Geral do Desenvolvimento Rural Edições Ligalu, 15-17.
- Broncano, J. M., Petrón, M. J., Parra, V., & Timón, M. L. (2009). Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in Latissimus dorsi muscle of Iberian pigs. *Meat Science*, 83, 431-437.
- Buckley, D., Morrissey, P. & Gray, J. (1995). Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *Journal of Animal Science*, 73, 3122-3130.
- Burlingamea, B., Nishidab, C., Uauy, R. & Weiselle, R. (2009). Fats and Fatty Acids in Human Nutrition: Introduction. *Ann Nutr Metab*, 55, 5–7 (DOI: 10.1159/000228993).
- Cámara, F. & Amaro, M. (2003). Nutritional aspect of zinc availability, *International Journal of Food and Nutrition*, 54, 143-151.
- Campo, M., Muela, E., Olleta, J., Moreno, L., Santaliestra-Pasías, A., Mesana, M., & Sañudo, C. (2013). Influence of cooking method on the nutrient composition of Spanish light lamb. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31, 185-190.
- Candeias, V. (2008). Gorduras Alimentares. Divisão de Promoção e Educação para a Saúde, Direção-Geral da Saúde. Acedido em agosto de 2014, em [www.dgs.pt](http://www.dgs.pt).
- Carmody, R.N. & Wranghama, R.W (2009). The energetic significance of cooking. *Journal of Human Evolution*, 57, 379–391.

- Cassens, R. & Cooper, C. (1971). Red and white muscle. *Advances in Food Research*, 19, 1-74.
- Catita, D. (2014, jan, fev, mar). Consumo de carne de bovino no contexto da crise em Portugal. *Ruminates*, 48-49.
- Chizzolini, R., Zanardi, E., Dorigoni, V. & Ghidini, S. (1999). Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Trends in Food Science & Technology* 10, 119-128.
- Ciria, J., Asenjo, B. (2000). Factores a considerar en el presacrificio y postsacrificio, In: Caneque, V.; Sanudo, C. "Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes", 1, Monografías del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid, pp:21-45.
- Coates, W., Ayerza, R. (2004). Fatty acid composition of llama muscle and internal fat in two Argentinian herds. *Small Ruminant Research*, 52, 231-238.
- Coenders, A. (1996). Carne. In: "Química Culinária – Estudo de lo que les sucede a los alimentos antes, durante y después de cocinados". Editorial Acribia, S.A., 7, pp: 147-174.
- Cook, J., Baynes, R., Skikne, B. (1992). Iron deficiency and the measurement of iron status. *Nutrition Research Reviews*, 5, 189-202.
- Cook, M. E., Miller, C. C., Park, Y., & Pariza, M. W. (2003). Immune modulation by altered nutrient metabolism: Nutritional control of immune induced growth depression. *Poultry Science*, 72, 1301-1305.
- Correia, A. C., (2013). Métodos de confeção. Acedido em agosto 2014, disponível em: [anacatarinacorreia-nutricionista.blogspot.com/.../metodos-de-confeccao\\_...](http://anacatarinacorreia-nutricionista.blogspot.com/.../metodos-de-confeccao_...)
- Costa, P. (2008). Estudo da fracção lipídica das carnes Mertolenga – DOP e Barrosã – DOP. Dissertação de Doutoramento em Ciência Animal – Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro Vila Real.
- Costa, P., Roseiro, L. C., Bessa, R. J. B., Padilha, M., Partidário, A., Marques de Almeida, J., Calkins, C. R. & Santos, C. (2008). Muscle fiber and fatty acid profiles of Mertolenga-PDO meat. *Meat Science*, 78, 502-512.
- Costa, P., Roseiro, L., Partidário, A., Alves, V., Bessa, R. J. B., Calkins, C. R. & Santos, C. (2006). Influence of slaughter season and sex on fatty acid composition, cholesterol and  $\alpha$ -tocopherol contents on different muscles of Barrosã-PDO veal. *Meat Science*, 72, 130-139.
- Cremer, M. (1982). Sensory quality and energy use for scrambled eggs and beef patties heated in institutional microwave and convection ovens, *Journal of Food Science*, 47, 871-874.
- Cross, A., & Fung, D. (2000). Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies Microwave and radio frequency processing, U. S. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition (website: <http://vm.cfsan.fda.gov>).

- Cunnane, S. C. & Griffin, B. A. (2002). Nutrición y metabolism de los lípidos. In: "Introducción a la Nutrición Humana". Gibney, M.J., Vorster, H.H., Kok, F.J., Editorial Acribia, S.A. Blackwell Science, pp: 89-113.
- Dahl-Sawyer, C., Jen, J., & Huang, P. (1982). Cook/chill foodservice systems with conduction, convection and microwave reheat subsystems. Nutrient retention in beef loaf, potatoes and peas, *Journal of Food Science*, 47, 1089-1095.
- Dal Bosco, A., Castellini, C. & Bernardini, M. (2001). Nutritional quality of rabbit meat as affected by cooking procedure and dietary vitamin E. *Journal of Food Science*, 66(7), 1047-1051.
- De Smet, S., Raes, K., & Demeyer, D. (2004). Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research*, 53, 81-98.
- Decreto-Lei n.º 147/2006, de 31 de julho, que aprova o Regulamento das Condições higiénicas e Técnicas a Observar na Distribuição e Venda de Carnes e Seus Produtos, publicado em anexo ao presente decreto-lei e que dele faz parte integrante. Publicado no Diário da República, 1.ª série, n.º 146.
- Deferrari, Giacomo, Mannucci, Irene, Garibotto, & Giacomo. (2010). Amino Acid Biosynthesis. In: John Wiley & Sons Ltd, Chichester. <http://www.els.net> [doi: 10.1002/9780470015902.a0000628.pub2].
- Department of Health (1994) - Nutritional Aspects of Cardiovascular disease: Report on Health and Social Subjects. 46, HMSO, London.
- Direção-Geral de Desenvolvimento Rural (2001). Guia dos Produtos de Qualidade. Edições Ligalu, pp.15-17.
- Domínguez, R., Gómez, M., Fonseca, S., & Lorenzo, J. (2014). Influence of thermal treatment on formation of volatile compounds, cooking loss and lipid oxidation in foal meat. *Food Science and Technology*, 58, 439-445.
- Doornenbal, H., Murray, A. (1981). Effects of age, breed, sex and muscles on certain mineral concentrations in cattle, *Journal of Food Science*, 47, 55-58.
- Drew, F., Rhee, K. & Carpenter, Z. (1980). Cooking at variable microwave power levels; *Journal of the American Dietetic Association*, 77, 455-459.
- Driskell, J. A., Kim, Y., Giraud, D.W., & Hamouz, F. L. (2011). Vitamin and mineral content of value cuts from beef steers fed distiller's grains. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 362-367.
- Duckett, S. K., & Wagner, D. G. (1998). Effect of cooking on the composition of beef intramuscular lipid. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11, 357-362.
- Dupamato, T. (2009). Produção de refeições e alterações nutricionais nos alimentos. Alimentação Humana, *Revista da SPCNA*, 15, 3, 66-70.
- Echart, M., Ansorena, D. & Astiasaran, I. (2003). Consequences of microwave heating and frying on the lipid fraction of chicken and beef patties. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 51, 5941-5945.



- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). 2015. Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to an equimolar mixture of the CLA isomers c9,t11 and t10,c12 (marketed as Clarinol® and Tonalin®) and “contributes to a reduction in body fat mass” pursuant to Article 13(5) of Regulation (EC) n.º 1924/2006. *EFSA Journal*.13(1):3953, doi:10.2903/j.efsa.2015.3953
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). 2012. Scientific Opinion related to the Tolerable Upper Intake Level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). *EFSA Journal*; 10(7), 2815. doi:10.2903/j.efsa.2012.2815. Disponível em: [www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal)
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA), 2010. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*, 8(3),1461. [107 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1461. Disponível em: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)
- Elmadfa, I. & Kornsteiner, M. (2009). Fats and fatty acid requirements for adults. *Ann Nutr Metabolism*, 55, 56–75 (DOI:10.1159/000228996).
- Engeseth, N. J., Ian Gray, J., Booren, A. M. & Asghar, A. (1993). Improved oxidative stability of veal lipids and cholesterol through dietary vitamin E supplementation. *Meat Science*, 35, 1-15.
- Enser, M., Hallett, K. G., Hewett, B., Fursey, A. J., Wood, J. D. & Harrington, G. (1998). Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*, 49, 329-341.
- Esterbauer, H., Wäg, G., & Puhl, H. (1993). Lipid peroxidation and its role in atherosclerosis. *British Medical Bulletin*, 49(3), 566–576.
- Fairweather-Tait, S. (1992). Bioavailability of trace elements, *Food Chemistry*, 43, 213-217.
- Fairweather-Tait, S. (1992). Bioavailability of trace elements, *Food Chemistry*, 43, 213-217.
- FAO/WHO Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition. (2008). Interim Summary of Conclusions and Dietary Recommendations on Total Fat & Fatty Acids. November, WHO, Geneva.
- Farfán, N. B. & Sammán, N. (2003). Retention of nutrients in processed cuts of Creole cattle. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16, 459-468.
- Faustman, C. & Cassens, R. (1990). Influence of aerobic metmyoglobin reducing capacity on color stability of beef. *Journal of Food Science*, 55, 1278-1283.
- Fellows, P., (1997). Microwave and infrared radiation. In: “Food processing technology. Principles and practice”. 17, Woodhead Publishing Limited, pp: 343-354.
- Ferreira, F. (1994). Minerais, In: “Nutrição Humana”. Fundação Calouste Gulbenkian, 2.ª edição, pp:595-622.
- Ferreira, M., Fernandes, J. (1989). Vantagens e inconvenientes do micro-ondas no tratamento dos alimentos, *Revista Alimentar*, 3, 18, 54-57.

- Finot, P. (1996). Effects du traitement par les micro-ondes sur la qualité nutritionnelle des aliments. *Cahier Nutrition et Diététique*, 31, 4, 239-245.
- Finot, P., & Merabet, M. (1993). Nutritional and safety aspects of microwave. History and critical evaluation of reports studies. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 44, S65-S75.
- Food Today. (2008). A importância dos ácidos gordos ómega 3 e ómega 6. Acedido em set. 2014, disponível em: <http://www.eufic.org/article/pt/nutricao/gorduras/artid>.
- Fulton, L., Davis, C. (1983). Roasting and braising beef roasts in microwave ovens, *Journal of the American Dietetic Association*, 83, 5, 560-563.
- Gabinete de Planeamento e Políticas (2007). Carne – Diagnóstico sectorial. MADRP, p. 8-11.
- Gatellier, P., Kondjoyan, A., Portanguen, S., Grève, E., Yoon, K., & Santé-Lhoutellier, V. (2009). Determination of aromatic amino acid content in cooked meat by derivate spectrophotometry: implications for nutritional quality of meat. *Food Chemistry*, 114, 1074-1078.
- Gerber, N., Scheeder, M. & Wenk, C. (2009). The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. *Meat Science*, 81, 148-154.
- Gilka, J., Jelinek, P., Janková, B., Knesel, P., Masek, J. & Docekalová, H. (1989). Aminoacid composition of meat, fatty acid composition of fat and content of some chemical elements in the tissues of male lambs fed Monensin or Lasalocid. *Meat Science*, 25, 273-280.
- Gogus, U., & Smith, C. (2010). n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *International Journal of Food Science and Technology*. 45, 417-436.
- Goñi, S., & Salvadori, V. (2010). Prediction of cooking times and weight losses during meat roasting. *Journal of Food Engineering*, 100, 1-11.
- Gray, J., Goma, E. & Buckley, D. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, 43, 111-123.
- Greer, B. (1999). Your microwave oven: a real time saver, Agricultural Extension Service – The University of Tennessee, SP525.
- Greer, B. (1999). Your microwave oven: a real time saver. Agricultural Extension Service – The University of Tennessee, SP525.
- Guardiola, F., Codony, R., Addis, P. B., Rafecas, M. & Boatella, J. (1996). Biological effects of oxysterols: current status. *Food Chem Toxicol*, 34, 193-211.
- Guilland, J., Kokkidis, M., & Rivera, M. (1992). Effect du stockage au froid et du mode de cuisson sur la composition de la viande bovine, *Cahier Nutrition et Diététique*, XXVII, 4, 251-256.
- Gunasekaran, N. (2002). Effect of fat content and food type on heat transfer during microwave heating, Thesis of Master of Science in Biological Systems Engineering, Virginia. pp:101.

- Haguenoer, J. & Furon, D. (1981)<sup>a</sup>. Magnesium. In: "Toxicologie et hygiene industrielles". Les derivés minéraux. pp: 130-137.
- Haguenoer, J., Furon, D. (1981)<sup>b</sup>. Zinc. In: "Toxicologie et hygiene industrielles". Les derivés minéraux. pp: 173-211.
- Hallberg, L., Sandstrom, B. & Aggett, P. (1993). Iron, Zinc and other trace elements. In: Garrow, J., James, W. "Human Nutrition and Dietetics". 12, 9.<sup>a</sup> Edição, Churchill Livingstone. pp: 174-207.
- Han, D., McMillin, K., Godber, J., Bidner, T., Hart, L. (1993). Iron distribution in heated beef and chicken muscles, *Journal of Food Science*, 58, 4, 697-700.
- Haschke, F., Huemer, C., Pietschnig, B. (1995) Les carences en oligoéléments. Nutrition du jeune enfant, Nestec, S.A., 2, 547-560.
- He, F., MacGregor, G. (2001). Beneficial effects of potassium, *Clinical Review*, 323, 497-501.
- Heerden, S. M., Schonfeldt, H. C., Kruger, R. & Smit, M. F. (2007). The nutrient composition of South African lamb (A2 grade). *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 671-680.
- Hermida, M., Gonzalez, M., Miranda, M., & Rodríguez-Otero, J. L. (2006). Mineral analysis in rabbit meat from Galicia (NW Spain). *Meat Science*, 73, 635-639.
- Hernández, P., Navarro, J. L., & Toldrá, F. (1999). Lipids of pork meat as affected by various cooking techniques. *Food Science and Technology International*, 5, 501-508.
- Heymann, H., Hedrick, H. B., Karrasch, M. A. (1990). Sensory and chemical characteristics of fresh pork roasts cooked to different centre temperatures. *Journal Food Science*, 55, 613-617.
- Hill, A. (1998). Microwave ovens, International Life Sciences Institute, ISBN 0-944398-86-3, 1-21.
- Hill, M. (1994). Vitamin retention in microwave cooking and cook-chill foods, *Food Chemistry*, 49, 131-136.
- Hilmes, C. & Fischer, A. (1997). Role of amino acids and glucose in development of burnt off-flavours in liver sausage during heat processing. *Meat Science*, 47, 249-258.
- Hoffman, L. C., Kritzing, B. & Ferreira, A. V. (2005). The effects of region and gender on the fatty acid, amino acid, mineral, myoglobin and collagen contents of impala (*Aepyceros melampus*) meat. *Meat Science*, 69, 551-558.
- Hoffman, L. C., Kroucamp, M. & Manley, M. (2007). Meat quality characteristics of springbok (*Antidorcas marsupialis*). 2: Chemical composition of springbok meat as influenced by age, gender and production region. *Meat Science*, 76, 762-767.
- Holford, P. (2000). Os benefícios da alimentação ideal. In: "A biblia da alimentação". 4, 1.<sup>a</sup> Edição, Editorial Presença, Lisboa, 321-328.
- Holm, L. & Mohl, M. (2000). The role of meat in everyday food culture: an analysis of an interview study in Copenhagen. *Appetite*, 34(3), 277-283.

- Hosseini, H., Mahmoudzadeh, M., Rezaei, M., Mahmoudzadeh, L., Khaksar, R., Khosroshahi, N. K. & Babakhani, A. (2014). Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of kutum roach (*Rutilus frisii kutum*). *Food Chemistry*, 148, 86-91.
- Humada, M. J., Sañudo, C., & Serrano, E. (2014). Chemical composition, vitamin E content, lipid oxidation, colour and cooking losses in meat from Tudanca bulls finished on semi-extensive or intensive systems and slaughtered at 12 or 14 months. *Meat Science*, 96, 908-915.
- Hur, S., Park, G., Joo, S. (2007). Formation of cholesterol oxidation products (COP's) in animal products. *Food Control*, 18, 939-947.
- Hurrell, R., Juillerat, M., Reddy, M., Lynch, S. (1992). Soy protein, phytate, and iron absorption in humans, *American Journal Clinical Nutrition*; 56, 573-578.
- Instituto Nacional de Estatística, (2013). Estatísticas Agrícolas 2012, p. 35-43.
- Instituto Nacional de Estatística, (2014). Padrão das disponibilidades alimentares altera-se privilegiando os hidratos de carbono e cortando nas proteínas. *Balança Alimentar Portuguesa, 2008-2012*. p. 9-10.
- IPCS - International Programme Chemical Safety, (2001). Effects on humans. In: "Zinc". 8, Environmental Health Criteria 221, *World Health Organization*, Geneva, pp: 157-192.
- Janet M. R., Quynhanh V. N., Juhi R. W., Kristine Y. P., Bethany A. S. & Pamela R. P. (2014). USDA Table of Cooking Yields for Meat and Poultry, Release 2. Nutrient Data Laboratory Center Agricultural Research Service U.S. Department of Agriculture
- Jensen, C., Lauridsen, C. & Bertelsen, G. (1998). Dietary vitamin E: Quality and storage stability of pork and poultry. *Trends in Food Science & Technology*, 9, 62-72.
- Jensen, M., Essen-Gustavsson, B. & Hakkarainen, J. (1988). The effect of a diet with a high or low content of vitamin E on different skeletal muscles and myocardium in pigs. *Zentralblatt fur Veterinarmedizin*, 35, 487-497.
- Johnston, M. & Baldwin, R. (1980). Influence of microwave reheating on selected quality factors of roast beef, *Journal of Food Science*, 45, 1460-1462.
- Jonker, D. & Til, H. (1995). Human diets cooked by microwave or conventionally: comparative sub-chronic (13 wk) toxicity study in rats, *Food Chemistry Toxicology*, 33, 4, 245-256.
- Jorhem, L. & Engman, J. (2000). Determination of lead, cadmium, zinc, copper, and iron in foods by atomic absorption spectrometry after microwave digestion: NMKL collaborative study, *Journal of AOAC International*, 83, 1189-1203.
- Juárez, M., Marco, A., Brunton, N., Lynch, B., Troy, D. J. & Mullen, A. M. (2009). Cooking effect on fatty acid profile of pork breakfast sausages enriched in conjugated linoleic acid by dietary supplementation or direct addition. *Food Chemistry*, 117, 393-397.
- Jukna, V., Klementaviciute, J., Meskinyte-Kausiliene, E., Peciulaitiene, N., Samborskyte, M., & Ambrasunas, L. (2012). Comparative evaluation of quality and composition of ostrich, turkey and broiler meat. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28, 385-392.

- Junqueira L. C. & Carneiro J. (2008). *Histologia básica*. 11ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, pp: 35-43.
- Kelly, C. N. M. & Stanner, S. A. (2003). Diet and cardiovascular disease in the UK: are the messages getting across? *Proceedings of the Nutrition Society*, 62, 583–589.
- Kim, K. H., Kim, Y. S., Lee, Y. K. & Baik, M. G. (2000). Postmortem muscle glycolysis and meat quality characteristics of intact male Korean native (Hanwoo) cattle. *Meat Science*, 55, 47-52.
- Kirsten, J. (1999). Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives. *Lipid - Fett*, 101, 475-483.
- Klein, B. (1989). Retention of nutrients in microwave-cooked foods, *Bol Assoc Med P R* , 81, 277-279.
- Klein, L., & Mondy, N. (1981). Comparison of microwave and conventional baking of potatoes in relation to nitrogenous constituents and mineral composition; *Journal of Food Science*, 46, 1874-1877.
- Kondjoyan, A., Kohler, A., Realini, C., Portanguen, S., Kowalski, R., Clerjon, S., Gatellier, P., Chevolleau S., Bonny, J. & Debrauwer, L. (2014). Towards models for the prediction of beef meat quality during cooking. *Meat Science*, 97, 323-331.
- Kondjoyan, A., Oillic, S., Portanguen, S., & Gros, J. (2013). Combined heat transfer and kinetic models to predict cooking loss during heat treatment of beef meat. *Meat Science*, 95, 336-344.
- Kosulwat, S., Greenfield, H. & Buckle, K. A. (2003). True retention of nutrients on cooking of Australian retail lamb cuts of differing carcass classification characteristics. *Meat Science*, 65, 1407-1412.
- Kumar, S. & Aalbersberg, B. (2006). Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 311-320.
- Lamy, S., Braga, L., Gomes da Costa, M. & Ferreira, N. (1995). Ferro e Nutrição. In: Francisco António Gonçalves Ferreira – Livro de homenagem, pp: 257-271.
- Latham, M. (2001). *La nutrition dans les pays en développement*, Food Agricultural Organization, ISBN 92-5-203818-3.
- Lauridsen, C., Jensen, S., Skibsted, L. & Bertelsen, G. (2000). Influence of supranutritional vitamin E and copper on  $\alpha$ -tocopherol deposition and susceptibility to lipid oxidation of porcine membranal fractions of M. Psoas major and M. Longissimus dorsi. *Meat Science*, 54, 377-384.
- Lee, C. Y., Parsons, G. F. & Downing, D. L. (1982). Effects of processing on amino acids and mineral contents of peas. *Journal Food Science*, 47, 1034-1035.
- Lee, H. (1989). Zinc absorption in human small intestine. *American Journal of Physiology*, 256, G87-G91.

- Leer, E., Seidell, J. & Kromhout, D. (1995). Dietary calcium, potassium, magnesium and blood pressure in the Netherlands. *International Journal of Epidemiology*, 24, 1117-1123.
- Lemann, J. & Pleuss, J. (1999). Potassium causes calcium retention in healthy adults. *Journal of nutrition*, 19, 487-493.
- Leonhardt, M., Wenk, C. (1997). Variability of selected vitamins and trace elements of different meat cuts, *Journal of Food Composition and Analysis*, 10, 218-224.
- Leskova, E., Kubikova, J., Kovacikova, E., Kosicka, M., Porubská, J. & Holcikova, K. (2006). Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19, 252-276.
- Lisiewska, Z., Slupski, J., Kmiecik & Gebczynski, P. (2008). Effect of pre-freezing and culinary treatment on the content of amino acids of green pea. *Acta Science Pol., Technology Aliment.*, 7(4), 5-14.
- Liu, Q., Lanari, M. & Schaefer, D. (1995). A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *Journal of Animal Science*, 73, 3131-3140.
- Lombardi-Boccia, G.S., Lanzi, S., & Aguzzi, A. (2005). Aspects of meat quality: Trace elements and vitamins in raw and cooked meats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 39-46.
- Lopes, A. (2009). Efeito do sistema de produção e do sexo na qualidade da carne de peru. Dissertação para a obtenção do grau de mestre, apresentada ao Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.
- Lopes, A. F., Alfaia, C. M., Partidário, A. M., Lemos, J. P. & Prates, J. A. (2015). Influence of household cooking methods on amino acids and minerals of Barrosã-PDO veal. *Meat Science*, 99, 38-43.
- Lorena Salcedo-Sandoval, L., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C. & Jiménez-Colmenero, F. (2014). Effect of cooking method on the fatty acid content of reduced-fat and PUFA-enriched pork patties formulated with a konjac-based oil bulking system. *Meat Science*, 98, 795-803.
- Luciano, G., Biondi, L., Scerra, M., Serra, A., Mele, M., Lanza, M. & Priolo, A. (2013). The effect of the change from a herbage-to a concentrate based diet on the oxidative stability of raw and cooked lamb meat. *Meat Science*, 95, 212-218.
- Machlin, L. (1991). Vitamin E. In: Handbook of Vitamins. 2 ed. New York: Marcel Dekker. chapter 1, 99-144.
- Mahan, K. & Escott-Stump, S. (2002). Minerals, In: "Food, Nutrition & Diet Therapy", 5, Krause's 10th Edition, Saunders Company, pp: 106-145.
- Maranesi, M., Bochicchio, D., Montellato, L., Zaghini, A., Pagliuca, G., & Badiani, A. (2005). Effect of microwave cooking or broiling on selected nutrient contents, fatty acid patterns and true retention values in separable lean from lamb rib-loins, with emphasis on conjugated linoleic acid. *Food Chemistry*, 90, 207-218.

- Marchello, M., Milne, D., & Slanger, W. (1984). Selected macro and micro minerals in ground beef and longissimus muscle, *Journal of Food Science*, 49, 105-106.
- Marchello, M., Slanger, W., Hadley, M., Milne, D. B. & Driskel, J. A. (1998). Nutrient composition of bison fed concentrate diets. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11, 231-239.
- Markesbery, W. R., & Lovell, M. A. (1998). Four-hydroxynonenal, a product of lipid peroxidation, is increased in the brain in Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, 19, 33–36.
- Marreiros, C. (1999). O marketing e as Denominações de Origem e Indicações Geográficas, Associação Portuguesa de Economia Agrária, III Edição da Associação Portuguesa de Economia Agrícola e Agro-alimentar, pp. 9-10.
- Martins I., Porto A. & Oliveira L. (2006). Tabela da Composição dos Alimentos Portugueses. Centro de Segurança Alimentar e Nutrição, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, pp:30-40.
- Martins, I. & Amorim Cruz, J. (1994). Rendimento dos alimentos portugueses cozinhados de origem vegetal, *Revista Portuguesa de Nutrição*, VI, 1, 5-15.
- Martins, I. (1999). Factores para a avaliação da composição dos alimentos cozinhados, *Revista Portuguesa de Nutrição*, IX, 1 e 2, 16-79.
- Masatcioglu, T. M., Perry K. W. & Koksel, H. (2014). Effects of extrusion cooking conditions and chemical leavening agents on lysine loss as determined by furosine content in corn based extrudates. *Journal of Cereal Science*, 60, 276-281.
- McClure, E., Belk, E., Scanga, J., & Smith, G. (2002). Determination of appropriate vitamin E supplementation levels and administration times to ensure adequate muscle tissue alpha-tocopherol concentrations in cattle destined for the Nolan ryan tender-aged beef program. Department of Animal Sciences, Colorado State University.
- McGuire, M. A., & McGuire, M. K. (2000). Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *Journal of Animal Science*, 77, 1-8.
- Mitsumoto, M., Arnold, R., Schaefer, D., & Cassens, R. (1993). Dietary versus postmortem supplementation of vitamin E on pigment and lipid stability in ground beef. *Journal Animal Science*, 71, 1812-1816.
- Monteiro, A.C.G., Fontes, M. A., Bessa, R. J. B., Prates, J. A. M., & Lemos, J. P. C. (2012). Intramuscular lipids of Mertolenga-PDO beef, Mertolenga-PDO veal and "Vitela Tradicional do Montado"-PGI veal. *Food Chemistry*, 132, 1486–1494.
- Morris, A., Barnett, A. & Burrows, O. (2004). Effect of processing on nutrient content of foods. *Caribbean Food and Nutrition Institute*, 37(3), 160-164, disponível em [www.ops-oms.org/English/CFNI/cfni-caj37No304-art-3.pdf](http://www.ops-oms.org/English/CFNI/cfni-caj37No304-art-3.pdf)
- Moussa, E. W. H., Shereen, A. N., Manal, A., Mehanni, A. E. & Rasha, A. E. (2014). Nutritional value and fatty acid composition of household cooking on fish fatty acids profile using atherogenicity and thrombogenicity indices. *Journal Food Chemistry Nutritional*. 02 (01) 27-41.

- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, Hugo, A., P.E. & Raats, J.G. (2009)<sup>a</sup>. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. *Food Chemistry*, 112, 279-289.
- Muchenje, V., Hugo, A., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P.E. & Raats, J.G. (2009)<sup>b</sup>. Cholesterol levels and fatty acid profiles of beef from three cattle breeds raised on natural pasture. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 354-358.
- Mudgett, R. (1989). Microwave food processing, *Food Technology*, 43(1), 117-126.
- Murphy, E. W., Criner, P. E., & Gray, B. C. (1975). Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 23, 1153–1157.
- Nantel, G. (2002)<sup>a</sup>. Iron. In: “Human Vitamin and mineral requirements”. 13, Report of a joint FAO/WHO, Rome, pp: 195-221.
- Nantel, G. (2002)<sup>b</sup>. Magnesium. In: “Human Vitamin and mineral requirements”. 14, Report of a joint FAO/WHO, Rome, pp: 223-233.
- Nantel, G. (2002)<sup>c</sup>. Zinc. In: “Human Vitamin and mineral requirements”. 16, Report of a joint FAO/WHO, Rome, pp: 257-270.
- National Academy of Sciences (2004). Potassium. In: “Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate”. 5, pp: 1- 8.
- Nikmaram, P., Yarmand, M. S., Emamjomeh, Z. & Darehabi, H. K. (2011). The effect of cooking methods on textural and microstructure properties of veal muscle (*Longissimus dorsi*). *Global Veterinaria*, 6(2), 201-107.
- Nomikos, T., Karantonis, H. C., Skarvelis, C., Demopoulos, C. A., Zabetakis, I., 2005. Antiatherogenic properties of lipid fractions of raw and fried fish. *Food Chemistry*. 96: 29-35.
- Observatório dos Mercados Agrícolas e das Importações Agro-Alimentares (2012). Evolução da Balança comercial do sector da carne de bovino, pp. 1-6.
- Oilic, S., Lemoine, E., Gros, J., & Kondjoyan, A. (2011). Kinetic analysis of cooking losses from beef and other animal muscles heated in a water bath — Effect of sample dimensions and prior freezing and ageing. *Meat Science*, 88, 338-346.
- Okrouhlá, M., Stupka, R., Cítek, J., Sprysl, M., Kluzáková, E., Trnka, M. & Stolc, L. (2006). Amino acid composition of pig meat in relation to live weight and sex. *Czech Journal Animal Science*, 51(12), 529-534.
- Olivares, M. (1995). Anémies nutritionnelles, *Nutrition du jeune enfant*, 2, 561-575.
- Oliveira, E.M.S. (2010). Perfil, hábitos e atitudes do Consumidor de Carne Mirandesa DOP. Dissertação de Mestrado em Tecnologias Animais: Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.



- Orellana, C., Peña, F., García, A., Perea, J., Martos, J., Domenech, V. & Acero, R. (2009). Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of Criollo Argentino and Braford steers raised on forage in a semi-tropical region of Argentina. *Meat Science*, 81, 57-64.
- Organização Mundial de Saúde, (1998). Zinco. In: "Elementos traço na nutrição e saúde humana". 5, 1°. Edição, Editora Roca Ltda, pp: 63-89.
- Palka, K., & Wesierska, E. (2014). Cooking of meat. Physics and Chemistry. Encyclopedia of Meat Sciences (Second Edition), 404-409.
- Park, Y. (2009). Conjugated linoleic acid (CLA): Good or bad trans fat? *Journal of Food Composition and Analysis*, 22S, S4–S12.
- Parrish, F.C.J., Wiegand, B.R., Beitz, D.C., Ahm, D.U., Du, M. & Trenkle, A.H. (2003). Use of dietary CLA to improve composition and quality of animal-derived foods. In J.L. Sébédio, W.W. Christie, & R. Adlof (Eds.), *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, Vol. 2. (pp. 189-217). Champaign, IL, USA: AOCS Press.
- Pellet, P. L., & Young, V. R. (1980). Nutritional Evaluation of Protein Foods. *Molecular Nutrition Food Research*, 26, 323.
- Pereira, P. & Vicente, A. (2013). Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, 93, 586–592.
- Pitchai, K. (2011). Electromagnetic and Heat Transfer Modeling of Microwave Heating in Domestic Ovens. Dissertation in Food Science and Technology: University of Nebraska – Lincoln, 17-19.
- Poon, P. W. B., Durance, T. & Kitts, D. D. (2001). Composition and retention of lipid nutrients in cooked ground beef relative to heat-transfer rates. *Food Chemistry*, 74, 485-491.
- Prates, J. A. M., Quaresma, M. A. G., Bessa, R. J. B., Fontes, C. M. G. A., & Alfaia, C. M. P. M. (2006). Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and  $\beta$ -carotene in Barrosã-PDO veal. *Food Chemistry*, 94, 469–477.
- Pratiwi, N. M., Murray, P. J., & Taylor, D. G (2006). Total cholesterol concentrations of the muscles in castrated boer goats. *Small Ruminant Research*, 64, 77–81.
- Preza, N. (2012). Técnicas de cocção em alimentos. Iniversidade de Cuiabá, Faculdade de Nutrição. Acedido em: outubro de 2014. Disponível em: [dgx64hep82pj8.cloudfront.net/PAT/.../Técnicas%20de%20Cocção.pdf](http://dgx64hep82pj8.cloudfront.net/PAT/.../Técnicas%20de%20Cocção.pdf)
- Proctor, V., & Cunningham, F. (1983). Composition of broiler meat as influenced by cooking methods and coating. *Journal of Food Science*, 48, 1696-1699.
- Purchas, R. W., Rutherfurd, S. M., Pearce, P. D., Vather, R., & Wilkinson, B. H. P. (2004). Cooking temperature effects on the forms of iron and levels of several other compounds in beef semitendinosus muscle. *Meat Science*, 68, 201-207.
- Quaresma, M. A. G., Alfaia, C. M. P. A., Assunção, X. A.F., Partidário, A.M.C., Mimoso, M. J. C., & Prates, J.A.M. (2004). Free amino acids profile in short ripening Portuguese dry cured hams. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 98, 19-24.

- Rainer, L., & Heiss, C. J. (2004). Conjugated linoleic acid: Health implications and effects on body composition. *Journal of the American Dietetic Association*, 6, 963-968.
- Ramos, O. (2008). Efeito combinado da raça e do sistema de produção na qualidade nutricional da fração lipídica da carne de borrego e de cabrito. Dissertação para a obtenção do grau de mestre, apresentada na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa.
- Realini, C. E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M. & De Mattos, D. (2004). Effect of pasture vs concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, 66, 567-577.
- Regulamento (CE) n.º 1924/2006, de 20 de Dezembro, relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, N.º L12/3.
- Regulamento (CE) n.º 510/2006, de 20 de Março de 2006, relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, N.º L93/12.
- Regulamento (CEE) n.º 2081/92 do Conselho, de 14 de Julho, relativo à protecção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, N.º L 208/2.
- Regulamento (CEE) n.º 2078/92 do Conselho, de 30 de Junho de 1992, relativo a métodos de produção agrícola compatíveis com as exigências da protecção do ambiente e à preservação do espaço natural. Jornal Oficial das Comunidades Europeias. N.º L 215/85.
- Regulamento n.º 1169/2011, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Outubro de 2011, relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, N.º L304/18.
- Regulamento n.º 432/2012, da Comissão, de 16 de maio de 2012, que estabelece uma lista de alegações de saúde permitidas relativas a alimentos que não referem a redução de um risco de doença ou o desenvolvimento e a saúde das crianças, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, N.º L136/1.
- Remmen, H., Ponne, C., Nijhuis, H., Bartels, P., (1996). Microwave heating distributions in slabs, spheres and cylinders with relation to food processing, *Journal of Food Science*, 61, 6, 1105-1113.
- Rhee, K., Griffith-Bradle, H., Ziprin, Y. (1993). Nutrient Composition and retention in browned ground beef, lamb, and pork, *Journal of food composition and analysis*, 6, 268-277.
- Rhee, K.S. (2000). Fatty acids in meat and meat products. In : Fatty Acids In Food and their health implications. Second Edition, Ed. Chow, Ching Kuang ; Marcel Dekker Inc., Nova York, EUA.
- Ribeiro, V. (2004). Caracterização do perfil lipídico da carne de bovino de produção intensiva e avaliação da sua qualidade nutricional. Tese de Mestrado em Controlo de Qualidade e Toxicologia dos Alimentos, Lisboa : Faculdade de Farmácia, Universidade de Lisboa.

- Rodrigues, M., Pinto de Andrade, L., Rodrigues, J. (1998). Extensive beef cattle production in Portugal: the added value of indigenous breeds in the beef market, *Revista Técnica de Extensivo*, 61-69.
- Rodriguez-Estrada, M. T., Penazzi, G., Caboni, M. F., Bertacco, G., & Lercker, G. (1997). Effect of different cooking methods on some lipid and protein components of hamburgers. *Meat Science*, 45, 365-375.
- Ruxton, C. H. S, Reed, S. C., Simpson, M. J. A. & Millington, K. J. (2004). The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. *The British Dietetic Association J Hum Nutrition Dietetic*, 17, 449–459.
- Ryynanen, S. (2002). Microwave heating uniformity of multicomponent prepared foods, Academic Dissertation – University of Helsinki- Department of Food Technology.
- Ryynanen, S., Ohlsson, T. (1996). Microwave heating uniformity of ready meals as affected by placement, composition and geometry, *Journal of Food Science*, 61, 3, 620-624.
- Sainsbury, J., Schonfeldt, H. C., & Van Heerden, S. M. (2011). The nutrient composition of South African mutton. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 720-726, doi: 10.1016/j.jfca.2011.01.001.
- Salcedo-Sandoval, L., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C. & Jiménez-Colmenero, F. (2014). Effect of cooking method on the fatty acid content of reduced-fat and PUFA-enriched pork patties formulated with a konjac-based oil bulking system. *Meat Science*, 98, 795–803.
- Saldanha de Oliveira, M., Couceiro da Costa, M., Silva, R. (1990), Acção das micro ondas nos ácidos gordos, *Revista Portuguesa de Nutrição*, II, 35-38.
- Saleh, N.T. & Ahmed, Z. S. (1998). Impact of natural source rich in provitamin on cooking characteristics, color, texture and sensory attributes of beef patties. *Meat Science*, 50, 285-293.
- Sales, J., & Hayes, P. (1996). Proximate, amino acid and mineral composition of ostrich meat. *Food Chemistry*, 56(2), 167-170.
- Salvá, B. K., Zumalacárregui, J. M., Figueira, A. C., Osorio, M. T., & Mateo, J. (2009). Nutrient composition and technological quality of meat from alpacas reared in Peru. *Meat Science*, 82, 450-455.
- Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B. & Santos-Silva, F. (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: Fatty and composition of meat. *Livestock Production Science*. 77, 187-194.
- Sarriés, M. V., Murray, B. E., Moloney, A. P., Troy, D. & Beriain, M. J. (2009). The effect of cooking on the fatty acid composition of longissimus muscle from beef heifers fed rations designed to increase the concentration of conjugated linoleic acid in tissue. *Meat Science*, 81, 307-312.
- Schiffmann, R. (1986)<sup>b</sup>. Food product development for microwave processing; *Food Technology*, 40, 11, 94-98.

- Schiffmann, R. (1993)<sup>a</sup>. Understanding microwave reactions and interactions; *Food Product*, website:www.foodproductdesign.com.
- Schmid, A., Collomb, M., Sieber, R. & Bee, G. (2006). Conjugated linoleic acid in meat and meat products: a review. *Meat Science*, 73, 29-41.
- Schönfeldt, H. C., Van Heerden, S. M., Sainsbury, J., & Gibson, N. (2011). Nutrient content of uncooked and cooked meat from South African classes A2 lamb and C2 mutton. *South African Journal of Animal Science*, 2, 141-145.
- Schricker, B., Miller, D., Stouffer, J. (1982). Content of zinc in selected from beef, pork, and lamb, *Journal of Food Science*, 47, 1020-1022.
- Scollan, N., Hocquette, J., Nuernberg, K., Dannenberger, D., Richardson, I. & Moloney, A. (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.
- Seet, S. T., & Brown D. W. (1983). Nutritional quality of raw, precooked and canned Albacore Tuna (*Thunnus alalunga*). *Journal Food Science*. 48, 288-289.
- Sengor, G., Gun, H. & Kalafatoglu, H. (2008). Determination of the amino acid and chemical composition of canned smoked mussels (*Mytilus galloprovincialis*, L.) Turk. J. Vet. Anim.
- Sepúlveda, W., Maza, M. T., & Mantecón, A. R. (2008). Factors that affect and motivate the purchase of quality-labelled beef in Spain. *Meat Science*, 80, 1282–1289.
- Serrano, A., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., Olmedilla-Alonso, B., Herrero-Barbudo, C., & Jiménez-Colmenero, F. (2005). Nutritional profile of restructured beef steak with added walnuts. *Meat Science*, 70, 647-654.
- Serrano, A., Librelotto, J., Cofrades, S., Sábches-Muniz, F. J., & Jiménez-Colmenero, F. (2007). Composition and physicochemical characteristics of restructured beef steaks containing walnuts as affected by cooking method. *Meat Science*, 77, 304-313.
- Severi, S., Bedogni, G., Manzieri, A. M., Poli, M. & Battistini, N. (1997). Effects of cooking and storage methods on the micronutrient content of foods. *European Journal of Cancer Prevention*, 6, S21-S24.
- Shankar, A. & Prasad, A. (1998). Zinc and immune function: the biological basis of altered resistance to infection, *American Journal Clinical Nutrition*, 68, 447S-463S.
- Simmer, K., Khanum, S. & Carlsson, L. (1988). Nutritional rehabilitation in Bangladesh – the importance of zinc, *American Journal Clinical Nutrition*, 47, 1036-1040.
- Slupski, J., Lisiewska, Z., Kmiecik, W., Gebczynski, P. & Sobczynska, L. (2010). The effect of processing on the amino acid content in green cauliflower. *Agricultural and Food Science*. 19, 136-143.
- Smith S. B., Gill C. A., Lunt D. K., Brooks M. A. (2009) Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22, 1225–1233.

- Southgate, D. (1993). Meat, fish, eggs and novel proteins. In: Garrow, J., James, W. "Human Nutrition and Dietetics". 18, 9.<sup>a</sup> Edição, Churchill Livingstone. pp: 305-316.
- Srinivasan, S., Xiong, Y. L., Blanchard, S. P., & Moody, W. G. (1998). Proximate, mineral and fatty acid composition of semimembranosus and cardiac muscles from grass and grain-fed and zeranol implanted cattle. *Food Chemistry*, 63(4), 543-547.
- Steiner-Asiedu, M., Asiedu, D. & Njaa, L. R. (1991). Effect of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: part 2 – amino acids and protein quality. *Food Chemistry*, 41, 227-236.
- Telo da Gama, L., Carolino, N., Costa, M. S. & Pereira de Matos, C. (2004). Recursos genéticos animais em Portugal. Relatório anual. Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas, 9-12.
- Tibério, L. (2008). Origem e qualidade dos produtos agro-alimentares tradicionais - A influência das características geográficas, culturais e históricas. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Segurança e Qualidade Alimentar, 5, 6-9.
- Tibério, M. (1995). Aspectos da comercialização de bovinos: o caso particular da raça autóctone Barrosã, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1-3.
- Tomé, D. (1994). Protéines alimentaires et métabolisme des protéines – aliments proteiques – besoins azotes, *Cahier Nutrition et Diététique*, XXIX, 2, 122-128.
- U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Health and Human Services. (2010). Dietary Guidelines for Americans. 7th Edition, Washington, U.S. Government Printing Office.
- Ulbricht, T. L. V. & Southgate, D. A. T. (1991). Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet*. 338, 985-992.
- Valsta, L. M., Tapanainen, H. & Mannisto, S. (2005). Meat fats in nutrition. *Meat Science*, 70, 525-530.
- Vilasoa-Martinez, M., Lopez-Hernandez, J., & Lage-Yusty, M. A. (2007). Protein and amino acid contents in the crab, *Chionoecetes opilio*. *Food Chemistry*, 103, 1330–1336.
- Webb, E. C. & O'Neill, H. A. (2008). The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science*. 80, 28-36.
- Weisell, R. (1991). Trace elements in human nutrition. In: Albert, J. "Nutrient requirements". 2/3, FAO. Disponível em: <http://www.fao.org>.
- WHO. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva: World WHO/FAO/UNU (World Health Organization/Food and Agriculture Organization of the United Nations/United Nations University), 2007. Protein and amino acid requirements in human nutrition. Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. WHO Technical Report Series, N.º 935, 284.
- Williams, C. M. (2000). Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zootech*, 49, 165-180.
- Williams, P.G. (2007). Nutritional composition of red meat. *Nutrition & Dietetics*, 64, 113-119.

- Woo, K. L. & Lee, D. S. (1995). Capillary gas chromatographic determination of proteins and biological amino acids as N(O)-ter-butyldimethylsilyl derivatives. *Journal of Chromatography B*, 665, 15-25.
- Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I. & Wittington, F.M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343-358.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R., Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*. 66, 21-32.
- Wu, G. (2009). Amino acids: Metabolism, functions, and nutrition. *Amino Acids*, 37, 1–17.
- Yancey J.W.S., Wharton M.D., Apple J.K. (2011). Cookery method and end-point temperature can affect the Warner–Bratzler shear force, cooking loss, and internal cooked color of beef longissimus steaks. *Meat Science*, 88, 1-7.
- Yarmand, M. & Rad, A.H. (2011). Microwave processing of meat. Microwave Heating, Dr. Usha Chandra (Ed.), ISBN: 978-953-307-573-0, InTech, DOI: 10.5772/20857. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/microwave-heating/microwave-processing-of-meat>
- Yoshida, H., Hirakawa, Y., Tomiyama, Y., Nagamizu, T., & Mizushima, Y. (2005). Fatty acid distributions of triacylglycerols and phospholipids in peanut seeds (*Arachis hypogaea* L.) following microwave treatment. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 3-14.
- Young, D., Lin, H. & McCabe, R. (1995). Potassium cardiovascular protective mechanisms. *American Journal Physiology*, 268, 825-837.
- Zhang, Y., Wang, X., Wang, W., & Zhang, J. (2014). Effect of boiling and frying on nutritional value and in vitro digestibility of rabbit meat. *African Journal of Food Science*, 8, pp. 92-103.



# ANEXOS

---



## ANEXO I

### Limites de deteção e de quantificação dos aminoácidos

---

<b>Aminoácidos</b>	<b>Limite de deteção (g/100 g)</b>	<b>Limite de quantificação (g/100 g)</b>
<b>Ácido aspártico</b>	0,01	0,03
<b>Ácido glutâmico</b>	0,03	0,06
<b>Alanina</b>	0,06	0,14
<b>Arginina</b>	0,01	0,02
<b>Fenilalanina</b>	0,02	0,06
<b>Glicina</b>	0,01	0,02
<b>Histidina</b>	0,01	0,02
<b>Isoleucina</b>	0,02	0,04
<b>Leucina</b>	0,02	0,04
<b>Lisina</b>	0,02	0,05
<b>Metionina</b>	0,02	0,04
<b>Prolina</b>	0,03	0,08
<b>Serina</b>	0,15	0,35
<b>Tirosina</b>	0,02	0,04
<b>Treonina</b>	0,01	0,03
<b>Valina</b>	0,03	0,07