





**Instituto Politécnico de Santarém**

**Escola Superior Agrária**

**Estudo da substituição parcial do cloreto de sódio por  
cloreto de potássio em presunto**

**Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre  
na área de Sistemas de Prevenção e Controlo Alimentar**

**Igor Alexandre da Silva Dias**

**Orientador: Professor Coordenador**

**António José Faria Raimundo**

**Co-Orientadora: Professora Coordenadora**

**Ana Maria Gomes de Sousa Neves**

**Co-Orientadora: Professora Adjunta**

**Cristina Maria Carruço Laranjeira**

**Co-Orientadora: Professora Adjunta**

**Maria Gabriela Oliveira Lima Basto de Lima**

**Janeiro**

**2011**

# **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todos os que participaram na sua realização.

## AGRADECIMENTOS

Concluído este trabalho, gostaria de exprimir os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles, que directamente ou indirectamente, contribuíram para a realização deste trabalho, pois sem eles não teria sido possível.

À empresa PEPE – Industrial de Carnes, Lda., principalmente ao Sr. Domingos Perdiz, pela disponibilidade e oportunidade que me deu para realizar o trabalho na empresa e a todos os colaboradores da PEPE pela simpatia e esclarecimentos prestados ao longo do estágio.

À Dr.<sup>a</sup> Susana Silva, pelo empenho revelado durante a realização deste trabalho, bem como todo o apoio e esclarecimentos prestados.

À Eng.<sup>a</sup> Andreia Lobato, pelo empenho revelado durante a realização deste trabalho, bem como todo o apoio e esclarecimentos prestados.

À Eng.<sup>a</sup> Maria da Conceição Tovar Faro pela sua constante ajuda e disponibilidade demonstradas ao longo deste percurso.

Ao Doutor António Raimundo, Orientador da dissertação, pela sua constante orientação e disponibilidade para a realização deste trabalho, pelo empenho revelado durante a realização deste trabalho, bem como todo o apoio e esclarecimentos prestados.

À Doutora Ana Neves, Co-orientadora da dissertação, pela sua constante orientação e disponibilidade para a realização deste trabalho, pelo empenho revelado durante a realização deste trabalho, bem como todo o apoio e esclarecimentos prestados.

À Mestre Cristina Laranjeira, Co-orientadora da dissertação, pela sua constante orientação e disponibilidade para a realização deste trabalho, pelo empenho revelado durante a realização deste trabalho, bem como todo o apoio e esclarecimentos prestados.

À Mestre Gabriela Lima, Co-orientadora da dissertação, pela sua constante orientação e disponibilidade para a realização deste trabalho, pelo empenho revelado durante a realização deste trabalho, bem como todo o apoio e esclarecimentos prestados.

À Mestre Ana Teresa da Cunha Machado Ribeiro por todo o apoio e esclarecimentos prestados.

Às técnicas do sector de Biociências da ESAS, Luzia Marques e Sofia Albergaria pela ajuda e disponibilidade demonstradas ao longo deste percurso.

Às técnicas do sector da Química da ESAS, Anabela Matos e Ana Reis pela ajuda e disponibilidade demonstradas ao longo deste percurso.

Às técnicas dos sectores de Solos e Análise Foliar, principalmente à Eng.<sup>a</sup> Fernanda Rebelo e a Dr.<sup>a</sup> Isabel Torgal pela ajuda e disponibilidade demonstradas ao longo deste percurso.

A todos os que colaboraram na análise sensorial.

A todos os meus familiares, pelo apoio prestado durante o estágio e concepção deste trabalho.

À Raquel por todos os momentos que não pude estar presente, como queria e deveria.

A todos os meus amigos, que sempre me acompanharam nos bons e maus momentos, pelo seu carinho e compreensão.

A todos aqueles que não mencionei, mas que de uma forma ou de outra contribuíram para a elaboração deste trabalho, os meus mais sinceros agradecimentos.

A todos o meu sincero obrigado!

## **Estudo da substituição parcial do cloreto de sódio por cloreto de potássio em presunto**

### **RESUMO**

O sódio está associado ao desenvolvimento de hipertensão arterial. O presunto possui frequentemente teores de sal (NaCl) que deverão ser reduzidos. Para se atingir isto, pode-se substituir o NaCl por outros sais, como o cloreto de potássio (KCl), apelidado de sal *light*. Esta alteração trará benefícios, mas poderá ter repercussões na qualidade e na segurança do presunto.

Pretendemos estudar as influências da substituição parcial do NaCl por KCl nas características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais do presunto.

Analisaram-se parâmetros físicos, físico-químicos e microbiológicos em quarenta pernas frescas de suíno; 20 com NaCl e 20 com 75% NaCl + 25% KCl. Obtiveram-se resultados expectáveis, excepto na contagem de aeróbios mesófilos a 30°C.

No presunto (170 dias de cura) analisaram-se parâmetros físicos, físico-químicos, químicos, microbiológicos e sensoriais.

No geral, não se evidenciaram diferenças significativas entre as formulações. Percebeu-se, contudo, que uma cura mais prolongada poderia ser benéfica para a formulação alternativa.

**Palavras-chave:** Presunto; NaCl; KCl; Características físicas; Características físico-químicas; Características microbiológicas; Características sensoriais

# **Study of the partial replacement of sodium chloride by potassium chloride in dry-cured ham**

## **ABSTRACT**

Sodium and hypertension are related. Dry-cured ham frequently has amounts of salt (NaCl) that have to be reduced. This can be achieved by partially replacing NaCl by salts like potassium chloride (KCl), known as the light salt. This change will be beneficial, but may have repercussions on product quality and safety.

Our aim was to study the effects of partial replacement of NaCl by KCl on the physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of dry-cured ham. We analyzed physical, physico-chemical and microbiological parameters in forty legs of pork, 20, with NaCl and 20, 75% NaCl + 25% KCl. Results were within the expected ranges, except the count of aerobic mesophiles at 30°C.

In dry-cured ham (170 days of curing) physical, physical-chemical, chemical, microbiological and sensory parameters were analyzed. In general, there were no significant differences between the formulations. However, a longer curing period in the alternative formulation could be beneficial.

Keywords: Dry-cured ham; NaCl; KCl; Physical characteristics; Physico-chemical characteristics; Microbiological characteristics; Sensory characteristics

# ÍNDICE GERAL

	<b>Páginas</b>
<b>DEDICATÓRIA</b>	I
<b>AGRADECIMENTOS</b>	II
<b>RESUMO</b>	IV
<b>ABSTRACT</b>	V
<b>ÍNDICE GERAL</b>	VI
<b>ÍNDICE DE QUADROS</b>	XIV
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	XVII
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	XIX
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	4
2.1. O Sal	4
2.1.1. O sódio na dieta humana	4
2.1.2. O sal como ingrediente nos produtos cárneos curados crus	4
2.2. O que é o presunto?	5
2.2.1. Definição de presunto	5
2.2.2. Classificação de presunto	5
2.2.3. Características gerais do presunto	6
2.2.4. Matéria-prima	6
2.2.5. Condimentos e aditivos utilizados	6
2.2.6. Características organolépticas	6
2.2.6.1. Exteriores	6
2.2.6.2. Interiores (ao corte)	7

2.2.7. Apresentações do presunto	7
2.2.8. Acondicionamento	7
2.3. Estrutura e composição da perna de suíno	7
2.4. Alguns dados sobre a composição nutricional do presunto de suíno branco	10
2.5. História do presunto	10
2.6. A qualidade da carne de suíno	12
2.6.1. O pH e a qualidade da carne de suíno	13
2.6.2. A importância da água e da capacidade de retenção de água e da sua relação com outras características da qualidade	15
2.6.3. A definição e a importância do conceito de capacidade de retenção de água	16
2.6.4. Factores que influenciam a capacidade de retenção de água	17
2.6.5. A conservação da carne e a sua resistência à contaminação microbiana	17
2.7. Etapas gerais no processamento de presunto	18
2.7.1. Selecção da matéria-prima	20
2.7.2. Massagem	22
2.7.3. Pré-salga	23
2.7.4. Salga	23
2.7.4.1. Adjuvantes da cura	24
<i>Sal</i>	25
<i>Nitratos e nitritos</i>	26
<i>Açúcares</i>	30
<i>Ácido ascórbico</i>	30
2.7.5. Lavagem	31
2.7.6. Pré-salga ou repouso	31
2.7.7. Maturação	32
2.8. Metodologias tradicionais de elaboração de presuntos em diferentes países	33
2.8.1. Presunto espanhol serrano	33
2.8.2. Presunto ibérico espanhol	35

2.8.3. Presunto italiano	36
2.8.4. Presunto Parma	37
2.8.5. Presunto francês	38
2.8.6. Jambon Bayonne	38
2.9. Critérios microbiológicos	39
2.9.1. Critérios microbiológicos relativos à matéria-prima	39
2.9.2. Critérios microbiológicos relativos ao presunto	40
2.10. Modificações na flora microbiana da carne	41
2.10.1. Condições ambientais	41
2.10.2. Evolução da flora microbiana durante o processo produtivo de presunto	46
2.11. Evolução do perfil físico-químico durante o processo produtivo do presunto	53
2.11.1. Modificações nas proteínas (proteólise) durante o processo produtivo do presunto	53
2.11.2. Modificações nos compostos azotados não proteicos	57
2.11.3. Efeito das alterações dos compostos azotados nas características organolépticas do presunto	61
2.11.4. Modificações nos lípidos (lipólise) durante o processo produtivo de presunto	63
2.11.5. Qualidade do produto final	67
2.12. Análise sensorial	69
2.12.1. Métodos sensoriais	69
2.12.2. Avaliação sensorial do presunto	70
2.12.3. Amostragem	73
2.12.4. Perfil descritivo	74
2.12.5. Atributos visuais	78
2.12.6. Atributos de cheiro, sabor e <i>flavour</i>	79
2.12.7. Atributos da textura	80
2.13. Métodos utilizados para a determinação da textura	82
2.14. Atributos da cor	86

<b>3. OBJECTIVOS E MATERIAIS E MÉTODOS</b>	88
3.1. Objectivos	88
3.2. Materiais e métodos	88
3.2.1. Materiais	88
3.2.1.1. Matéria-prima (pernas frescas)	88
3.2.1.2. Outros ingredientes	88
3.2.1.2.1. Pré-salga, formulação comum (100% NaCl)	88
3.2.1.2.2. Pré-salga, formulação alternativa (75% NaCl + 25% KCl)	89
3.2.1.2.3. Salga, formulação comum (100% NaCl)	89
3.2.1.2.4. Salga, formulação alternativa (75% NaCl + 25% KCl)	90
3.2.2. Métodos	90
3.2.2.1. Caracterização da matéria-prima (pernas frescas)	90
<i>Parâmetros físicos</i>	90
<i>Medição do peso individual de cada perna</i>	90
<i>Medição da temperatura muscular das pernas no acto da recepção das mesmas</i>	90
<i>Medição individual da espessura do toucinho de cada perna</i>	91
<i>Parâmetros físico-químicos</i>	91
<i>Medição do valor de pH individual de cada perna</i>	91
<i>Parâmetros microbiológicos</i>	91
<i>Colheita da amostra</i>	91
<i>Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C</i>	92
<i>Contagem de Escherichia coli</i>	92
<i>Pesquisa de Salmonella spp.</i>	92
<i>Processo de fabrico do presunto</i>	93
<i>Descrição das etapas do fluxograma</i>	94
<i>Recepção da matéria-prima (pernas de suíno)</i>	94

<i>Massagem</i>	94
<i>Pré-salga</i>	95
<i>Salga</i>	95
<i>Lavagem</i>	97
<i>Pós-salga/Repouso</i>	97
<i>Maturação</i>	97
<i>Desossa</i>	98
3.2.2.2. Caracterização do produto acabado (presunto)	98
<i>Amostragem</i>	98
<i>Parâmetros físicos</i>	100
<i>Peso do presunto e perdas de peso</i>	100
<i>Parâmetros químicos e físico-químicos</i>	100
<i>Medição do valor do pH individual de cada presunto</i>	100
<i>Medição da actividade da água (aw) nos presuntos</i>	100
<i>Determinação dos teores de sódio e potássio</i>	101
<i>Determinação do teor de cloretos</i>	103
<i>Perfil Salino, Na, K e Cl</i>	103
<i>Determinação do teor de humidade</i>	103
<i>Determinação do teor de cinzas</i>	104
<i>Determinação do teor de gordura bruta</i>	104
<i>Determinação do teor de proteína bruta (método Kjeldahl)</i>	105
<i>Determinação do teor de azoto não proteico</i>	105
<i>Determinação do teor de azoto dos ácidos aminados livres</i>	105
<i>Determinação do teor de nitritos</i>	105
<i>Determinação do teor de nitratos</i>	105
<i>Determinação do índice de proteólise</i>	106

<i>Parâmetros microbiológicos</i>	106
<i>Contagem de bolores e leveduras</i>	107
<i>Contagem de estafilococos coagulase positiva</i>	106
<i>Pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-resdutores</i>	107
<i>Parâmetros reológicos</i>	107
<i>Análise do perfil de textura (Texture Profile Analysis-TPA)</i>	107
<i>Cor</i>	108
<i>Análise sensorial</i>	108
<i>Tratamento estatístico</i>	109
<b>4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	110
4.1. Caracterização da matéria-prima (pernas frescas)	110
4.1.1. Parâmetros físicos e físico-químicos	110
4.1.1.1. Peso e espessura do toucinho	110
4.1.1.2. Temperatura e pH	111
4.1.2. Parâmetros microbiológicos das pernas	114
4.2. Caracterização do produto acabado (presunto)	115
4.2.1. Parâmetros físicos	115
4.2.1.1. Peso e perdas de peso	115
4.2.2. Parâmetros químicos e físico-químicos	116
4.2.2.1. Valor do pH	116
4.2.2.2. Actividade da água ( $a_w$ ), Na, % Na como NaCl, K, % K como NaCl, cloretos (Cl como NaCl), humidade, cinzas, gordura, azoto total, proteína bruta, azoto não proteico, ácidos aminados livres, índice de proteólise, nitritos e nitratos	120
<i>Actividade da água (<math>a_w</math>)</i>	123
<i>Na (% Na, como Na e como NaCl)</i>	124
<i>K (% K, como K e como NaCl)</i>	125

<i>Cloretos (% Cl, como NaCl)</i>	126
<i>Perfil Salino, Na, K e Cl</i>	126
<i>Humidade</i>	129
<i>Cinzas</i>	130
<i>Gordura</i>	131
<i>Azoto total e proteína bruta</i>	131
<i>Azoto não proteico</i>	132
<i>Ácidos aminados livres</i>	135
<i>Índice de proteólise</i>	138
<i>Nitritos e nitratos</i>	140
4.2.3. Parâmetros microbiológicos	142
4.2.3.1. Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C	143
4.2.3.2. Contagem de microrganismos halotolerantes	145
4.2.3.3. Contagem de bolores	146
4.2.3.4. Contagem de leveduras	148
4.2.3.5. Contagem de <i>Escherichia coli</i>	149
4.2.3.6. Contagem de <i>Staphylococcus coagulase +</i>	149
4.2.3.7. Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.	149
4.2.3.8. Pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores	150
4.2.4. Parâmetros reológicos	150
4.2.4.1. Análise do perfil de textura (Texture Profile Analysis-TPA)	150
<i>Dureza F1</i>	150
<i>Dureza F2</i>	153
<i>Fragilidade</i>	154
<i>Elasticidade</i>	154

<i>Coesividade</i>	155
<i>Mastigabilidade</i>	156
<i>Gomosidade</i>	157
4.2.5. Cor	158
4.2.5.1. L*	158
4.2.5.2. a*	160
4.2.5.3. b*	161
4.2.5.4. C*	162
4.2.5.5. H°	163
4.2.6. Análise sensorial	164
4.2.6.1. Características gerais	164
4.2.6.2. Aroma	166
4.2.6.3. Textura	168
4.2.6.4. Sabor	169
4.2.6.5. Aceitabilidade global	172
4.2.6.6. Preferência entre músculos e formulações	173
<b>5. CONCLUSÕES GERAIS</b>	174
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b>	179
<b>7. APÊNDICES</b>	a

# ÍNDICE DE QUADROS

	Páginas
<b>Quadro 1</b> - Valores médios da composição da perna de suíno.	8
<b>Quadro 2</b> - Valores médios da composição química do músculo.	9
<b>Quadro 3</b> - Alguns dados sobre a composição nutricional do presunto de suíno branco expresso em 100 g de alimento.	10
<b>Quadro 4</b> - Critérios para categorização das pernas para presunto e para a qualidade da carne (PSE, Normal e DFD) de acordo com o valor do pH.	13
<b>Quadro 5</b> - Valores do pH no acto da recepção das pernas para a produção de presunto, assim como os valores médios e desvios padrão (DP) do pH medidos em diferentes músculos no presunto.	15
<b>Quadro 6</b> - Limites legislados de utilização e presença em produtos cárneos de nitatos e nitritos.	29
<b>Quadro 7</b> - Valores da $a_w$ e humidade obtidos no presunto.	33
<b>Quadro 8</b> - Peso das pernas e perdas de peso em diferentes tipos de presunto.	33
<b>Quadro 9</b> - Parâmetros e limites indicados no Regulamento (CE) n.º 1441/2007, que altera o Regulamento (CE) n.º 2073/2005, relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios.	39
<b>Quadro 10</b> - Parâmetros e limites microbiológicos para presunto, obtidos na bibliografia	40
<b>Quadro 11</b> - Microrganismos estudados pelos autores consultados na bibliografia, relativos a vários tipos de presunto.	51
<b>Quadro 12</b> - Resultados de azoto não proteico obtidos na bibliografia consultada.	58
<b>Quadro 13</b> - Tipos de amostra e atributos descritos na bibliografia para a avaliação sensorial do presunto.	74
<b>Quadro 14</b> - Parâmetros medidos no ensaio TPA e a sua relação com as características sensoriais.	83
<b>Quadro 15</b> - Equipamentos e métodos utilizados na análise da textura de presunto.	85
<b>Quadro 16</b> - Parâmetros avaliados na análise da textura de presunto, obtidos recorrendo ao ensaio TPA.	85
<b>Quadro 17</b> - Padrões de calibração (S) e da recta (P) para leitura de sódio (Na).	102
<b>Quadro 18</b> - Padrões de calibração (S) e da recta (P) para leitura de potássio (K).	102

<b>Quadro 19</b> - Condições do ensaio para análise da textura.	108
<b>Quadro 20</b> - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) obtidos para o peso e para a espessura do toucinho nas pernas.	110
<b>Quadro 21</b> - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) obtidos para a temperatura e o pH nas pernas, para ambas as formulações.	112
<b>Quadro 22</b> - Perfil microbiológico da matéria-prima: Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) obtidos para a contagem de aeróbios mesófilos a 30°C, contagem de <i>Escherichia coli</i> e pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.	114
<b>Quadro 23</b> - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) obtidos para o peso e perda de peso nos presuntos, para ambas as formulações.	115
<b>Quadro 24</b> - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) obtidos para o pH do presunto, nos músculos <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> para ambas as formulações.	117
<b>Quadro 25</b> - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros químicos, medidos na secção A do presunto.	120
<b>Quadro 26</b> - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros químicos, medidos na secção B do presunto.	121
<b>Quadro 27</b> - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros químicos, medidos na secção C do presunto.	122
<b>Quadro 28</b> - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros químicos, medidos na secção T do presunto.	123
<b>Quadro 29</b> - Perfil microbiológico para a secção A do presunto: Valores médios obtidos para a contagem de aeróbios mesófilos a 30°C, contagem de microrganismos halotolerantes, contagem de bolores, contagem de levedura, contagem de <i>Escherichia coli</i> , Contagem de <i>Staphylococcus coagulase +</i> , pesquisa de <i>Salmonella</i> spp. e pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores.	142
<b>Quadro 30</b> - Perfil microbiológico para a secção B do presunto: Valores médios obtidos para a contagem de aeróbios mesófilos a 30°C, contagem de microrganismos halotolerantes, contagem de bolores, contagem de levedura,	143

contagem de *Escherichia coli*, Contagem de *Staphylococcus* coagulase +, pesquisa de *Salmonella* spp. e pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores.

<b>Quadro 31</b> - Perfil microbiológico para a secção C do presunto: Valores médios obtidos para a contagem de aeróbios mesófilos a 30°C, contagem de microrganismos halotolerantes, contagem de bolores, contagem de levedura, contagem de <i>Escherichia coli</i> , Contagem de <i>Staphylococcus</i> coagulase +, pesquisa de <i>Salmonella</i> spp. e pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores.	143
<b>Quadro 32</b> - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros da textura, medidos nos músculos <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> para ambas as formulações.	151
<b>Quadro 33</b> - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros da cor, medidos nos músculos <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> para ambas as formulações.	159
<b>Quadro 34</b> - Validação do perfil salino - Formulação comum secção A.	c
<b>Quadro 35</b> - Validação do perfil salino - Formulação alternativa secção A.	c
<b>Quadro 36</b> - Validação do perfil salino - Formulação comum secção B.	e
<b>Quadro 37</b> - Validação do perfil salino - Formulação alternativa secção B.	e
<b>Quadro 38</b> - Validação do perfil salino - Formulação comum secção C.	g
<b>Quadro 39</b> - Validação do perfil salino - Formulação alternativa secção C.	g
<b>Quadro 40</b> - Validação do perfil salino - Formulação comum secção T.	i
<b>Quadro 41</b> - Validação do perfil salino - Formulação alternativa secção T.	i
<b>Quadro 42</b> - Mistura salina: Composições molar e mássica.	k

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1</b> - Formação do sabor, aroma e textura no presunto.	66
<b>Figura 2</b> - Exemplo de uma escala de referência para a gordura intramuscular do presunto.	79
<b>Figura 3</b> - Curva típica obtida no teste TPA e respectivos parâmetros de textura.	83
<b>Figura 4</b> - Fluxograma de produção do presunto, pelas vias comum e alternativa.	93
<b>Figura 5</b> - Ilustração do local onde foram efectuadas as recolhas das amostras no presunto (Guerrero <i>et al.</i> , 2005): a) porção fatiada, com 15 cm de espessura; b) secções 1 e 2, que foram separadas, pelo corte da porção indicada em a).	98
<b>Figura 6</b> - Zonas A, B e C de onde foram retiradas as amostras para as análises químicas e microbiológicas.	99
<b>Figura 7</b> - Zona T onde foram efectuadas as análises químicas.	99
<b>Figura 8</b> - Valores do pH das pernas nos músculos <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> .	113
<b>Figura 9</b> - Valores do pH das pernas no músculo <i>Biceps femoris</i> (BF) e respectivo valor no presunto.	119
<b>Figura 10</b> - Valores do pH das pernas no músculo <i>Semimembranosus</i> (SM) e respectivo valor no presunto.	119
<b>Figura 11</b> - Percentagens de azoto não proteico na secção C ou músculo BF, comparação com outros autores. Ordem dos resultados no gráfico: nosso trabalho; Guerrero <i>et al.</i> (1999); Monin <i>et al.</i> (1997); García-Garrido <i>et al.</i> (1999); Santos (2003).	134
<b>Figura 12</b> - Percentagens de azoto não proteico na secção A ou músculo SM, comparação com outros autores. Ordem dos resultados no gráfico: nosso trabalho; Monin <i>et al.</i> (1997); García-Garrido <i>et al.</i> (1999); Santos (2003). Variação das características gerais entre músculos e formulações.	134
<b>Figura 13</b> - Variação das características gerais do presunto entre músculos e formulações.	165
<b>Figura 14</b> - Variação dos parâmetros do aroma entre músculos e formulações.	167
<b>Figura 15</b> - Variação dos parâmetros de textura entre músculos e	169

formulações.

**Figura 16** - Variação dos parâmetros do sabor entre músculos e formulações 170

**Figura 17** - Variação da aceitabilidade global entre músculos e formulações. 172

**Figura 18** - Variação das preferências entre músculos e formulações. 173

**Figura 19** - Ficha de avaliação sensorial de presunto. m

## LISTA DE ABREVIATURAS

BF - *Biceps femoris*

BFC - *Biceps femoris* formulação comum

BFA - *Biceps femoris* formulação alternativa

IP - Índice de proteólise

ANP - Azoto não proteico

SM - *Semimembranosus*

SMA - *Semimembranosus* da formulação alternativa

SMC - *Semimembranosus* da formulação comum

TPA - Texture profile analysis (análise do perfil de textura)

# 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, as agências europeias de protecção da saúde pública têm desenvolvido diversos programas de promoção da saúde e da prevenção desta, requerendo a colaboração da indústria alimentar (Costa *et al.*, 2008). A redução da concentração de sal (NaCl) nos géneros alimentícios processados é um dos objectivos destes programas, mas o papel primordial do sal nos produtos cárneos representa uma limitação, contudo o desenvolvimento de estratégias alternativas, como a adição de outras substâncias que permitam obter um produto final aceitável por parte do consumidor, representam uma alternativa viável (Costa *et al.*, 2008).

O presunto é um dos principais produtos da salsicharia tradicional produzida em Portugal (Alfaia, 2002, citado por Quaresma *et al.*, 2003). Com enorme impacto económico em Portugal, uma vez que, de acordo com Louro (2010) são produzidas 7150 toneladas em todo o país, sendo 5000 oriundas do concelho de Mação, o que representa aproximadamente 70% da produção nacional.

Hoje em dia há evidências consideráveis de que o consumo de presunto está fortemente relacionado com a saúde (McCarty, 2004), e que níveis elevados de ingestão de sódio podem contribuir para o desenvolvimento de hipertensão arterial na sociedade moderna (W.H.O., 2007). Desta forma, há claramente um desafio que se coloca à indústria do presunto, que se prende com a necessidade imediata de reduzir o teor de sódio (tipicamente 5-6%) para valores mais reduzidos (Blesa *et al.*, 2008). Baldini, (2001), citado por Molinero (2003), refere que uma das soluções passará por reduzir rapidamente o teor de cloreto de sódio no presunto dos comuns 7% para valores próximos dos 4,5%. O NaCl é um ingrediente essencial na produção de produtos cárneos processados, contribuindo para a ligação proteica, cor, sabor e textura. Além disso, o sal diminui a actividade da água ( $a_w$ ), e esta afecta significativamente a vida útil dos géneros alimentícios (Wirth, 1989).

Apesar da importância económica e cultural do presunto e do seu teor em sal, existe pouca informação científica e técnica sobre a possibilidade de reduzir e que quantidades reduzir no NaCl adicionado ao produto (Andrés e Ruiz, 2001). As formas pelas quais o conteúdo em sódio pode ser reduzido estão limitadas, porque é difícil manipular uma peça inteira (perna de suíno) que dará origem ao presunto. As duas abordagens possíveis para a redução do teor de sal global, passam pela redução do tempo de salga ou pela diminuição da adição de NaCl que poderá ser substituído

parcialmente ou totalmente por outros agentes de salga como o KCl, CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub> (Blesa *et al.*, 2008; Nascimento *et al.*, 2007; Sofos, 1983). A primeira forma, que consiste em reduzir a quantidade total de sal já foi estudada por alguns fabricantes espanhóis de presunto. Contudo, esta técnica envolve vários riscos, uma vez que o produto final pode apresentar alguns defeitos de qualidade, tais como a alteração da textura. Além disso, seria necessário aumentar a quantidade de agentes de cura, a fim de assegurar a estabilidade microbiológica (Blesa *et al.*, 2008). A segunda forma, que vai de encontro aos objectivos do presente estudo, consiste na substituição parcial do sódio, por outros catiões, como é caso do potássio. No entanto, esta técnica levanta diversas questões (Toldra *et al.*, 2006<sup>a</sup>; Sofos, 1983), como:

- a possível redução do sabor salgado;
- a eventual introdução de sabor metálico, amargo e adstringente;
- cores e texturas anómalas;
- a acção dos diferentes catiões na actividade enzimática durante o processo de cura;
- a quantidade de sal necessária para obter um produto seguro, microbiologicamente estável;
- o tempo necessário de salga quando se utiliza uma mistura de diferentes tipos de sais;
- e finalmente, a taxa de difusão dos diferentes sais no interior do presunto.

Armenteros *et al.* (2009<sup>a</sup>) referem que as propriedades do KCl são semelhantes às do NaCl, mas a sua adição deve ser inferior a 40% em produtos cárneos, dado que, acima deste valor o KCl contribui para o aparecimento de sabor metálico. No entanto, Armenteros *et al.* (2009<sup>b</sup>), num estudo realizado recentemente em paio de lombo de suíno, não encontraram diferenças significativas ao nível das características sensoriais do referido produto, substituindo parcialmente (50%) o KCl por NaCl.

Segundo Inmetro (2005), uma mistura salina composta por 50% de NaCl e 50% de KCl pode ser definida como sal *light*.

O uso de misturas de sais com baixo teor de sódio pode implicar mudanças significativas nas diferentes etapas (pré-salga, salga, pós-salga/repouso e maturação) que constituem o processo (Aliño *et al.*, 2010). Na verdade, é necessário definir o tempo de salga adequado para obter o teor de sal típico do presunto, bem como o tempo necessário de pós-salga/repouso para distribuir uniformemente e correctamente o sal no interior do produto (Barat *et al.*, 2004; Toldrá, 2004). A inibição microbiana no processamento de presunto é conseguida com os sais de cura, com o cloreto de sódio e através dum baixo conteúdo em água (e valores baixos de actividade da água) devido à secagem. Outros factores como pH, temperatura e potencial redox podem também desempenhar um papel importante na selecção de microrganismos responsáveis pela deterioração dos alimentos. É difícil estimar a contribuição das diferentes concentrações de NaCl usadas para a preservação dos processados de carne. Na verdade, as concentrações necessárias para alcançar uma completa inibição microbiana são superiores aquelas usadas actualmente pela indústria. Outra questão pertinente é saber se a substituição parcial dos sais de sódio resulta em produtos com tempo de prateleira ou período de vida útil semelhantes. Os estudos publicados são muito limitados para dar respostas ao grande número de questões que podem ser levantadas em relação à substituição total ou parcial de NaCl e à actividade antimicrobiana em alimentos processados (Blesa *et al.*, 2008; Ruusunen, 2005). A substituição parcial de 40% NaCl por KCl num enchido fermentado seco mantém a estabilidade microbiana do produto (Ibañez *et al.*, 1995). A inibição do crescimento de bactérias mesófilas aeróbias é maior quando é usando o CaCl<sub>2</sub>, em vez de NaCl e KCl em salsichas de suíno (Raccach e Henningen, 1997). A utilização de uma mistura de 44% de NaCl, KCl 24% e 32% de CaCl<sub>2</sub>, com uma força iónica equivalente à da formulação padrão 100% NaCl, em chouriço espanhol não afecta a higiene/qualidade do produto final (Gimen *et al.*, 2001). De acordo com Blesa (2008) os presuntos salgados utilizando uma mistura de sais com baixo teor de sódio, especialmente aquelas onde se recorre ao cálcio e magnésio, necessitam de um período maior de pós-salga para atingir valores de actividade da água similares aos valores alcançados por presuntos salgados com 100% de NaCl. Aliño *et al.* (2010) corroboram a afirmação de Blesa (2008) sem especificar o tipo de sais. No entanto, nenhuma diferença significativa foi identificada ao nível da carga microbiana entre os grupos estudados, embora se tenha observado uma diminuição da carga microbiana quando o tempo de pós-salga foi prolongado para as misturas com baixo teor de sódio.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Sal**

#### **2.1.1. O sódio na dieta humana**

De acordo com a World Health Organization (W.H.O.), a principal fonte de sódio na dieta humana é o sal (NaCl). Esta entidade refere que o ideal seria consumir, no máximo, cinco gramas de sal (cloreto de sódio) por dia o que representa dois gramas de sódio. De acordo com o Laboratório de Patologia Clínica (L.P.C.) (2010) a necessidade diária de sódio para um adulto é de 2400mg. O que equivale a 6,0 g de sal. De acordo com a Sociedade Portuguesa de Hipertensão (S.P.H.) (2009), cada português ingere, em média, doze gramas de sal por dia, o que representa mais do dobro da dose recomendada pela W.H.O. Setenta e sete por cento são provenientes de produtos como o pão, queijo, produtos cárneos, refeições pré-preparadas, e refeições realizadas fora de casa (European Commission, 2008). O NaCl é um ingrediente primordial em muitos géneros alimentícios, não só pelo elevado contributo que tem a nível tecnológico, mas também pelos benefícios acrescidos que representa a nível sensorial. A sua redução exige uma adaptação por parte do consumidor a alimentos com características específicas, pois este tipo de alimentos apresenta aromas e sabores mais suaves (Drewnowski *et al.*, 1996). E tal adaptação é mais lenta que a adaptação ao consumo de produtos salgados (Bertino *et al.*, 1982). Desta forma a redução de sal a nível industrial para a produção de produtos processados, requer a realização prévia de estudos (Guàrdia *et al.*, 2006; Malherbe *et al.*, 2003; Gelabert *et al.*, 2003; Pangborn e Pecore, 1982) para avaliar a aceitabilidade deste tipo de produtos por parte dos clientes e/ou consumidores, dando-lhes viabilidade no mercado.

#### **2.1.2. O sal como ingrediente nos produtos cárneos curados crus**

A redução do teor de sal em produtos cárneos representa um dos principais objectivos da indústria alimentar. No entanto, esta medida comporta certas alterações, como é o caso da textura (Flores *et al.*, 2006; Toldrá, 2005; Ramírez, 2005; Ruusunen *et al.*, 2001; Toldrá e Flores, 1998; Arnau *et al.*, 1998, citados por Costa *et al.*, 2008;

Sárraga *et al.*, 1989), do *flavour* (Matulis *et al.*, 1995); e da estabilidade microbiológica dos produtos (*Institute of Food Research*, 2008). Nos estudos tecnológicos devem procurar-se estratégias para que a redução do teor de sal nos produtos não afecte negativamente as diferentes características físico-químicas, microbiológicas e organolépticas do produto final (Serra *et al.*, 2007; Desmond, 2006; Jiménez, *et al.*, 2005; Ruusunen *et al.*, 2005; Gou *et al.*, 1995). O sal comum contém 39,31% de sódio, sendo a principal fonte deste ião nos produtos cárneos. De acordo com Hutton (2002), a sua funcionalidade neste tipo de produtos afecta os seguintes aspectos:

- a) Diminui a actividade da água ( $a_w$ ) da matriz cárnea tratada, condicionando a estabilidade microbiológica (*Institute of Food Research*, 2005), assim como uma diminuição da água disponível para as enzimas proteolíticas das proteínas miofibrilares constituintes do tecido muscular (Flores *et al.*, 2006; Arnau *et al.*, 1998; Toldrá, 1998; Sárraga *et al.*, 1989, citados por Costa *et al.*, 2008);
- b) Interfere ao nível da textura do produto acabado (Ramírez *et al.*, 2005);
- c) Influencia os aromas, sabor (Toldrá, 2005; Toldrá, 1998) e a cor do produto final (Adamsen *et al.*, 2006; Wakamatsu *et al.*, 2004<sup>ab</sup>).

## **2.2. O que é o presunto?**

De acordo com a NP 1130, 2008 podem-se estabelecer os aspectos que se passam a apresentar:

### **2.2.1. Definição de presunto**

Presunto é a perna de suíno curada por salga profunda e seguidamente exposta à secagem e maturação, podendo ser fumada.

### **2.2.2. Classificação de presunto**

O presunto classifica-se em:

- Presunto corrente, aquele que é submetido a um período de cura mínimo de 4 meses e sem extremidade podal.

- Presunto reserva, aquele que é submetido a um período de cura mínimo de 7 meses e com ou sem extremidade podal.

- Presunto reserva superior, aquele que é submetido a um período de cura mínimo de 12 meses e com ou sem extremidade podal incluindo ou não o osso coxal e sem envolvente muscular.

### **2.2.3. Características gerais do presunto**

As características gerais do presunto são as seguintes:

### **2.2.4. Matéria-prima**

Perna de suíno com ou sem osso; no caso de ter osso, com ou sem extremidade podal.

### **2.2.5. Condimentos e aditivos utilizados**

- a) Sal
- b) Colorau ou outros condimentos
- c) Aditivos legalmente autorizados

### **2.2.6. Características organolépticas**

#### **2.2.6.1. Exteriores**

Aspecto próprio da gordura e da carne da perna de suíno curada, coberta ou não pelo courato. Pode ter cor vermelha, quando envolvida em colorau, vermelha acastanhada por fumaça, branca amarelada por envolvimento por banha, ou brilhante por recobrimentos próprios de uso alimentar.

### **2.2.6.2. Interiores (ao corte)**

Aspecto avermelhado mais ou menos escuro da carne, e branco ou nacarado da gordura parcialmente infiltrada com aspecto oleoso e brilhante, com aroma agradável, por vezes a fumo, e sabor característico.

### **2.2.7. Apresentações do presunto**

As apresentações do presunto são as seguintes:

- Presunto inteiro com ou sem osso, e presunto fraccionado com metades, quartos, nacos ou fatiados.
- Para além da identificação para os presuntos reserva e reserva superior deverá ser visível na rotulagem a marcação do número de meses de cura.

### **2.2.8. Acondicionamento**

O acondicionamento do presunto deverá ser efectuado das seguintes formas:

- Presunto inteiro com osso não necessita de material de acondicionamento. O presunto fraccionado deve ser acondicionado em vácuo ou em atmosfera protectora.

## **2.3. Estrutura e composição da perna de suíno**

De acordo com Sisson e Grossman (1978) a perna de suíno é composta pelos ossos coxal, fémur, rótula, tíbia, perónio, tarso, metatarso e falanges, bem como pelas massas musculares correspondentes aos músculos *Biceps femoris*, *Tensor fasciae latae*, *Gluteus superficialis*, *medius* e *profundus*, *Semitendinosus*, *Semimembranosus*, *Sartorius*, *Pectineus*, *Adductor*, *Gracilis*, *Obturatorius externus* e *internus*, *Gemellus*, *Quadriceps femoris*, *Extensor digitorum longus*, *medialis* e *lateralis*, *Fibrularis lentius*, *Tibialis Cranialis*, *Triceps surae*, *Popliteus*, *Flexor digitorum superficialis* e *profundus*. Para além dos ossos e dos músculos fazem, ainda, parte da perna vasos, nervos, tendões, ligamentos, aponevroses, gordura subcutânea/cobertura (toucinho) e pele (courato). Jones e Bursen (2000), para além de corroborarem o descrito por Sisson e Grossman,

acrescentam os seguintes músculos: *Gastrocnemius*, *Peroneus longus e tertius*, *Rectus femoris* e *Sacro-coccygens*.

De acordo com Gou (1993), citado por Ramírez (2005) e Poma (1980), citado por Molinero (2003) a composição da perna de suíno varia de acordo com a raça, sexo, idade e alimentação. No Quadro 1 apresentam-se os valores médios da composição da perna de suíno, apresentados pelos diversos autores.

**Quadro 1** - Valores médios da composição da perna de suíno.

<b>Autores</b>	<b>Composição da perna de suíno</b>	<b>Valores médios da composição da perna de suíno em %</b>
Gou (1993), citado por Ramírez (2005)	Gordura subcutânea	13,9
	Músculo	68,2
	Gordura intermuscular	3,8
	Oso	8,7
Poma (1980), citado por Molinero (2003)	Gordura de cobertura	21
	Músculo	63
	Gordura intermuscular	4
	Oso	8
	Pele	3
	Artérias, veias e gânglios	1

No que diz respeito à composição química do músculo, Kauffman (2001), citado por Juan (2006), Mullere e Tobin (1995), Greaser *et al.* (1981) e Lawrie (1975), citados por Lawrie (2005) apresentam os valores indicados no Quadro 2 abaixo indicado como médios para um mamífero adulto após o *rigor mortis*, mas antes das mudanças degradativas que acontecem *post mortem*. Para além destes, Warriss (2000), Cross e Overby (1988), Belitz e Overby (1997), citados por Santos (2003) e Price e Schweigert (1987) apresentam os valores aproximados para um pedaço de músculo, sem referir qual músculo, e qual o momento das medições.

**Quadro 2** - Valores médios da composição química do músculo.

<b>Autores</b>	<b>Componentes</b>	<b>Valores médios da composição química do músculo %</b>
Kauffman (2001), citado por Juan (2006)	Água	72,0
	Proteínas	21,0
	Lípidos	5,0
	Hidratos de carbono	1,0
	Minerais	1,0
Warriss (2000)	Água	75,0
	Proteínas	20,0
	Lípidos	2,5
	Hidratos de carbono	Pequenas quantidades
	Minerais	Pequenas quantidades
Belitz e Overby (1997), citados por Santos (2003)	Água	75,3
	Proteínas	21,1
	Lípidos	2,4
	Hidratos de carbono	---
	Minerais	1,2
Mullere e Tobin (1995)	Água	70,0
	Proteínas	19,0
	Lípidos	1-20
	Hidratos de carbono	1,0
	Cinzas	1,0
Cross e Overby (1988)	Água	74,0
	Proteínas	23,0
	Lípidos	2,0
	Hidratos de carbono	---
	Minerais	1,0
Price e Schweigert (1987)	Água	70,0
	Proteínas	20,0
	Lípidos	9,0
	Hidratos de carbono	<1,0
Greaser <i>et al.</i> (1981) e Lawrie (1975), citados por Lawrie (2005)	Água	75,0
	Proteínas	19,0
	Lípidos	2,5
	Hidratos de carbono	1,2
	Azoto não proteico	1,65
	Minerais	0,65
	Vitaminas	Pequenas quantidades

## 2.4. Alguns dados sobre a composição nutricional do presunto de suíno branco

De acordo com García Regueiro (2005) e López (2005) o presunto é um género alimentício superior no que diz respeito às suas características organolépticas. O presunto é dos produtos obtidos a partir das peças do suíno que apresenta maior valor nutricional. O valor nutricional do presunto é similar ao da matéria-prima que lhe deu origem, no entanto, devido ao facto do teor de humidade ser inferior no presunto, a densidade de nutrientes é maior. No Quadro 3 são apresentados alguns resultados nutricionais do presunto de suíno branco.

**Quadro 3** - Alguns dados sobre a composição nutricional do presunto de suíno branco expresso em 100 g de alimento.

<b>Autores</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Valores médios (g)</b>
Centro de Segurança Alimentar e Nutrição do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (2007)	Energia*	215,00
	Água	55,20
	Proteína	25,00
	Gorduta total	12,80
	Vitaminas**	23,91
	Minerais	3,41
	Cinzas	7,00
Mataix <i>et al.</i> (2003), citado por López (2005)	Energia*	241,38
	Proteína	31,00
	Gorduta total	13,00
	Hidratos de carbono	0,10
	Vitaminas**	1,40
Mataix e Manãs (1998); Hortós (1995); Díaz (1994), citados por García Regueiro (2005)	Minerais	1,47
	Energia*	225,00
	Proteína	25,00 – 27,00
Edideco (1996)	Gorduta total	13,00
	Água	>50,00
	Proteína	30,00
	Gorduta	7,00
	Minerais	3,90

\*kcal, \*\*mg

## 2.5. História do presunto

A carne de suíno e o presunto propriamente dito é e tem sido um dos elementos característicos da gastronomia portuguesa. A razão para o sucesso dos suínos poderá estar relacionada com o facto de todas as peças deste animal serem utilizadas para alimentação humana, (o nariz, orelhas, chispes, rabos entre outros).

Na época dos celtas, o suíno foi fundamental nas suas vidas, considerando-o essencial para a sua dieta. Estes povos utilizavam o sal para salgar todas as peças dos suínos, sendo que nesta altura a utilização do sal tinha uma única função que era a conservação da carne. Este tipo de tratamento é usado actualmente, mas sofreu algumas alterações, a fim de melhorar as características gerais do produto (por exemplo, nos tempos antigos, foi feita a salga, mas na carcaça inteira) (Sabor Artesano, 2009).

As primeiras referências escritas da elaboração de presunto datam do século II a. C. durante a época do Império Romano. Até aos dias de hoje não foram desenvolvidas grandes alterações no que diz respeito ao modo de elaboração deste produto (Doce, 1998, citado por Carpena, 2006). O único avanço tecnológico a destacar, aconteceu durante o século XIX, com o surgimento dos sistemas de produção contínua de frio (Carpena, 2006). Este tipo de equipamentos frigoríficos industriais revolucionou a indústria alimentar (Ordóñez, 1998, citado por Carpena, 2006). A aplicação deste tipo de equipamentos permite produzir presunto em qualquer época do ano e em qualquer zona geográfica. Contudo, a maioria das indústrias tenta preservar os métodos tradicionais na produção de presunto, aproveitando o contributo das tecnologias actuais, procurando não alterar os critérios tradicionais espectáveis pelos clientes e/ou consumidores.

Antes da chegada dos romanos à Península Ibérica, já se produziam grandes quantidades de suínos (e presunto). Os ibéricos, nesta altura já comercializavam azeite, vinho, enchidos e presunto. O suíno foi tão valioso que, na época de Augusto e de Agripa, as moedas romanas criadas tinham a forma de um presunto. Também apareceram figuras de suínos em medalhas consulares, usadas como o emblema de uma legião militar. Na época romana, a matança do suíno, num primeiro momento era efectuada pelo *coquus* (que sempre foi um escravo de prestígio), mas depois passou a ser realizada apenas por cozinheiros específicos chamados *vicarius supra cenas* (faziam

jantares supras). Para eles a parte mais preciosa era o presunto, sendo consumidos apenas pelas pessoas mais ricas da sociedade (Sabor Artesano, 2009).

Durante séculos o desenvolvimento e a produção de presuntos estava em Roma. Muitas obras e livros falam sobre o presunto e a forma como prepará-lo, podendo verificar-se que as etapas de fabrico eram muito semelhantes às utilizadas actualmente. Em Espanha na antiga Tarraco actual Tarragona foi encontrado um fósil de um presunto com cerca de 2000 anos, o que nos permite perceber a utilização deste produto na gastronomia Ibérica (Sabor Artesano, 2009).

Uma vez acabada a época Romana, passou-se ao período visigótico, onde surgiu a sociedade medieval. Mosteiros e conventos foram os que resistiram e onde se mantiveram as tradições gastronómicas, os monges cuidavam dos seus quintais e, ao mesmo tempo criavam suínos e produziam presunto. Desta forma, as suas despensas tinham sempre comida, tanto para o clero e para os viajantes que passavam pela área, como para as pessoas que estavam no mosteiro (Sabor Artesano, 2009).

A partir do século XII, a península Ibérica começou a alargar as suas fronteiras, permitindo que existisse uma maior divulgação de costumes, o que promoveu a criação de suínos, que por sua vez fez disparar a produção de presunto e enchidos, passando nesta altura a ser consumido por toda a sociedade e não apenas pelos membros mais abastados da sociedade (Sabor Artesano, 2009).

## **2.6. A qualidade da carne de suíno**

As características que definem a qualidade da carne podem ser avaliadas, indirectamente, através da medição de diversos parâmetros. Através dos valores obtidos é possível, em cada caso e dadas as correlações existentes entre os valores de determinados parâmetros e grande parte das características da qualidade, estabelecer e avaliar a variabilidade existente ao nível das características da qualidade da carne de suíno (Raimundo, 2004).

A definição ou expressão das características da qualidade depende de muitos factores, que actuam antes, durante, ou mesmo após o abate (Raimundo, 2004).

A cor da carne magra, a capacidade de retenção de água, o valor final do pH e a percentagem de gordura intramuscular são as características ou parâmetros que maior importância têm na avaliação da qualidade da carne de suíno e da sua variabilidade (Buege, 2002; Mabry e Baas, 2002; Miller *et al.*, 2000; Warriss, 1982, 2000). Estes

estão, por sua vez, relacionados com a exibição de características da carne do tipo, pálido, mole e exsudativo, do Inglês *Pale, Soft and Exsudative* (PSE), ou do tipo escuro, firme e seco à superfície, do Inglês *Dark, Firm and Dry* (DFD) (Warriss, 2000), com a palatabilidade e particularmente a suculência, a tenrura, e o *flavour*, com a atracção exercida sobre os utilizadores (Buege, 2002; Mabry e Baas, 2002), com as características de processamento (Buege, 2002) e com as perdas ou quebras verificadas durante o processamento, o armazenamento e os processos culinários (Warriss, 1982; Mabry e Baas, 2002).

### 2.6.1. O pH e a qualidade da carne

O pH é um dos parâmetros que pode influenciar a qualidade da carne, que por sua vez irá influenciar a qualidade da matéria-prima, assim com a qualidade do presunto.

Apesar de ser consensual entre os diversos autores, a importância que o pH representa na qualidade da carne, esse consenso não se verifica ao nível dos valores de pH que as carnes devem apresentar aos 45 min e às 24 h após o abate, no momento da recepção das pernas para presunto e no local (músculo/s) onde se devem efectuar as medições, como se pode verificar no Quadro 4.

**Quadro 4** – Critérios para categorização das pernas para presunto e para a qualidade da carne (PSE, Normal e DFD) de acordo com o valor do pH.

Autor	Músculos	p. m. (h)	Temp. (°C)	Valor do pH		
				PSE	Normal	DFD
Comaposada <i>et al.</i> (2007), Quaresma, <i>et al.</i> (2003) e García-Rey <i>et al.</i> (2004)*	SM	Rece- pção	---	< 5,5	5,5 – 6,0	> 6,0
Carpena (2006)**	---	24	---	< 5,4	5,4 – 5,8	> 6,2
Molinero (2003)**	---	24	---	< 5,6	5,6 – 6,2	> 6,2
Durand (2002), citado por Sastre (2009)*	SM	24	---	< 5,4	5,4 – 6,2	> 6,2
Barroso (2001)*	SM ou <i>Abductor</i>	0,75	---	< 6,2	> 6,2	---
		24	---	< 5,6	5,6 – 6,2	> 6,2

**Quadro 4** (Continuação) – Critérios para categorização das pernas para presunto e para a qualidade da carne (PSE, Normal e DFD) de acordo com o valor do pH.

Autor	Músculos	p. m. (h)	Temp. (°C)	Valor do pH		
				PSE	Normal	DFD
Brewer <i>et al.</i> (2001), Honikel (1987 <sup>b</sup> ), Rosset e Lameloise (1985) e Govindarajan (1973), citado por Raimundo (2004) **	---	24	---	---	5,5 – 5,8	---
Tabilo <i>et al.</i> (1999), citado por Ramirez (2005) **	---	24	---	< 5,8	5,8 - 6,0	> 6,0
Kigman <i>et al.</i> (1994) **	---	0,75	---	< 6,0	---	---
		24	---	< 5,3	5,3 – 5,8	> 5,8
Hernández e Huerta (1993)*	SM	Rece- pção	---	< 5,6	5,6 – 6,2	> 6,2
Warriss e Brown (1987) e Warriss (1982) **	---	0,75	---	---	6,5	---
Offer e Knight (1988 <sup>b</sup> ) **	---	0,75	---	< 6,0	---	---
Monin (1988) **	---	24	---	---	---	> 6,2
Price e Schweigert (1987) **	---	24	---	---	---	> 6,0 e por vezes > 6,5
Vizcaino (1985), citado por Elias (1993) **	---	---	---	< 5,5	5,5 – 6,2	> 6,2
Briskey (1964), citado por Pearson e Dutson (1999) **	---	---	---	< 5,6	5,6 – 6,0	> 6,0

\*Critério para pernas para presunto \*\* Critério para qualidade da carne

No Quadro 5 abaixo indicado são apresentados alguns valores obtidos para o pH em diferentes músculos das pernas, no acto da recepção das mesmas para a produção de presunto, assim como os valores médios e desvios padrão (DP) do pH medidos em diferentes músculos no presunto.

**Quadro 5** – Valores do pH no acto da recepção das pernas para a produção de presunto, assim como os valores médios e desvios padrão (DP) do pH medidos em diferentes músculos no presunto.

Autores	Músculos	Valor do pH e DP das pernas	Valor Médio do pH do presunto e DP	Músculos	Tipos de presunto
Blesa <i>et al.</i> (2008)	---	5,5 – 6,0	5,8 ± 0,2	---	Espanhol
Costa <i>et al.</i> (2008)	---	---	6,11± 0,05	---	Serrano
Costa <i>et al.</i> (2008)	---	---	5,73± 0,07	---	Parma
Virgili <i>et al.</i> (2007)	BF	5,73	5,91± 0,10	BF	Italiano
Molinero (2003)	BF	< 6,2	5,95	BF	Serrano
Molinero (2003)	SM	< 6,2	5,83	SM	Serrano
Quaresma <i>et al.</i> (2003)	SM	5,6 ± 0,28	---	---	Suíno branco
Hernández e Huerta (1993)	BF	6,11	6,11	BF	Ibérico
Hernández e Huerta (1993)	SM	5,83	6,01	SM	Ibérico

### 2.6.2. A importância da água e da capacidade de retenção de água e da sua relação com outras características da qualidade

O músculo estriado (Pearson e Young, 1989; Honikel, 1987<sup>a</sup>; Monin *et al.*, 1986; Hamm, 1975), ou a carne magra (Offer *et al.*, 1989; Offer e Knight, 1988<sup>a</sup>), logo após o abate, têm na sua composição cerca de 75% de água.

A capacidade ou poder de retenção de água evolui regularmente no músculo no decurso da sua transformação em carne (Rosset e Lameloise, 1985). Dependendo das propriedades da carne e do tratamento que sofre, esta pode perder parte dessa água, verificando-se conseqüentemente uma quebra no peso e, por isso, perda de parte do seu valor final (Offer e Knight, 1988<sup>a,b</sup>; Hamm, 1960).

As quebras no peso, principalmente por perda de água, são inevitáveis, devido à diferença de temperatura entre o ar e a superfície da carne (Rosset e Lameloise, 1985), situando-se entre 1 a 3% (Swenson *et al.*, 1969).

Na carne fresca, a água pode ser perdida durante a refrigeração, essencialmente através de evaporação a partir da superfície (Rosset e Lameloise, 1985). Esta perda dá-se porque a pressão do vapor de água à superfície da carne é muito superior à do ar que flui sobre ela mesmo se o ar estiver saturado de humidade (Offer e Knight, 1988<sup>a</sup>). Estas perdas podem ser reduzidas arrefecendo a carcaça mais rapidamente. A evaporação continua durante o armazenamento sob refrigeração, se a atmosfera não estiver saturada de humidade, podendo ocorrer consideráveis perdas de peso durante a exposição das peças. Se, na carcaça, a perda de água se dá por evaporação, na carne, após a desmancha ou a desossa, podem-se verificar, a partir das superfícies de corte,

perdas por gotejamento, escorrimento, ou exsudação (Offer e Knight, 1988<sup>b</sup>; Rosset e Lameloise, 1985) sob a forma de uma solução proteica aquosa e avermelhada que goteja a partir das pontas cortadas (Offer e Knight, 1988<sup>a</sup>). Uma vez que o líquido exsudado tem uma concentração proteica que corresponde a cerca de dois terços da carne (Penny, 1975) e tende a ser deitado fora pelo talhante e pelo consumidor, a sua perda afecta não só o peso e portanto o valor da carne, mas é, também, um desperdício caro de proteína animal. Além disso, a exsudação produz uma acumulação de líquido à volta da carne afectando negativamente a aparência e a atracção da carne para o consumidor (Offer e Knight, 1988<sup>a</sup>).

A quantidade de exsudado perdida pela carcaça é provavelmente negligenciável, mas após a desmancha, nas peças resultantes, as perdas por exsudação são da ordem de 0,1-1% após dois dias de refrigeração (Zarate e Zaritsky, 1985; Taylor e Dant, 1971). Quando a carne é ainda mais dividida, por exemplo, em bifes, costeletas ou cubos mantidos sob refrigeração, as perdas por exsudação aumentam, podendo variar, segundo alguns autores entre 1 e 10% do peso de carne magra (Offer e Knight, 1988<sup>a</sup>; Zarate e Zaritsky, 1985). As perdas por exsudação estão também aumentadas na carne PSE obtida a partir de suínos sensíveis ao stress (Offer e Knight, 1988<sup>b</sup>).

### **2.6.3. A definição e a importância do conceito de capacidade de retenção de água**

A capacidade de retenção de água (CRA) do Inglês *water-holding capacity* (WHC), é o termo utilizado para definir a propriedade da carne que lhe permite que retenha a água e, durante subsequentes manipulações, capte e retenha água adicionada durante o processamento (Hamm, 1986). Pensa-se que parte da água retida pela carne está fortemente “ligada” por ligações de hidrogénio existentes à superfície de moléculas proteicas e outra parte poderá estar presente em fissuras ou bolsas, em constante troca dinâmica com a água “livre” no sarcoplasma (Offer e Knight, 1988<sup>a</sup>). A maior parte, cerca de 90-96%, encontra-se alojada nas miofibrilhas numa forma dita "livre", nos espaços entre os filamentos de actina e miosina (Offer *et al.*, 1989).

A capacidade de retenção de água da carne está intimamente relacionada com a tenrura, a suculência e a cor (Hamm, 1975). Por outro lado, Davey e Gilbert (1974); Hamm (1960) foram mais longe ao indicarem que não só o conteúdo da carne em água, mas também a sua distribuição, têm uma profunda influência nas características, especialmente na dureza, suculência, firmeza e aparência.

Quase todos os procedimentos utilizados para o armazenamento e processamento da carne são influenciados e influenciam a capacidade de retenção de água da carne (Raimundo, 2004).

#### **2.6.4. Factores que influenciam a capacidade de retenção de água**

São diversos os factores que, antes do abate, influenciam a capacidade de retenção de água, nomeadamente, a genética: os suínos portadores homozigóticos do gene do halotano apresentam carnes exsudativas ou com menor capacidade de retenção de água (Henry, 1981; Monin, 1981; Vigneron, 1981), a idade de abate influencia as características tecnológicas da carne, modificando a composição do músculo e, por essa via, afecta, provavelmente, o comportamento das proteínas em relação à água, a estrutura muscular e o tamanho das fibras (Monin, 1981). O factor músculo e o seu tipo também afectam a capacidade de retenção de água (Honikel, 1987<sup>a,b</sup>), verificando-se que nos suínos com carne exsudativa e menor capacidade de retenção de água são atingidos com maior intensidade o *Longissimus dorsi*, o *Semitendinosus*, o *Semimembranosus*, o *Gracilis* e o *Gluteus* (Zert e Polack, 1982; Vigneron, 1981; Debrot, 1972) e, nas carnes de tipo DFD, são particularmente sensíveis os músculos *Scalenus* e *Serratus ventralis* (Zert e Polack, 1982). Outros factores são, ainda: o factor percentagem de marmoreado (Honikel, 1987<sup>b</sup>); o atordoamento eléctrico pode ser outro dos factores que está na origem do aparecimento de carne com características exsudativas, mesmo nos animais teoricamente resistentes ao stresse (Rosset e Lameloise, 1985), constituindo, por si só, um stresse suplementar infligido ao animal, com influência no aparecimento de carnes de tipo exsudativo com menor capacidade de retenção de água (Monin, 1981; Vigneron, 1981); as condições de arrefecimento após o abate (Rosset e Lameloise, 1985; Rosset e Roussel-Ciquard, 1984; Vigneron, 1981; Kerens, 1976; Tamm, 1973; Hodgson, 1970; Swenson *et al.*, 1969) e de armazenamento sob refrigeração (Ohen-Adjei, 2003; Zarate e Zaritzky, 1985; Thomson *et al.*, 1984; Fjelkner-Modig e Ruderus, 1983; Patin, 1969).

#### **2.6.5. A conservação da carne e a sua resistência à contaminação microbiana**

Em carcaças com carne de tipo PSE e DFD, com valores de pH que se afastam do valor normal, os microrganismos podem desenvolver-se melhor e numa maior

extensão (Lambooij, 2000). Em particular, as carnes de tipo DFD ao apresentarem um pH final mais elevado, têm um menor tempo de conservação, porque o valor do pH favorece o crescimento bacteriano (Zert e Polack, 1982; Rey *et al.*, 1976; Lawrie, 1966). Quaisquer que sejam as precauções tomadas, a aptidão destas carnes para conservação está limitada e elas não são indicadas para produtos desidratados, porque sendo o crescimento microbiano favorecido pelo pH final, aumentam os riscos de ocorrência de osso fétido e de putrefacção profunda (Zert e Polack, 1982).

As carnes de tipo PSE também têm um período de conservação, consideravelmente diminuído, devido à presença do exsudado que facilita o crescimento dos microrganismos, apesar do valor do pH do meio ser ácido. A congelação deste tipo de carnes não é recomendada, pois a exsudação aumenta ainda mais aquando da descongelação (Debrot, 1974).

## **2.7. Etapas gerais no processamento de presunto**

Nas últimas décadas, a produção de presunto passou a ser maioritariamente industrializada. Actualmente as indústrias dispõem de equipamentos que permitem uma automatização quase total no que diz respeito à produção de presunto, como são exemplo os secadores de cura com controlo da temperatura e da humidade relativa e, nalguns casos, da velocidade do ar, possibilitando desta forma que a produção decorra ao longo de todo o ano, ao contrário do que acontecia algumas décadas atrás, pois a influência das condições climatéricas e por sua vez a zona geográfica desempenhavam um papel primordial.

A conservação do produto baseia-se, como em todos os produtos salgados e desidratados, na utilização de baixas temperaturas nas fases iniciais, na redução da actividade da água até valores próximos de 0,88, o que se consegue por um lado devido à adição de sal (cloreto de sódio) ou mistura de sais (cloreto de sódio, cloreto de potássio, entre outros) e por outro pela desidratação natural, coadjuvados pela descida do pH para valores próximos de 6 e em alguns casos pela utilização de nitritos como agentes de acção antimicrobiana directa (Rojas, 1990, citado por Ramirez, 2005). Na opinião de Palmia *et al.* (1992), citados por Elias, (1993) o decréscimo nos valores de actividade da água verificados ao longo do processo de produção do presunto são o principal factor responsável pela manutenção da qualidade final do produto.

Como atrás referido, a zona geográfica desempenhava um papel primordial na produção de presuntos e demais produtos curados derivados da carne, realizando-se em zonas de clima seco e frio, condições ambientais imprescindíveis para conseguir a sua estabilização e evitar a ocorrência de acidentes irreversíveis. Deste modo, o abate dos animais, a salga das peças de carne e a primeira etapa da fase de secagem e maturação, aconteciam na época mais fria do ano para que posteriormente, e uma vez estabilizadas as peças, as temperaturas progressivamente ascendentes da Primavera e do Verão permitissem a desidratação e, através da cura, o desenvolvimento das características organolépticas consideradas *sui generis*.

Segundo Hernández (2009), Carpena (2006), Ramirez (2005) e Elias (1993), o presunto é um dos produtos transformados da carne que maior aceitação tem por parte do consumidor. Malagón (1988) refere que entre os presuntos curados mais populares estão o "Parma", o "San Daniele" e o "Veneto", na Itália; o "Savoie" e o "Bayonne", em França; o "Serrano", designado por "Pata Negra" quando produzido a partir de suínos do tronco Ibérico, em Espanha; o "Kraski Prcut", na antiga Jugoslávia; o "Shwarzwálder", o "Westfálischer", o "Niedersächsicher" e o "Rohschinken", na Alemanha; o "Ardenne", na Bélgica; o "Virgínia Ham", nos Estados Unidos da América e os "Yunan Ho-Twe" e "Tschingwa Ho-Twe", na China.

Apesar de, no concelho de Mação se produzir aproximadamente 70% de todo o presunto produzido em Portugal, os presuntos curados mais conhecidos são os de Chaves e Lamego, inicialmente elaborados a partir do suíno bísaro e submetidos à fumagem durante uma fase do processo tecnológico. Para além destes, o presunto de Barrancos, trabalhado a partir de pernas do suíno alentejano, tem assumido cada vez maior importância entre os presuntos portugueses, existindo actualmente uma marca colectiva para aquele tipo de presunto.

O processo de fabrico de presunto compreende basicamente seis etapas que são a massagem, pré-salga, salga, lavagem, pós-salga ou repouso e a maturação. A forma como se levam a cabo depende de vários factores que estão directamente relacionados com a matéria-prima e que definem e condicionam a duração de cada etapa, assim como as condições de temperatura e humidade a que se desenrolam os processos.

Apesar da diversidade de tipos de presunto procedentes das distintas matérias-primas e dos modos de produção, em todos os casos existem dois pilares que podem ser considerados como fundamentais (Ramírez, 2005):

#### a) Estabilização da matéria-prima

Nesta etapa pretende-se que um produto perecível como é o caso das pernas de suíno se transforme num produto estável à temperatura ambiente, evitando o desenvolvimento microbiano que poderá conduzir à putrefacção do mesmo. Este objectivo é conseguido através da primeira fase, também denominada por alguns, como sendo a fase fria, que é composta pela pré-salga, salga, lavagem e o pós-salga ou repouso;

#### b) Desenvolvimento das características sensoriais.

Mediante transformação de alguns componentes das pernas, como é o caso das proteínas e dos lípidos, são alcançadas as características sensoriais que caracterizam o presunto e que vão de encontro ao gosto do consumidor. As reacções químicas e enzimáticas que se vão desenrolando formam compostos sápidos e aromáticos, que conferem ao presunto as suas características comuns. Este conjunto de reacções decorre principalmente na fase de maturação.

No entanto a tecnologia utilizada na produção de presunto poderá variar segundo o país produtor. Barroso (2001) refere que as características sensoriais do presunto dependem em grande parte do processo tecnológico utilizado.

### **2.7.1. Selecção da matéria-prima**

Como foi referido a produção de presunto constitui desde os tempos primordiais uma forma de conservação das pernas mediante salga e posterior secagem, que se denomina de maturação.

Actualmente, e como qualquer outro género alimentício a indústria procura obter presunto com um elevado valor acrescentado, seguro, sem defeitos e que seja apreciado pelas características organolépticas próprias e características do produto.

Na selecção das matérias-primas a utilizar, devem ter-se em conta diversos factores como, entre outros, a raça, a idade, o peso e a alimentação dos suínos, uma vez que estes influenciam a quantidade, composição e a susceptibilidade à oxidação da gordura e ao aparecimento de sabores, aromas e textura desagradáveis (Hernández, 2009; Ramírez, 2005; Barroso, 2001).

A quantidade de gordura e o peso da perna determinam a duração de todo o processo de fabrico do presunto (Soler, 2010; Barroso, 2001; Poma, 1977). Para além

disso o valor de pH final é efectivamente um dos principais factores que influenciam a qualidade da carne, influenciando não só a capacidade de retenção de água, mas também, a cor, a tenrura e o tempo de armazenamento (National Pork Producers Council, 2000; Pearson e Young, 1989;), para além de ajudar a controlar o crescimento microbiano (Soler, 2010; Hernández, 2009).

O conteúdo e a distribuição das gorduras intramusculares e intermusculares afectam a velocidade de penetração do sal no interior dos músculos, e a difusão da água para o exterior, o que irá condicionar o tempo de processamento do presunto (Barroso, 2001).

Anderson (1976), citado por Elias (1994) observou que, no caso dos suínos, o factor raça afecta mais o teor em lípidos dos tecidos que a sua composição em ácidos gordos.

Ainda que de umas raças para outras possam existir diferenças relativamente à percentagem em proteínas, diâmetro das fibras musculares e tensão de corte da carne, as variações mais significativas devem-se aos teores em gordura, sempre maiores nos animais submetidos a uma menor selecção genética (Ordoñez e Hoz, 1992).

Por outro lado, o aroma dos produtos cárneos transformados é muito influenciado pela quantidade e qualidade da gordura, sobretudo pelos ácidos gordos livres, com especial referência para o linoleico (Barroso, 2001; Meljer *et al.*, 1993).

Igualmente, devido à maior actividade muscular, os suínos produzidos em sistemas extensivos possuem teores superiores em mioglobina e consequentemente carnes mais escuras, quando comparados com os animais da mesma raça produzidos em sistemas intensivos (Barroso, 2001; Ramos, 1990; Lawrie, 1985).

Por outro lado, o exercício desenvolvido pelos animais explorados extensivamente promove o aparecimento de carnes pouco tenras e com uma textura um pouco fibrosa, sobretudo a partir das massas musculares que constituem a perna (Rojas, 1990, citado por Elias, 1994). Estas características representam uma grande diferença relativamente ao suíno produzido num sistema intensivo, em que a musculatura das extremidades apresenta uma menor quantidade de tecido conjuntivo, afectando a estabilidade dos pontos de união entre as diversas moléculas de colagénio e o grau de

encurtamento do sarcômero, características que influenciam a tenrura e a textura da carne (Bailey e Robins, 1976, citados por Ramirez, 2005).

De acordo com Barroso (2001), Lawrie (1985) e Pearson e Tauber (1984), citados por Elias (1994) quanto maior for a idade dos animais no momento do abate mais escuras serão as carnes deles obtidas, devido a um aumento da concentração em mioglobina, e maiores serão os teores de gordura de infiltração e conseqüentemente mais baixos os teores de água.

Bailey e Robins (1976), citados por Ramirez (2005) referem que o abate de suínos com pesos elevados repercute-se negativamente na qualidade da carne, aumentando a sua dureza em consequência do progressivo sobre cruzamento entre as moléculas de tropocolagêneo. Ainda segundo os mesmos autores, a prática da castração provoca um efeito idêntico ao acabado de referir.

Os machos inteiros possuem uma gordura mais insaturada, devido aos níveis superiores de ácido linoleico e inferiores em ácidos esteárico e palmítico, que os machos castrados; as fêmeas têm uma composição intermédia, ainda que mais próxima da dos machos inteiros (Martin *et al.* 1972; Malmfors e Nilson, 1978; Smithard *et al.* 1980; Girard *et al.* 1983; Enser, 1984, citado por Elias, 1994).

Por sua vez a alimentação determina em parte a composição da gordura, assim como a textura da mesma, o conteúdo de antioxidantes do músculo e a estabilidade à oxidação (Barroso, 2001).

### **2.7.2. Massagem**

A massagem das pernas é uma etapa que pode ser realizada mecânica ou manualmente. Esta etapa consiste em comprimir a artéria e a veia femoral, para promover a saída do sangue que ficou retido no interior das mesmas. Esta etapa deve decorrer em salas ou câmaras a temperaturas de refrigeração (Andrés e Ruiz, 2001; Hernández e Huerta, 1993).

A eliminação dos restos de sangue contidos nos vasos das pernas, é um procedimento importante para minimizar alterações microbianas no decorrer do processo

produtivo, para além de minimizar o aparecimento de defeitos no produto acabado, geralmente manchas negras (Andrés e Ruiz, 2001; Pólo e Ramos, 2001; Ordóñez, 1998, citado por Carpena, 2006).

### **2.7.3. Pré-salga**

A pré-salga é uma etapa realizada em bombos (cilindros rotativos) de pré-salga. O procedimento consiste em colocar as pernas, no interior dos mesmos, cobrindo-as com uma mistura de sais (cloreto de sódio), adjuvantes da cura (nitratos, nitritos, açúcares e antioxidantes), na maioria dos casos são utilizados mix's pré-preparados, desta forma consegue-se uniformizar a quantidade de sal adicionado a todas as pernas, ao mesmo tempo que se reduz a mão-de-obra (Ramirez, 2005; Molinero, 2003). A duração deste processo geralmente ronda os 10 minutos (Arnau, 1991, citado por Ramirez 2005).

O principal factor que regula a velocidade de penetração do sal é a formação de uma salmoura saturada à superfície da carne (Poma, 1980).

Esta etapa deve decorrer em salas ou câmaras a temperaturas de refrigeração (Andrés e Ruiz, 2001; Hernández e Huerta, 1993).

### **2.7.4. Salga**

Ramirez (2005), Moliner (2003) e Andrés e Ruiz (2001) referem que o principal objectivo desta etapa é a incorporação de sal (cloreto de sódio) ao mesmo tempo que se fomenta a actuação dos adjuvantes da cura (nitratos, nitritos, açúcares e antioxidantes), dado que esta prática contribui para a inibição do desenvolvimento microbiano, para além de ajudar à fixação da cor e a conferir o sabor característico a sal que o presunto apresenta.

O período de salga deve permitir que as pernas absorvam a correcta quantidade de sal, de forma a garantir a estabilização química e microbiológica do presunto (Ramirez, 2005; Barroso, 2001).

Santos (2003) refere que as zonas externas das pernas apresentam maiores quantidades de sal no início do processo produtivo (pré-sal e salga), no entanto, esta tendencia inverte-se durante a maturação, devido à penetração desdas zonas externas

mais secas às internas mais húmidas. O conteúdo total de NaCl na carne magra aumenta depois da salga e permanece constante ao longo das fases restantes.

Arnau (1991), citado por Molinero (2003) refere que para se conseguir uma temperatura uniforme das pernas, estas devem ser colocadas 24 a 48 horas a uma temperatura de 2°C e seguidamente, devem formar-se pilhas ou camadas de pernas completamente envolvidas por sal.

Geralmente utiliza-se sal grosso, pois este dissolve-se mais lentamente que o fino, conseguindo-se desta forma que vá penetrando paulatinamente na massa muscular. Uma salga demasiado rápida, como a que ocorreria utilizando sal fino, poderia provocar um aumento rápido de pressão osmótica com a saída de muitos sucos musculares, que poderiam promover uma penetração excessiva de sal (Andrés e Ruiz, 2001). Estas camadas são compostas do seguinte modo: sal grosso, perna, sal grosso, e assim sucessivamente, até perfazer cinco a oito camadas no máximo (Andrés e Ruiz, 2001; Arnau, 1993; Arnau, 1991, citado por Molinero, 2003).

O tempo de permanência das pernas nas pilhas varia entre 0,8 e 1 dias por kg de produto fresco (Elias, 1993). No entanto Carpena (2006), Arnau e Gou (2001), Barroso (2001), Toldrá e Flores (1998) e Arnau (1993) referem que por cada kg de produto fresco, o critério a utilizar deve ser o de 1 dia/kg, isto para pernas provenientes de suínos brancos.

Arnau (1993) refere que no final desta etapa as perdas acumuladas de peso rondam os 6 a 10%.

#### **2.7.4.1. Adjuvantes da cura**

Na cura dos presunto são utilizados alguns adjuvantes que auxiliam processo tecnológico e transmitem ao produto final características que vão de encontro ao gosto do consumidor. Na tecnologia do produto em estudo, os adjuvantes mais comumente utilizados são o sal (cloreto de sódio) os nitratos e os nitritos, os açúcares e antioxidantes, geralmente ácido ascórbico ou os seus sais, são os mais frequentemente utilizados.

## *Sal*

A salga, como método de conservação de alimentos é utilizada desde os tempos mais remotos, se bem que na maior parte dos casos em acções combinadas com outros processos tecnológicos como a secagem e a fumagem (Girard, 1991).

Ao longo dos tempos, entendeu-se a carne curada como o resultado da adição de sal que associado a uma perda progressiva de água tinha como fim melhorar a sua conservação (Barroso, 2001). Este sal, obtido primeiramente nos desertos e nas zonas costeiras, continha em si nitratos e nitritos como impurezas, que deste modo eram utilizados de uma forma accidental (Honikel, 2008; Price e Schweigert, 1987).

Na realidade, as suas repercussões sobre a cor dos produtos cárneos apenas foram conhecidas na Idade Média, tendo os seus efeitos antibotulínicos sido descobertos no século passado (Nordin *et al.*, 1975 e Stubo *et al.*, 1945, citados por Elias, 1993).

Actualmente, dependendo do tipo de presunto produzido e do fabricante em questão, são utilizadas diferentes fórmulas de salga que incluem tanto o cloreto de sódio como sais nitrificantes (nitrato e nitrito de sódio e de potássio), aos quais paulatinamente se foram incorporando outros componentes, nomeadamente, os açúcares, glicose, lactose, sacarose e o ácido ascórbico, este como antioxidante.

A aplicação de operações tecnológicas a peças inteiras salgadas, e mais concretamente a presuntos, surgiu como um procedimento de conservação para facilitar a possibilidade de abastecimento da carne às populações, por permitir a conservação da carne, em períodos da história em que a refrigeração e outros meios tecnológicos e logísticos não estavam disponíveis para a indústria alimentar e para os consumidores. O seu processo de fabrico utiliza uma sequência de procedimentos muito engenhosos, recorrendo a mecanismos de controlo de desenvolvimento microbiano tirando o máximo partido das condições ambientais a que sucessivamente se submetem as peças durante o processo de produção (Rojas, 1990, citado por Barroso, 2001).

A adição de cloreto de sódio aos produtos cárneos salgados deve-se essencialmente à sua actividade como agente depressor da actividade da água, funcionando como agente bacteriostático (Price e Schweigert, 1987). Contudo,

deve-se ter em conta que as gorduras subcutânea, intermuscular e intramuscular das pernas actuam como barreira à difusão interna do sal e à migração da água até à superfície (Andrés e Ruiz, 2001; Goutefongea, 1991). Todavia, o sal produz na carne muitos outros efeitos de inquestionável interesse: a modificação do sabor, a diminuição do pH, que devido ao efeito *Donnan* (Möhler, 1982, citado por Elias, 1993; Hamm, 1960, citado por Girard, 1991) provoca uma diminuição do ponto isoeléctrico das proteínas e, conseqüentemente, uma maior capacidade de retenção de água, a selecção de uma flora halotolerante, a promoção da rancificação das gorduras (efeito pró-oxidante) Barroso (2001) e Goutefongea (1991) e o decréscimo na actividade catepsínica do músculo, possivelmente devido à sua acção desnaturante sobre as proteínas (Girard, 1991; Rico e Cols, 1991, citados por Andrés e Ruiz, 2001; Melo *et al.*, 1974, citados por Elias, 1993) ou preventiva da desnaturação da cisteína proteinase e da glicosidase muscular, o que é bastante benéfico, pois se isto não acontecesse a textura do presunto seria seriamente afectada (Toldrá e Flores, 1988; Toldrá e Etherington, 1988). Contudo, uma concentração demasiado elevada de sal pode favorecer a formação de cristais na superfície do presunto (Arnau, 1997 e 1998, citado, por Molinero, 2003).

### ***Nitratos e nitritos***

Desde a Idade Média, e provavelmente desde a época romana, o nitrato de potássio era conhecido e utilizado empiricamente na salga das carnes. No entanto somente desde o final do século XIX se começaram a adquirir conhecimentos sobre a sua actuação (Goutefongea, 1991).

Segundo Goutefongea (1991) em 1891 Plenski demonstrou que o nitrato era reduzido a nitrito por acção bacteriana, Sastre (2009) e Skibsted (1992), citado por Barroso (2001) corroboram esta informação. Em 1899, Lehman e Kisskalt citados por Price e Schweigert (1987) estabeleceram que a cor estável e característica dos produtos salgados se devia ao nitrito, desde que a concentração mínima não fosse inferior a 50

mg/kg, Zanardi *et al.* (2004) e Lücke (2000), citado por Terra *et al.* (2008) corroboram esta afirmação e Haldane, em 1901, explicou o mecanismo da formação desta cor. O poder inibidor do desenvolvimento bacteriano atribuível ao nitrito foi primeiramente descoberto por Grindley, em 1929, posto em dúvida por Tanner e Evans, em 1934 e estabelecido indiscutivelmente por Tarr, nos anos de 1941 e 1942. E em 1940 Brooks realizou o primeiro trabalho que mostrava a existência de um sabor e aroma característicos associados ao nitrito nos produtos salgados. De acordo com Möhler (1982) os nitratos são utilizados na cura tanto na forma de nitrato de potássio (salitre), como na de nitrato de sódio (nitrato do Chile) e qualquer afirmação no sentido da maior adequação de um destes compostos ao processo de cura torna-se insustentável, considerando o doseamento permitido na actualidade. De acordo com o mesmo autor e corroborado por Lawrie (1991), Price e Schweigert (1987) e Ranken (1986), somente por acção microbiana pode ocorrer a redução enzimática do nitrato, não existindo possibilidade química, nem provas evidentes deduzidas da prática, sobre uma acção imediata do nitrato no processo de cura.

Estudos elaborados por Goutefongea (1991), Price e Schweigert (1987) e Pivnic (1983), citado por Barroso (2001), demonstraram que o nitrito tem um efeito inibidor relativamente ao *Clostridium botulinum* e alguns *Staphylococcus s.p.p.* Topkin (2005), citado por Sebranek e Bacus (2007), corrobora o referido, contudo, acrescenta que o nitrito tem um forte poder inibitório relativamente às bactérias anaeróbias em geral, e especificamente sobre *Listeria monocytogenes*. Roberts, *et al.* (1976) e Leistner (1974), citados por Goutefongea (1991) concluíram que se for adicionada uma concentração de 100 ppm de nitrito num produto que sofra um tratamento térmico, esta é suficiente para eliminar o *Clostridium botulinum*. Toldrá (2006) constatou a necessidade de aplicar uma concentração na ordem dos 125 – 150 ppm, em produtos que não são sujeitos a tratamento térmico. No entanto, Ingram (1974), citado por Goutefongea (1991) refere que o poder inibidor do nitrito depende da quantidade de sal adicionado, do valor de pH, da presença ou ausência de nitrato, do número de bactérias, da temperatura de armazenamento e do facto do produto sofrer ou não um tratamento térmico.

Honikel (2008), Andrés e Ruiz (2001) citando Skibsted (1992), Goutefongea (1991) e Price e Schweigert (1987) esquematizaram as reacções que levam à formação do pigmento estável e característico dos produtos curados:

- a) O nitrato é reduzido a nitrito por microrganismos;
- b) Reacções entre o nitrito e agentes redutores (por exemplo o ácido ascórbico ou os seus sais que são adicionados juntamente com os agentes de cura), reduzindo-se a óxido nítrico (NO);
- c) Paralelamente a mioglobina (Mb) é oxidada a metamioglobina (MetMB) pela acção do nitrito;
- d) Reacção entre o óxido nítrico e a metamioglobina para formar nitrosometamioglobina (NO MetMB);
- e) Redução a nitrosomioglobina (NOMb), que é o pigmento responsável pela cor das carnes curadas cruas.

Barroso (2001), Uounathan e Watts (1959), Green e Price (1975) e Mac Donald *et al.* (1980), citados por Goutefongea (1991), referem, ainda, que o nitrito tem um poder antioxidante na carne.

Resumindo, Sebranek e Bacus (2007) e Flores e Toldra (1993), citados por Sastre (2009) fazem um apanhado geral, referindo que entre as funcionalidades que o nitrito desempenha, cabe destacar as acções bactericida e bacterioestática, assim como a sua contribuição para o desenvolvimento da cor e *flavour* do produto final e o seu efeito antioxidante.

De acordo com Arnau *et al.* (1995) e Hernández e Huerta (1993) nos processos tecnológicos onde só se usam nitratos, os nitritos aumentam durante a etapa de pós-salga ou repouso e início da etapa de maturação, especialmente nas zonas superficiais, e quase desaparecem no fim da etapa de maturação.

Arnau *et al.* (1995) referem que nos casos em que se adiciona nitrato, este se encontra distribuído por toda a perna, o que significa que se difunde muito rapidamente. Posteriormente a sua concentração aumenta no interior das pernas na etapa de pós-salga ou repouso e diminui ao longo de todo o processo pela redução a nitritos, à superfície a sua concentração é decrescente. No final do processo, a concentração nos músculos internos (maior teor de humidade) é maior que nos músculos exteriores.

Finalmente é importante indicar que a utilização de nitritos deve ser feita mediante um rigoroso controlo, por um lado devido à sua elevada toxicidade para o Homem, uma vez que este tem capacidade para oxidar a hemoglobina sanguínea em metamioglobina, perdendo esta a sua capacidade de transportar o oxigénio, originando hipóxia nos tecidos do corpo humano, e por outro lado por estarem na origem da formação de nitrosaminas, consideradas cancerígenas para o Homem (Honikel, 2008; Barroso, 2001 e Girard, 1991). Daí que a sua utilização esteja legislada através do Decreto-Lei n.º 33/2008, de 25 de Fevereiro que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2006/52/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Julho, rectificada pelo *Jornal Oficial da União Europeia*, n.º L78, de 17 de Março de 2007, que altera a Directiva n.º 95/2/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Fevereiro, relativa aos aditivos alimentares, com excepção dos corantes e dos edulcorantes, e a Directiva n.º 94/35/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de Junho, relativa aos edulcorantes para utilização nos géneros alimentícios (ver Quadro 6).

**Quadro 6** - Limites legislados de utilização e presença em produtos cárneos de nitatos e nitritos.

Nº CE	Designação	Géneros alimentícios	Teor máximo que pode ser adicionado durante o fabrico (expresso em NaNO <sub>2</sub> )	Teor máximo de resíduos (expresso em NaNO <sub>2</sub> )
E 249	Nitrito de potássio (*)	Produtos à base de carne	150 mg/kg	---
E 250	Nitrito de sódio (*)			
E 249	Nitrito de potássio (*)	Presunto, presunto da pá e paio do lombo (2.3); e produtos similares	---	100 mg/kg
E 250	Nitrito de sódio (*)			
Nº CE	Designação	Géneros alimentícios	Teor máximo que pode ser adicionado durante o fabrico (expresso em NaNO <sub>3</sub> )	Teor máximo de resíduos (expresso em NaNO <sub>3</sub> )
E 251	Nitrato de sódio (z)	Produtos à base de carne não tratados termicamente	150 mg/kg	---
E 252	Nitrato de potássio (z)	Presunto, presunto da pá e paio do lombo (2.3); e produtos similares	300 mg/kg	250 mg/kg

(x) Quando forem rotulados «para utilização em géneros alimentícios», os nitritos só podem ser comercializados em mistura com sal ou um substituto do sal.

(z) Alguns produtos à base de carne tratados termicamente podem conter nitratos que resultam da conversão natural dos nitritos em nitratos num ambiente de baixa acidez.

(2.3) Cura a seco durante 10 a 15 dias, seguida de um período de estabilização de 30 a 45 dias e de um período de maturação de, pelo menos, dois meses.

Adaptado do Decreto-Lei n.º33/2008

### ***Açúcares***

Os açúcares utilizados na elaboração dos produtos de salsicharia são a sacarose, a lactose, a glicose e os derivados do amido, mais ou menos hidrolizados. O seu papel é o de reforçar o poder redutor do meio e, sobretudo, o de servir como meio nutritivo às bactérias responsáveis pela redução dos nitratos a nitritos. A sua presença é justificada quando se recorre à salga com nitrato, ou quando se utiliza sal com nitrato e nitrito (Goutefongea, 1991; Coretti, 1986, citado por Elias, 1993). Para além destas funções, Barroso (2001), Wang (2001) e Boadas *et al.* (2000) (estes últimos citados por Molinero (2003)) verificaram que a adição de açúcares deu origem a presuntos menos salgados e com maior intensidade do sabor adocicado, para além de favorecerem o crescimento de fungos que desempenham um papel fundamental nas características organolépticas do presunto. Além disso, os referidos autores verificaram que a formação de cristais de fosfato à superfície foi reduzida.

### ***Ácido ascórbico***

O ácido ascórbico ou o seu sal de sódio, o ascorbato de sódio, são utilizados na salga dos produtos cárneos transformados devido à sua capacidade redutora (Moll e Moll, 1990; Coretti, 1986; Möhler, 1982). Como é insolúvel nos lípidos, não tem um papel antioxidante relativamente ao tecido adiposo (Andrés e Ruiz, 2001; Price e Schweigert, 1987). Na carne, actua ao nível da carne magra, reforça o poder redutor do meio e protege a mioglobina da oxidação (Goutefongea, 1991). Ainda segundo este autor, o ácido ascórbico, ou o seu sal, na presença do nitrito favorece a formação do óxido nitroso, composto instável que reage com a mioglobina para a formação da cor. Este efeito reduz a quantidade de nitrito residual nos produtos curados, e, por esta via, a possibilidade de formação de nitrosaminas (Andrés e Ruiz, 2001; Goutefongea, 1991).

### 2.7.5. Lavagem

Depois do período de salga, as pernas são lavadas para remoção do excesso de sal e em seguida penduradas (Filho, 2005; Ramirez, 2005; Molinero, 2003). No entanto, Ramirez (2005), Molinero (2003) e Córdoba, *et al.* (2001) referem que em alguns casos podem ser aplicados conservantes na superfície do presunto, com o intuito de evitar o aparecimento de substâncias pouco solúveis, originadas por uma velocidade de desidratação muito lenta como é o caso do hidrogenofosfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ), para além do desenvolvimento microbiano.

### 2.7.6. Pós-salga ou repouso

A principal finalidade desta etapa é uniformizar a distribuição do sal por toda a peça, além de promover uma desidratação lenta. A humidade relativa é variável em função do equipamento de secagem, da velocidade do ar e do número de pernas. Os valores devem ser suficientemente baixos para eliminar a humidade superficial das pernas e evitar a proliferação microbiana na superfície das mesmas, porém sem atingir valores que levem à formação de uma crosta superficial, que impede a continuidade da secagem (Filho, 2005). E por isso, podem variar entre 75 e 90% (Molinero, 2003). A temperatura deve ser inferior a 5°C até que todos os pontos das pernas atinjam valores da  $a_w$  inferiores a 0,96, conseguido-se desta forma minimizar o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (Leistner, 1985, citado por Arnau *et al.*, 2007<sup>b</sup>). A respeito disto, Paarup *et al.* (1999) observou que uma redução de 5°C para 2°C provoca uma diminuição significativa da tolerância ao sal por parte das bactérias alterantes, especificamente as *Enterobacteriaceae*.

Esta etapa pode variar entre 1 e 3 meses, sendo que quanto mais longa, menos frequentes serão os defeitos de putrefação profunda causada por microrganismos. Nos casos dos presuntos de Parma e ibérico, o repouso é demorado, podendo atingir três meses. Nos primeiros, o tamanho das pernas e o baixo conteúdo de sal são os responsáveis pela extensão desta fase e nos segundos, os responsáveis são os elevados conteúdos de gordura intra e intermusculares, que retardam a difusão do sal. Após o final desta etapa, as perdas acumuladas podem atingir 10 a 15% (Arnau, 1998<sup>b</sup>).

### 2.7.8. Maturação

A função desta etapa é provocar a desidratação e intensificar os processos bioquímicos de proteólise e lipólise (Sastre, 2009; Molinero, 2003).

Durante esta etapa é conveniente que os valores de humidade relativa sejam inferiores a 75% e a temperatura aumentada de forma paulatina, para evitar a condensação de água na superfície das pernas, minimizando desta forma o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (Ramirez, 2005; Arnau, 2003).

As temperaturas são relativamente mais elevadas em relação às etapas anteriores, iniciando com valores abaixo de 15°C, podendo ser aumentadas até aos 28-30°C. Nestes produtos, uma prática muito comum é elevar a temperatura para valores próximos de 35°C (fase denominada de estufagem), com intenção de acelerar a formação de compostos voláteis responsáveis pelo *flavour* característico do presunto (Arnau, 1998<sup>a</sup>). Depois da estufagem, os presuntos são comercializados directamente ou são sujeitos a um processo de afinação nos casos em que o processo de cura é muito prolongado. Este período final de cura, caso aconteça, geralmente decorre a temperaturas a rondar os 15°C. No caso do presunto de Parma, a temperatura média é inferior à referida (Ramirez, 2005). O binómio tempo temperatura deve ser ajustado em função da duração total do processo de cura, desta forma, em situações cujo tempo total seja de seis meses o aumento da temperatura deve ser mais rápido do que nos de doze meses (Ramirez, 2005; Molinero, 2003).

Os fenómenos proteolíticos e lipolíticos que decorrem ao longo desta etapa são extremamente importantes, dado que influenciam directamente a textura, o aroma e o sabor do presunto (Arnau *et al.*, 1998<sup>a</sup>; Toldrá, 1998; Toldrá e Flores; 1998; Buscailhon *et al.*, 1994).

É nesta etapa que ocorre o processo de fusão da gordura, fundamental para melhorar as características aromáticas do presunto (Arnau, 1998<sup>a</sup>).

Nesta etapa é frequente a cobertura dos presuntos por uma camada de bolores de diferentes espécies (Barroso, 2001; Monte *et al.*, 1986). A distribuição dos bolores pela superfície do presunto não é homogénea, distribuindo-se em maior quantidade pela superfície não coberta pela gordura de cobertura. Se esta etapa decorresse em atmosfera modificada de nitrogénio poder-se-ia evitar o crescimento de bolores e eliminar o problema do desenvolvimento de ácaros, obtendo desta forma um produto mais seguro (Ramirez, 2005). Guerrero e Arnau (1995) verificaram que se esta etapa decorresse em

ambiente de atmosfera modificada de nitrogénio (100%) durante três dias, seria possível eliminar as formas móveis dos ácaros.

No que diz respeito a resultados relativos à  $a_w$  e humidade do presunto, são apresentados no Quadro 7 os obtidos pelos autores consultados. No Quadro 8 são apresentados resultados relativos ao peso das pernas e às perdas de peso. Em ambos os quadros, são apresentados resultados para diferentes tipos de presunto com diferentes tempos de processamento.

**Quadro 7** – Valores da  $a_w$  e humidade obtidos no presunto.

<b>Autores</b>	<b>Processo (dias)</b>	<b><math>a_w</math> produto acabado</b>	<b>Humidade (%)</b>	<b>Tipos de presunto</b>
Ordóñez <i>et al.</i> (2005)	---	< 0,90	---	Serrano
Molinero (2003)	346	0,86 SM 0,89 BF	44,09 SM 59,25 BF	Serrano*
Quaresma <i>et al.</i> (2003)	365	0,88	---	Suíno branco
Barroso e López (2001)	---	0,86 para zonas superficiais 0,90 para zonas profundas	40-41 para zonas superficiais 48-49 para zonas profundas	Ibérico
Barroso e López (2001)	600	---	40,00 SM 50,00 BF	Ibérico
Flores (1996), citado por Barroso e López (2001)	---	---	60	Parma
Hernández e Huerta (1993)	360	0,86	40,80	Ibérico

\* Aplicação de gordura líquida na superfície das pernas, aos 168, 192 e 256 dias de processamento.

**Quadro 8** - Peso das pernas e perdas de peso em diferentes tipos de presunto.

<b>Autores</b>	<b>Processo (dias)</b>	<b>Peso das pernas (kg)</b>	<b>Perda de peso (%)</b>	<b>Tipos de presunto</b>
Vigili <i>et al.</i> (2007)	450	10,10	28,20	Italiano
Carpena (2006)	300	11,56	38,97	Serrano
Giuliani (2005)	208	≈ 10	33,00	Serrano
Correia (2004)	306	11,0 ± 1,0	32,29	Serrano
Molinero (2003)	346	9,50 ± 1,0	39,00	Serrano*
Hernández e Huerta (1993)	360	8,90 ± 0,5	41,33	Ibérico
Palmia <i>et al.</i> (1992)	392	≈ 13	28,38	Italiano

\* Aplicação de gordura líquida na superfície das pernas, aos 168, 192 e 256 dias de processamento.

## 2.8. Metodologias tradicionais de elaboração de presuntos em diferentes países

### 2.8.1. Presunto espanhol serrano

De acordo com Toldrá e Flores (1998), o processo de elaboração do presunto serrano envolve as seguintes etapas:

- Salga: as pernas são cobertas de sal por um período de 10 a 12 dias, obedecendo ao critério de 1 dia por kg de perna. A temperatura varia entre 0 e 4°C e a humidade relativa (HR) entre 75 e 95%;

- Pós-salga: depois da retirada dos excessos superficiais de sal das pernas, as mesmas são penduradas. Nesta fase, que tem duração de 60 dias, as temperaturas variam entre 0 e 6°C, e a HR entre 70 e 95%;

- Secagem / Maturação: nesta etapa, a HR varia entre 70 e 95%, existindo apenas diferenças nos valores de temperatura, de acordo com os tempos de processo, abaixo determinados:

- 1º período: mínimo de 45 dias com temperaturas aumentadas gradualmente de 6 a 16°C;
- 2º período: mínimo de 35 dias com temperaturas aumentadas gradualmente de 16 a 24°C;
- 3º período: mínimo de 30 dias com temperaturas aumentadas gradualmente de 24 a 34°C;
- 4º período: mínimo de 35 dias, com temperaturas variando entre 12 e 20°C.

No entanto, Arnau e Picouet (2007) e Arnau e Gou (2001) descrevem o processo de elaboração do presunto serrano com algumas diferenças em relação ao processo descrito pelos autores acima mencionados:

- Salga: Faz-se a cura das pernas utilizando uma mistura de NaCl, KNO<sub>3</sub> e NaNO<sub>2</sub>. Após aplicação desta mistura, as pernas são cobertas com sal, seguindo o critério de 1 dia por cada kg de perna, e mantidos à temperatura de 3°C, importa referir que as pernas se encontra empilhadas;

- Lavagem / secagem: Terminada a salga, as pernas são lavadas e penduradas para secagem a temperatura média de 4°C e HR de 80%, durante 40 dias;  
Maturação: oito meses de duração, sendo que a HR é ajustada para valores entre 60 e 70% e a temperatura entre 12 e 16°C.

### **2.8.2. Presunto ibérico espanhol**

A metodologia de elaboração do presunto Ibérico descrito por Córdoba *et al.* (1994) envolve as seguintes etapas:

- Presunto “verde”: as pernas permanecem penduradas por 48 horas sob temperatura que varia entre 0 e 4°C, para equalizar a temperatura em toda a peça;

- Salga: as pernas são envolvidas por sal durante 15 dias em pilhas mantidas à temperatura de 4°C e 90% de HR;

- Pós-salga primeira etapa: as pernas são esfregadas para retirar o excesso de sal da superfície e mantidas a temperaturas entre 0 e 4°C e 90% de HR durante 60 dias;

Pós-salga segunda etapa: as pernas são levadas para câmaras onde ficam durante 45 dias com a HR média a ser reduzida para 80%, e com a temperatura aumentada até atingir 18°C. Ambos os reajustes são feitos progressivamente;

- Secagem: as pernas são penduradas dentro das câmaras de secagem durante 45 dias sob as condições ambientais, com temperaturas podendo superar os 30°C e com HR variando entre 45 e 70%;

- Maturação: as pernas são transferidas para câmaras com temperatura controlada durante 12 meses, sendo que nos 6 meses iniciais as temperaturas variam de 12 a 16°C e nos 6 meses finais de 16 a 20°C. A HR não é controlada nesta fase.

Já Andrés *et al.* (2004) descrevem o processo de elaboração de presunto espanhol Ibérico com algumas diferenças, principalmente quanto à etapa de salga, que é feita com teor de sal pré-determinado, conforme descrito abaixo:

- Salga: feita com teor de sal pré-determinado, sendo que as pernas são colocadas em prateleiras (e não empilhados como no outro processo) sob temperaturas

variando entre 1 e 3°C e coloca-se a quantidade de sal pré-determinada sobre a superfície cárnea das peças. Esta etapa termina quando não há sal visível na superfície das pernas;

- 1º período de pós-salga: as peças são mantidas a temperaturas variando entre 2 e 5°C e UR entre 75 e 85% durante 60 dias;

- 2º período de pós-salga: a temperatura vai sendo aumentada até atingir 20°C (sendo o ajuste de 0,25°C por dia durante os sessenta dias) e a HR vai sendo reduzida até atingir 65%;

- Secagem: as pernas são mantidas a  $28 \pm 2^\circ\text{C}$  por 77 dias, seguido de uma fase de acabamento a  $15,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$  por 212 ou mais dias.

### **2.8.3. Presunto italiano**

No processo italiano descrito por Palmia *et al.* (1992), as pernas têm peso médio de 13 kg e tem como etapas:

- Salga: realizada em câmaras com condições controladas, sendo que as temperaturas variam entre 0 e 4°C, e HR entre 70 e 85%; o teor de sal varia entre 6 e 10% da massa das pernas e é distribuído na superfície cárnea da peça em três porções. A duração desta etapa varia entre 3 e 4 semanas, dependendo da massa e do volume da peça.

Arnau e Picouet (2007) referem que a salga das pernas nos presuntos italianos é efectuada individualmente;

- Repouso: após o término da salga, todo o excesso sal é removido da superfície e as pernas são colocadas na posição horizontal em prateleiras dentro das câmaras, onde permanecem por tempo que varia entre 8 e 12 semanas, sob temperaturas variando entre 1 e 5°C e a HR entre 60 e 80%. Nesta fase do processo, as perdas podem atingir 18% da massa inicial;

- Maturação: após o repouso, as pernas são colocadas nas câmaras de maturação, onde permanecem por um período de 30 a 40 semanas, com temperaturas variando entre 15 e 20°C e HR variável entre 70 e 90%.

#### **2.8.4. Presunto Parma**

Segundo Parolari (1996), os pernis destinados à fabricação de presuntos de Parma devem ter peso entre 11 e 13 kg. O autor descreve o processo de elaboração do presunto de Parma do seguinte modo:

- Salga: adição de quantidade pré-definida de sal, sob temperaturas entre 1 e 4°C, com UR entre 75 e 90%;

- Ressalga: após 5 a 6 dias, coloca-se nova quantidade de sal, com teor 1% menor que a primeira. De seguida, as pernas são mantidas durante três semanas sob as mesmas temperaturas da salga, e com HR entre 70 e 80%, para acelerar a secagem da humidade superficial das pernas. Terminada a ressalga, remove-se o excesso de sal e apara-se o excesso de carne ao redor da cabeça do fêmur. As pontas do púbis são retiradas, formando assim uma superfície mais regular;

- Equalização do sal: as pernas são pendurados e mantidos a temperaturas entre 1 e 4°C durante 2 a 3 meses, para favorecer a equalização do sal e a redução da  $a_w$ . Assim como a salga, esta etapa tem duas fases, sendo a primeira denominado repouso 1 (duas semanas), e a segunda, repouso 2 (restante tempo). A diferença está nos valores de HR, onde no repouso 1 a mesma varia entre 50 e 60%, e no repouso 2 entre 70 e 90%;

- Lavagem e Secagem: Faz-se a lavagem superficial das pernas utilizando um jato de água morna para retirar o excesso de sal e também retirar impurezas. As pernas são transportadas para sala de secagem, onde permanecem 12 horas a 20°C, e após este período, a temperatura é diminuída para 15°C e as pernas permanecem nesta condição mais seis dias;

- Maturação: é a fase mais longa do processo, variando entre 10 e 12 meses. A temperatura média é de 15°C e a HR média é de 75%. Após 6 ou 7 meses do início desta fase, costuma-se aplicar uma pasta constituída de gordura de suíno e pó-de-arroz para evitar secagem excessiva e, também, para uniformizar a humidade em todo o presunto.

### **2.8.5. Presunto francês**

O processo francês descrito por Buscailhon *et al.* (1993) envolve as seguintes etapas:

- Salga: o sal de cura, contendo sal comum e nitrato de potássio é distribuído sobre as pernas (com peso variando entre 9 e 10 kg) e esfregado na superfície cárnea. As peças são acomodadas em bancadas por uma semana a 4°C. Arnau e Picouet (2007) referem que a salga das pernas nos presuntos franceses é efectuada individualmente;

- Ressalga: o excesso de sal é retirado da superfície e as pernas são novamente salgadas e permanecem por duas semanas a 4°C;

- Repouso: as pernas são lavadas para remover o sal que se encontra à superfície e novamente acomodadas em plataformas a 4°C e HR variando entre 65 e 85% durante oito semanas;

- Estufagem: as pernas são penduradas e expostas durante 4 dias a temperaturas entre 20 e 25°C;

- Maturação: a temperatura passa a variar entre 12 e 15°C e a HR entre 75 a 80% durante mais sete meses.

### **2.8.6. Jambon Bayonne**

Frentz e Zert (1990), citados por Toldrá e Flores (1998) descrevem o processo do presunto Bayonne do seguinte modo:

- Salga: tem duração entre 14 e 21 dias, as temperaturas vão variando entre 1 e 3°C e HR entre 85 e 95%;

- Repouso: tem duração entre 21 e 28 dias, as temperaturas vão variando entre 1 e 3°C e HR entre 70 e 85%;

- Secagem/maturação (1ª fase): tem duração entre 2 e 4 dias, com temperaturas entre 20 e 25°C e HR entre 75 e 85%;

- Maturação (2ª fase): a temperatura é fixada em 14°C, a HR varia entre 70 e 80% e tem duração de 90 a 215 dias.

## 2.9. Critérios microbiológicos

### 2.9.1. Critérios microbiológicos relativos à matéria-prima

No Quadro 9 são apresentados os parâmetros e limites segundo Regulamento (CE) N.º 1441/2007, da Comissão de 5 de Dezembro de 2007, que altera o Regulamento (CE) N.º 2073/2005, da Comissão de 15 de Novembro de 2005 relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios. Os parâmetros e limites adoptados foram os aplicados à carne separada mecanicamente (1.7. e 2.1.7. Carne separada mecanicamente (9)).

**Quadro 9** - Parâmetros e limites indicados no Regulamento (CE) n.º 1441/2007, que altera o Regulamento (CE) n.º 2073/2005, relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios.

Microorganismos	Plano de amostragem		Limites		Método de análise de referência
	n	c	m	M	
Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C (u.f.c./g)	5	2	$5 \times 10^5$	$5 \times 10^6$	NP 4405/2002
Contagem de <i>Escherichia coli</i> (u.f.c./g)	5	2	50	500	NP 4396/2002
Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.	5	0	Ausência em 25g		ISO/FDIS 6579/2002

n = número de unidades que constituem a amostra; c = número de unidades da amostra com valores entre m e M; m = limite microbiológico que separa a qualidade aceitável da rejeitável. Valores menores que m representam a aceitabilidade, valores maiores que m representam a inaceitabilidade ou rejeição. Quando os valores de c são diferentes de 0 o valor de m só permite a rejeição do produto quando os valores obtidos entre m e M ultrapassarem o valor de c; M = os valores superiores a M são considerados inaceitáveis, o alimento representa um risco para a saúde do consumidor.

## 2.9.2. Critérios microbiológicos relativos ao presunto

No Quadro 10 são apresentados os critérios microbiológicos relativos ao presunto, obtidos na bibliografia, dada a inexistência de legislação nacional e Europeia específica para o presunto ou para produtos similares.

**Quadro 10** - Parâmetros e limites microbiológicos para presunto obtidos na bibliografia.

Microorganismos	Plano de amostragem		Limites		Método de análise de referência
	n	c	m	M	
Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C (u.f.c./g)*	5	3	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	NP 4405/2002
Contagem de microrganismos halotolerantes (u.f.c./g)**	---	---	10 <sup>3</sup>	10 <sup>7</sup>	Adaptado da NP 4405 (2002)
Contagem de bolores (u.f.c./g)***	---	---	10 <sup>4</sup>	10 <sup>7</sup>	NP 3277 (1987)
Contagem de leveduras (u.f.c./g)****	---	---	10 <sup>4</sup>	10 <sup>7</sup>	NP 3277 (1987)
Contagem de <i>Escherichia coli</i> (u.f.c./g)*	5	1	50	5x10 <sup>2</sup>	NP 4396/2002
Contagem de <i>Staphylococcus coagulase +</i> (u.f.c./g)\*	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	NP 2000 (2000)
Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.*	5	0	Ausência em 25g		ISO/FDIS 6579/2002
Pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores*****	---	---	Ausência em 0,01g		NP 2262 (1986)

n = número de unidades que constituem a amostra; c = número de unidades da amostra com valores entre m e M; m = limite microbiológico que separa a qualidade aceitável da rejeitável. Valores menores que m representam a aceitabilidade, valores maiores que m representam a inaceitabilidade ou rejeição. Quando os valores de c são diferentes de 0 o valor de m só permite a rejeição do produto quando os valores obtidos entre m e M ultrapassarem o valor de c; M = os valores superiores a M são considerados inaceitáveis, o alimento representa um risco para a saúde do consumidor;

\*Projecto de actualización de la RM n.º 615-2003 - Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano;

\*\* Raczynski *et al.* (1978), Baldini e Raczynski (1978), citados por Elias (1993), Baldini *et al.* (1977) e Giolitti *et al.* (1971<sup>ab</sup>);

\*\*\* Monte *et al.* (1986) e Núñez (1995), citados por Jovita *et al.* (2001);

\*\*\*\* Simoncini *et al.* (2007) e Hernández e Huerta (1993);

\*\*\*\*\*Ribeiro (1974).

## 2.10. Modificações na flora microbiana da carne

O tecido muscular dos animais são é estéril. É durante as operações inerentes à obtenção de carcaças que ocorre a inevitável, embora controlável, contaminação que tem fontes de procedência variadas, como o ambiente, as peles, o conteúdo intestinal, facas, serras e os colaboradores afectando sobretudo a superfície e também o interior das massas musculares, através da disseminação pela circulação sanguínea, quando a sangria é mal executada ou em consequência da evisceração tardia (Guerrero, 2006; *International Commission on Microbiological Specifications for Foods*, 2005).

De acordo com a *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (2005), os níveis habituais de bactérias à superfície das carnes de suíno superam as 10.000 unidades formadoras de colónias por cada  $\text{cm}^2$  ( $10^4$  u.f.c./ $\text{cm}^2$ ), ou como indicam Carrascosa *et al.* (1988) e Cornejo *et al.* (1988), valores entre  $10^2$  e  $10^5$  u.f.c./ $\text{cm}^2$ , Blesa *et al.* (2008) apontam valores entre  $10^4$  e  $10^5$  u.f.c./ $\text{cm}^2$ .

Arnau (1998<sup>a</sup>) refere que as pernas utilizadas na produção de presunto não devem ultrapassar a contagem total superior a  $10^7$  u.f.c./g.

A flora microbiana existente nas pernas no início do processo produtivo é, como seria de esperar, praticamente aquela que existe na carne fresca. Podem encontrar-se bactérias dos géneros *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Moraxella*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Proteus*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Sarcina*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Clostridium* e da espécie *Brochothrix thermosphacta*; bolores dos géneros *Cladosporium*, *Sporotrichwn*, *Geotrichum*, *Thamnidium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Alternaria* e *Monilia* e leveduras dos géneros *Trichosporum*, *Candida*, *Rhodotorula* e *Torulopsis* (Guerrero, 2006; Jay, 1981). Caso não sejam accionados os adequados mecanismos tecnológicos de conservação esta contaminação conduz, a curto prazo, a alterações indesejáveis e incontroláveis.

### 2.10.1. Condições ambientais

As modificações das condições ambientais durante o processo tecnológico do presunto vão permitir a selecção de determinada flora, conseguido-se deste modo a

estabilidade do produto e o sabor e o aroma característicos do presunto (Guerrero, 2006).

De entre as condições ambientais necessárias ao crescimento e ao desenvolvimento microbiano, a temperatura assume um papel importante na medida em que se pode controlar de forma eficaz. Ramos (1990), citado por Elias (1993) refere que quando as pernas estão conservadas a temperaturas de refrigeração (0°C e 2°C) ocorre desenvolvimento superficial da flora psicotrófica (*Pseudomonas* spp., *Acinetobacter* spp., *Moraxela* spp., *Alteromonas putrefaciens* e *Aeromonas* spp.) De acordo com o mesmo autor, se as pernas forem mantidas a temperaturas compreendidas entre os 10°C e os 25°C, pode ocorrer desenvolvimento interno de microrganismos anaeróbios, nomeadamente de *Clostridium putrefaciens*, originando o processo conhecido por "osso fétido ou mefítico ou hediondo ". Caso as pernas sejam submetidas a temperaturas superiores a 25°C, ocorre prioritariamente putrefacção interna por desenvolvimento de *Clostridium perfringens* e de outros microrganismos proteolíticos do mesmo género (*Clostridium histolyticum*, *Clostridium bifementans*, *Costridium sporogenes* e *Costridium oedematiens*). No entanto, Rosset (1982) e Frazier (1967), citado por Guerrero (2006) referem que se as temperaturas forem inferiores a 5°C ocorre uma diminuição do desenvolvimento microbiano, principalmente de bactérias mesófilas, entre as quais se podem encontrar algumas bactérias patogénicas como *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* e *Clostridium botulinum*, e bactérias deteriorantes como o *Clostridium putrefaciens*. Para além da temperatura a presença de nitratos e nitritos adicionados na etapa de pré-salga de presunto inibe eficazmente o desenvolvimento de clostrídios, no entanto, Fang *et al.* (1985) e Buchanan e Solberg (1972) referem que em determinadas condições também podem inibir o desenvolvimento de *Staphylococcus aureus*.

A actividade da água ( $a_w$ ) e a temperatura são dois parâmetros estreitamente correlacionados: num teor aquoso constante a  $a_w$  aumenta com a temperatura (Elias, 1993), pois torna-se mais disponível. Relativamente à  $a_w$ , a velocidade de crescimento da maioria das bactérias e leveduras diminui quando a  $a_w$  diminui para valores da ordem

dos 0,980 (Guerrero, 2006; Christian, 1983, citado por Barroso, 2001). Rodríguez *et al.* (1994) e Ventanas *et al.* (1989), citados por Barroso (2001) referem que o valor inicial da  $a_w$  em diferentes músculos da perna de suíno varia entre 0,98 e 0,99. No presunto acabado de suíno branco os valores da  $a_w$  atingem valores na ordem dos 0,88, como referido anteriormente. (Quaresma *et al.*, 2003).

Os microrganismos têm uma capacidade de sobrevivência variável, para valores decrescentes da  $a_w$  (Jay, 2002). Regra geral, as bactérias são mais sensíveis ao decréscimo da  $a_w$  que os bolores e as leveduras e normalmente deixam de crescer a valores inferiores a 0,91 (Troller e Christian, 1978, citados por Elias, 1993). Ou inferiores a 0,90, segundo, Ordóñez, *et al.* (2005), citados por Carpena (2006). Segundo Ohye e Christian (1967), citados por Elias (1993) o *Clostridium botulinum* apresenta um valor da  $a_w$  mínimo de crescimento entre 0,95 a 0,98, se bem que a produção da toxina destes microrganismos exija valores superiores, limites idênticos são apresentados por Jay (2002), sugerindo valores entre 0,94 a 0,97. Na opinião dos mesmos autores, *Clostridium perfringens* e a *Salmonella* não desenvolvem a valores da  $a_w$  inferiores a 0,95. O *Staphylococcus aureus* é o microrganismo patogénico mais tolerante, com um valor da  $a_w$  mínimo de 0,85, segundo Ramos (1990) e 0,86 segundo Jay (2002). De qualquer modo, não há descrição da produção da enterotoxina em alimentos com valores da  $a_w$  inferiores a 0,93 (Troller e Christian, 1978, citados por Elias, 1993), ainda que tenha sido detectada a produção de enterotoxina A num caldo com  $a_w$  de 0,87 (Loter e Leister, 1978).

Dado que o presunto é um produto que se pode considerar seco, a diminuição dos valores da  $a_w$  da perna dificultam o desenvolvimento microbiano, aumentando a segurança do produto (Wirth, 1989). Este efeito é conseguido tanto pela perda de água como pela adição de solutos, fundamentalmente o sal e, em menor grau, os nitratos e nitritos (Elias, 1993). Mas atenção, Offer e Trinick (1983) verificaram que concentrações de sal entre 4,6 e 5,8% auxiliam a carne na retenção de quantidades adicionais de água, diminuindo assim, a perda por evaporação.

A limitada difusão do sal até às zonas mais profundas das pernas exige períodos de tempo mínimos, que seriam suficientes para que ocorresse alteração caso não se recorresse a outro sistema, as baixas temperaturas, para impedir o desenvolvimento microbiano (Aliño, 2009). Uma via possível para facilitar a penetração do sal será a utilização de pernas congeladas na medida em que o exsudado proveniente da descongelação favorece a penetração de sal por osmose (Ramos, 1990). A este propósito Gonzalez-Méndez *et al.* (1985) verificaram que a penetração do sal é mais rápida no músculo *Longissimus dorsi* quando a carne é congelada e, posteriormente se descongela, sendo esta uma prática corrente na produção de presunto curado.

Os limites de pH que permitem o desenvolvimento microbiano variam amplamente entre os diferentes microrganismos. De acordo com Corlett e Brown (1983), citados por Elias (1993) os membros dos géneros *Pseudomonas*, *Alteromonas putrefaciens* e *Acinetobacter* spp., são bastante sensíveis a valores de pH ácidos, não se desenvolvendo quando os valores são inferiores a 5,3. De acordo com Jay (2002) para além dos microrganismos referidos ainda pode apresentar *Aeromonas*.

De acordo com Ramos (1990) as bactérias mais resistentes a valores de pH ácido são as Gram positivas, concretamente os *Lactobacillus* que têm um pH mínimo de crescimento que oscila entre 3,8 e 4,4,. No entanto, Jay (2002) apresenta o valor de 3,16 como referência. Segundo o mesmo autor, o limite mínimo de crescimento para o *Staphylococcus aureus* é de 4,0 e as espécies do género *Salmonella* spp. não se desenvolvem a valores de pH inferiores a 4,05. Segundo Corlett e Brown (1983), citados por Elias (1993) os microrganismos do género *Clostridium* são os mais resistentes sendo 4,7 o valor mínimo de pH necessário ao seu crescimento. Do exposto se infere que os valores de pH habituais na carne de suíno não representam um obstáculo efectivo para o crescimento dos principais microrganismos patogénicos nem de outros, responsáveis por alterações no presunto curado. A adição de compostos com o fim de reduzir os valores de pH poderia provocar consideráveis alterações tanto no aspecto como no sabor do produto final, para além de não serem eficazes nas zonas mais profundas quer das pernas quer dos presuntos (Ramos, 1990). Sabatatakou *et al.* (2001), citados por Terra *et*

*al.* (2008), referem que produtos cárneos que depois de elaborados apresentem um valor de pH inferior a 5,00 podem ser armazenados à temperatura ambiente. Após consulta da bibliografia, verificou-se que valores tão baixos não são encontrados em nenhum tipo de presunto curado crú.

Segundo Jay (2002) o potencial de oxi-redução (Eh) também é um factor limitante do crescimento microbiano, dado que alguns microrganismos, os aeróbios e os anaeróbios obrigatórios, somente possuem um sistema metabólico terminal para a obtenção de energia, pelo que são activos dentro de limites de Eh relativamente estreitos. Durante a conservação da carne após o abate, os valores de Eh no interior dos tecidos baixa até próximo dos -200 milivolts (mV) aproximadamente, permitindo a multiplicação de microrganismos anaeróbios como os do género *Clostridium* que necessitam de valores de Eh inferiores a 40 mV. No entanto, nestas condições os microrganismos aeróbios como *Pseudomonas* spp., *Acinetobacter* spp. e *Moraxella* spp., têm condições para se desenvolverem à superfície da carne.

De acordo com Leistner (1987), citado por Elias (1993) a conservação dos produtos cárneos transformados não se deve à acção individualizada de cada um dos factores antimicrobianos referidos, mas sim ao efeito combinado de todos eles. Estas várias acções constituem um conjunto de obstáculos ao desenvolvimento microbiano que impede a alteração das pernas e a multiplicação de agentes patogénicos. Contudo estas condições não inibem o crescimento de outros microrganismos, desejáveis, como *Micrococci*, *Lactobacillus* e leveduras.

Nos estudos de Carrascosa *et al.* (1988) e Cornejo *et al.* (1988) verificaram que na prática as possibilidades de actuação de todos os factores antimicrobianos referidos são limitadas, uma vez que tanto o potencial redox como o valor do pH são parâmetros difíceis de modificar numa peça inteira de razoáveis dimensões. Para além disso no normal processamento do presunto não se utilizam mais aditivos que o cloreto de sódio, os sais nitrificantes, os açúcares e o ácido ascórbico ou os seus sais, pelo que resulta imprescindível o recurso a baixas temperaturas pelo menos durante as

primeiras etapas do processo. Guerrero (2006) reconhece que a temperatura é o factor mais importante no que concerne às possibilidades de conservação da carne.

### **2.10.2. Evolução da flora microbiana durante o processo produtivo de presunto**

Através da revisão bibliográfica pode-se verificar que têm sido realizados estudos sobre a flora microbiana existente em diversos tipos de presunto, sendo escassa a informação disponível para algumas etapas de produção de presunto de suíno branco.

De acordo Molinero (2003) os principais grupos de microrganismos existentes nos presuntos são os mesófilos, halotolerantes, cocos gram-positivos catalase positivos, bactérias lácticas e bolores e leveduras relativamente ao presunto curado produzido em Espanha, Cornejo *et al.* (1988), referem a presença de enterobactérias, coliformes, estafilococos e enterococos fecais, não tendo sido detectada a presença de salmonelas nem de *Clostridium perfringens*.

Cornejo *et al.* (1992) sugerem que os microrganismos isolados encontrados no músculo *Semimembranosus* têm origem fundamentalmente extrínseca, enquanto os encontrados no *Biceps femoris* têm origem intrínseca, já que a capa de gordura que o envolve serve como escudo protetor à contaminação. As possíveis vias de entrada para os microrganismos são a artéria femoral, fissuras produzidas durante a secagem, poros produzidos durante o *rigor mortis* ou por cristais de gelo formados durante o congelamento, caso exista.

Em geral, ocorre um aumento no número de microrganismos presentes nas pernas durante as primeiras etapas do processamento, dependendo da duração da sua permanência nas mesmas em cada etapa e das características particulares do processo de fabrico de cada tipo de presunto (velocidade de decréscimo da  $a_w$ , concentração de sal, temperatura e concentração de sais nitrificantes) (Barroso, 2001; Ramos, 1990).

No que diz respeito à contagem de microrganismos totais, Losantos *et al.* (2000) encontram valores para o interior dos presuntos serrano e ibérico na ordem dos  $10^5$  u.f.c/g

e  $10^4$  log u.f.c./g, respectivamente. Carracosa (1998) obteve para a mesma zona em presunto serrano  $10^4$  log u.f.c./g.

Baldini e Raczynski (1978), citados por Elias (1993), Raczynski *et al.* (1978), Baldini *et al.* (1977) e Giolitti *et al.* (1971<sup>ab</sup>), em estudos sobre o presunto de Parma, encontraram aumentos no número de microrganismos durante as primeiras etapas do processo (salga e pós-salga) e decréscimos nas etapas finais.

De acordo com os mesmos autores, neste tipo de presunto predominam os microrganismos do género *Micrococcus* com valores próximos dos  $10^6$  u.f.c./cm<sup>2</sup> no final da pós-salga.

Silla *et al.* (1985) em presuntos curados de suínos de raças precoces observaram taxas elevadas de microrganismos halotolerantes, com contagens de *Micrococcus* entre  $10^3$  e  $10^6$  u.f.c./g<sup>-1</sup> e de estafilococos entre  $10^3$  e  $10^5$  u.f.c./g<sup>-1</sup>. As contagens mais baixas correspondem às bactérias ácido-lácticas  $10^2$  u.f.c./g<sup>-1</sup>. Hernández e Huerta (1993) também verificaram esta tendência para presuntos de suíno ibérico, obtendo valores de  $10^3$  e 10 u.f.c./g à superfície e em profundidade, respectivamente. Estudos realizados por Francisco *et al.* (1981) sobre a flora superficial e de profundidade de presuntos de suíno ibérico, revelaram que ao longo do processo de elaboração, apareceram níveis elevados de microrganismos halotolerantes, mesófilos e coliformes, nas zonas superficiais. De acordo com os mesmos autores as contagens mais elevadas corresponderam a *Staphylococcus* spp..

Na produção de presunto de suíno branco, e de acordo com Terra *et al.* (2008), Rodríguez *et al.* (1994) e Molina *et al.* (1990), citados por Guerrero (2006) e Francisco *et al.* (1981) dentro da família *Micrococcaceae*, o género *Staphylococcus* é o que se encontra com mais frequência na produção de presunto, tendo sido referidas com maior frequência as espécies *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus sciuri* e *Staphylococcus capitis*. Lucke (1986), para além de corroborar o que foi referido, indica que muitas vezes o sal utilizado nas etapas de pré-salga e salga, pode ser transmissor de *Micrococcaceae*. Rodríguez *et al.* (1994), Carrascosa *et al.* (1992), citados por Guerrero (2006), Francisco *et al.* (1981) e Baldini *et al.* (1978) verificaram que na

fase de pós-salga, devido ao abaixamento da  $a_w$  e ao aumento gradual da temperatura, as *Micrococcaceae* predominam.

Em trabalhos realizados em presunto proveniente de suíno ibérico, Jociles *et al.* (1983), citados por Elias (1993) e Francisco *et al.* (1981) mostraram existir um aumento no número de microrganismos totais durante a salga e uma diminuição progressiva durante a secagem. De acordo com os mesmos autores estão presentes coliformes, estreptococos fecais, microflora láctica e *Clostridium perfringens*, que só é detectado à superfície.

Em estudos levados a cabo com o presunto de Teruel (suíno branco), Huerta *et al.* (1988) observaram, tanto na superfície como em profundidade, aumentos nas contagens de microrganismos aeróbios totais, halotolerantes e de microflora láctica durante as etapas de salga, pós-salga e maturação, no princípio da qual se atingem os valores mais elevados. Carrascosa *et al.* (1989) em estudos efectuados com pernas provenientes de suínos de raças precoces, também encontraram valores crescentes de microrganismos mesófilos totais, de espécies da família *Micrococaceae* e de leveduras, durante as primeiras fases do processo de cura mantendo-se esta tendência durante a etapa de maturação.

Baldini *et al.* (1977), citados por Carrascosa (1989) em estudos realizados sobre o presunto de Parma, não detectaram enterococos nem microrganismos anaeróbios sulfito-redutores depois da pós-salga, tendo, no entanto, encontrado *Lactobacillus* em concentrações pouco expressivas.

Jociles *et al.* (1983), citados por Elias (1993) observaram presuntos de suíno Ibérico, aumentos consideráveis da microflora láctica ao longo dos primeiros nove meses do processo de produção. Molina *et al.* (1989), citados por Guerrero (2006) encontraram no presunto três grupos de bactérias lácticas: um constituído por cocos, sendo *Pediococcus pentosaceus* a espécie mais representativa e os outros dois grupos formados por bastonetes homofermentativos e heterofermentativos. Do grupo dos microrganismos homofermentativos, os autores isolaram *Lactobacillus alimentarius*,

*Lactobacillus curvatus* e *Lactobacillus casei*, e do grupo dos heterofermentativos a espécie isolada foi o *Lactobacillus divergens*.

Relativamente aos bolores, Monte *et al.* (1986), citados por Elias (1993) referem que no presunto de suíno Ibérico foram isoladas espécies do género *Penicillium* (*P. expansum*, *P. cyclopium*, *P. veridicatum*, *P. brevicompactum* e *P. simplicissimum*). Huerta *et al.* (1987) referem que no presunto de Teruel (suíno branco) foram encontrados bolores dos géneros *Penicillium* (*P. chrysogenum*, *P. expansum*, *P. notatum*, *P. granulatum*, *P. digitatum*, *P. purpurogenum*, *P. stecku*, *P. cyaneofulium*, *P. xoryloptulium* e *P. citrium*) e *Aspergillus* (*A. niger*, *A. ochraceus*, *A. fumigatus*, *A. amstelodami*, *A. chevalieri*, *A. halophilicas* e *A. flavus*).

Sobre a população fúngica do presunto Pitt e Hocking (1997), citados por Guerrero (2006) referem que durante as primeiras etapas do processo de produção existem espécies dos géneros *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Cryptococcus*, verificando-se, à medida que a  $a_w$  vai diminuindo, o desenvolvimento de espécies de *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Paecilomyces*, *Monilia*, *Cladosporium* e *Alternaria*, resultando estas alterações fundamentalmente das condições em que se mantêm as pernas.

García *et al.* (2000) encontraram bolores no interior de presunto Ibérico com putrefacção junto ao fémur na ordem das  $10^2$  u.f.c./g. Monte *et al.* (1986) e Núñez (1995), citado por Barroso (2001) apontam valores entre  $10^4$  e  $10^7$  para o mesmo tipo de presunto mas sem qualquer tipo de putrefacção.

Sobre a população de leveduras e consultando a bibliografia, verificou-se que na generalidade dos casos as contagens mais elevadas localizaram-se na superfície dos presuntos.

Comi e Cantoni (1983), citados por Molinero (2003) estudaram a sua distribuição no presunto e chegaram à seguinte conclusão: 10% no interior, 25% à superfície, 20% nos vasos sanguíneos e 45% nos grânulos ou cristais de tironina.

Monte *et al.* (1986) a partir de presunto de suíno ibérico isolaram estirpes de *Debaryomyces hansenii*, leveduras capazes de se desenvolverem em meios com concentrações de cloreto de sódio de 16%.

Em diferentes estudos Núñez *et al.* (1996), citados por Guerrero (2006) e Comi *et al.* (1982), citados por Elias (1993) identificaram leveduras dos géneros *Debaryomyces*, *Trichosporum*, *Torulopsis* e *Geotrichum*. Huerta *et al.* (1988) isolaram do presunto de Teruel as espécies *Debaryomyces hanseneii* e *D. kloeckeri*. Os mesmos autores observaram níveis muito baixos de *Rhodotorula rubra*, de *R. pallida*, de *Criptomococcus* spp., de *Sacharomycopsis* spp. e de *Candida* spp..

García *et al.* (2000) encontraram leveduras no interior de presunto Ibérico com putrefacção junto ao fémur na ordem das  $10^2$  u.f.c./g. Monte *et al.* (1986) e Núñez *et al.* (1996), citados por Barroso (2001) apontam valores entre  $10^4$  u.f.c./g e  $10^6$  u.f.c./g para o mesmo tipo de presunto mas sem qualquer tipo de putrefacção. Hernández e Huerta (1993) apontam valores para presunto Ibérico, mas à superfície de  $10^4$  u.f.c./g. Simoncini *et al.* (2007) encontram no interior de presunto de Parma valores de  $10^7$ . Huerta *et al.* (1988) obtiveram contagens de leveduras à superfície de  $10^6$  u.f.c./g no início da secagem e de  $10^4$  u.f.c./g no fim da fase de maturação. Silla *et al.* (1985) obtiveram para raças precoces  $10^4$  u.f.c./g no fim da fase de maturação.

Hernández e Huerta (1993) num estudo realizado em presunto ibérico não encontraram *Staphylococcus* coagulase + nem *Salmonella* spp., no entanto verificou-se a presença de *Clostridium perfringens* ao longo de todo o processo produtivo, com valores entre  $10^2$  e  $10^3$  u.f.c./g.

Losantos *et al.* (2000) em estudos realizados em presunto serrano e ibérico, detectaram a presença de coliformes fecais, clostrídios sulfitorreduzidores e *Staphylococcus aureus* com contagens inferiores a 10 u.f.c./g, não sendo detectada a presença de *Salmonella* spp..

A partir dos resultados apresentados pelos diversos autores, infere-se que no decurso do processo de cura do presunto predomina uma flora maioritariamente halotolerante, representada por membros da família *Micrococcaceae*, existindo em minoria uma microflora láctica e bolores e leveduras.

No Quadro 11 são apresentados os microrganismos estudados pelos autores consultados na bibliografia, relativos a vários tipos de presunto.

**Quadro 11** – Microrganismos estudados pelos autores consultados na bibliografia, relativos a vários tipos de presunto.

Autores	Microrganismos	Tipos de produto
Elias (1993)	Contagem de aeróbios mésofilos a 30°C	Alentejano
	Contagem de aeróbios mésofilos Lipolíticos	
	Contagem de aeróbios mésofilos Proteolíticos	
	Contagem de aeróbios psicrotróficos Lipolíticos	
	Contagem de aeróbios psicrotróficos Proteolíticos	
	Contagem de leveduras	
	Contagem de leveduras Lipolíticas	
	Contagem de leveduras Proteolíticas	
	Contagem de bolores	
	Contagem de bolores lipolíticos	
	Contagem de Bolores Proteolíticos	
	Contagem de <i>Lactabacilli</i>	
	Contagem de <i>Brochotrix thermosphacta</i>	
	Contagem de <i>Micrococci</i>	
	Contagem de Coliformes totais	
Contagem de <i>Escherichia coli</i>		
Contagem de Esporos de Clostrídios Sulfito-redutores		
Contagem de <i>Streptococcus</i> do grupo D		
Contagem de <i>Staphylococcus coagulase</i> +		
Contagem de <i>Salmonella</i> spp.		
Molinero (2003)	Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i>	Serrano
	Contagem de bactérias lácticas	
	Contagem de microrganismos halotolerantes	
	Contagem de leveduras	
Contagem de <i>Brochotrix thermosphacta</i>	Suíno branco	
Filho (2005)		Contagem de bactérias lácticas
		Contagem de fungos
		Contagem de coliformes fecais
		Contagem de <i>Clostridium perfringens</i>
		Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.
		Pesquisa de <i>Listeria monocytogenes</i>
	Contagem de aeróbios mésofilos a 30°C	
Contagem de psicrotróficos totais		
Pesquisa de <i>Escherichia coli</i> O157H:7		

**Quadro 11** (Continuação) – Microrganismos estudados pelos autores consultados na bibliografia, relativos a vários tipos de presunto.

Autores	Microrganismos	Tipos de produto
Filho (2005)	Contagem de bactérias lácticas Contagem de fungos Contagem de coliformes fecais Contagem de <i>Clostridium perfringens</i> Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp. Pesquisa de <i>Listeria monocytogenes</i> Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C Contagem de psicrotróficos totais Pesquisa de <i>Escherichia coli</i> O157H:7 Pesquisa de <i>Staphylococcus aureus</i>	Presunto cru com carne de suíno desossada (produto Brasileiro)
Barat <i>et al.</i> (2006)	Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C Contagem de Clostrídios sulfito-redutores Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i> Contagem de coliformes fecais Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.	Suíno branco (processo acelerado)
Blesa <i>et al.</i> (2008)	Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C Contagem de microrganismos halófilos Contagem de bactérias lácticas Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i> Contagem de Coliformes fecais Pesquisa de <i>Listeria</i> spp. Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i> Pesquisa de <i>Clostridium perfringens</i> Contagem de Clostrídios sulfito-redutores Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp. Pesquisa de <i>Shigella</i> spp.	Suíno branco
Martín <i>et al.</i> (2008)	Contagem de <i>Aeromonas hydrophila</i> Contagem de <i>Burkholderia cepacea</i> Contagem de <i>Vibrio fluvialis</i> Contagem de <i>Agrobacter radiobacter</i> Contagem de <i>Staphylococcus lentus</i> Contagem de <i>Staphylococcus xylosus</i> Contagem de <i>Serratia liquefaciens</i> Contagem de <i>Serratia odorifera</i> Contagem de <i>Hafnia alvei</i> Contagem de <i>Enterobacter aerogenes</i> Contagem de <i>Lactobacillus salivarius</i> Contagem de <i>Lactobacillus curvatus</i>	Ibérico

## **2.11. Evolução do perfil físico-químico durante o processo produtivo de presunto**

Com o início do processo tecnológico os fenómenos de desnaturação e hidrólise dos compostos azotados, que ocorreram durante a transformação do músculo em carne e ao longo da cura desta, sofrem modificações no seu rumo (Elias, 1993).

De acordo com Barroso (2001) e Sárraga e Garcia-Regueiro (1998) o cloreto de sódio assume um papel importante devido à sua elevada força iónica. Actua sobre as proteínas sarcoplásmicas (solúveis em soluções salinas diluídas) e, com maior efeito, sobre as miofibrilhares (solúveis em soluções salinas com elevada força iónica e concentração molar) contribuindo para a sua desnaturação, que se manifesta com um declínio de proteínas solubilizadas.

Por outro lado, a diminuição do teor em água da carne durante a cura, traduz-se numa diminuição das interacções proteína-água e um aumento das interacções proteína-proteína de que resulta uma diminuição na solubilidade das proteínas. Esta redução no teor de água associada a um aumento da concentração de solutos, principalmente sais e compostos procedentes da hidrólise das proteínas, provoca uma redução contínua do valor da  $a_w$  (Barroso, 2001; Kenney e Hunt, 1990).

Sastre (2009), Martín *et al.* (1998) e Córdoba, *et al.* (1994), citados por Barroso (2001), observaram que a cura do presunto é acompanhada por um aumento progressivo do azoto não proteico e dos aminoácidos.

### **2.11.1. Modificações nas proteínas (proteólise) durante o processo produtivo do presunto**

As proteínas da carne são os principais componentes funcionais e estruturais dos produtos cárneos transformados e, por isso, determinam as características de tenrura, consistência, textura e aspecto destes produtos. As proteínas miofibrilhares constituem cerca de 50-55% do total das proteínas musculares sendo as principais responsáveis pelas características texturais dos produtos cárneos. Salienta-se

especialmente a miosina, que para ser solubilizada necessita de uma força iónica mínima de 0,6M (Ziegler e Acton, 1984).

Sobre as proteínas do tecido muscular actuam, desde as etapas que se seguem ao abate e durante grande parte de todo o período de cura dos presuntos, uma série de enzimas que podem ter duas origens: o próprio tecido muscular e a flora microbiana capaz de se desenvolver no presunto nas condições em que se realiza a cura. Contudo, a contribuição das enzimas autolíticas parece ser muito mais importante que a das enzimas microbianas (Malagón, 1988).

Verplastse (1994) e Molly *et al.* (1997) (estes últimos citados por Molinero (2003)) referem que, geralmente as enzimas microbianas parecem ter efeito objectivo sobre a ruptura de oligopéptidos e péptidos de pequenas dimensões, enquanto, sobre as proteases endógenas parecem actuar somente nas primeiras fases da degradação proteica.

Toldrá (2006) refere que as reações proteolíticas progridem sequencialmente iniciando com a hidrólise das principais proteínas miofibrilares pelas catepsinas e calpaínas (endopeptidases), resultando na formação de polipeptídeos de tamanhos intermédios, que subseqüentemente são degradados em pequenos peptídeos pela acção das exopeptidases. As aminopeptidases, di e tripeptidilpeptidases geram, respectivamente aminoácidos e pequenos peptídeos (Toldrá *et al.*, 1997).

De acordo com Rojas e Cáceres (2001), as calpaínas e as catepsinas são as principais enzimas envolvidas nos processos proteolíticos decorrentes da cura do presunto. As calpaínas são compostas por duas proteinases estruturalmente diferentes, a calpaína I, que é activada na presença de concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  (Cálcio) a nível micromolar, e a calpaína II, que requer concentrações milimolares de cálcio par ser activada. Têm um pH óptimo de actuação próximo da neutralidade Andrés e Ruiz (2001). As calpaínas são inibidas pela calpastatina que é um inibidor altamente especializado, contudo, este só actua a concentrações de cálcio mais elevadas que as necessárias para activar as calpaínas.

Carpena (2006), Rossel e Toldrá (1998) e Rossel e Toldrá (1996), citados por Toldrá (2006) referem que durante o processo de produção de presunto a maior actividade das calpaínas é verificada na perna em fresco, reduzindo-se ao longo do processamento para valores nulos. De acordo com Rojas e Cáceres (2001), esta situação verifica-se porque as calpaínas são enzimas muito instáveis, especialmente a calpaína I. No entanto, estes autores consideram que estas desempenham uma função preponderante no processo proteolítico, uma vez que têm capacidade para provocar roturas na estrutura

miofibrilhar, o que favorece a acção de outras enzimas capazes de romper determinados fragmentos musculares.

Rossel e Toldrá (1998) observaram valores de calpaínas superiores em presunto de suíno branco comparativamente com presunto de suíno ibérico.

Quanto às catepsinas, Andrés e Ruiz (2001) e Rojas e Cáceres (2001) referem que estas proteinases têm um pH óptimo de actuação ácido.

Toldrá (1998) refere que as catepsinas B, D, H e L são proteases (endopeptidases) lisossómicas de tamanho pequeno, que têm a sua actividades inibida por altas concentrações de sal e favorecidas por pH ácido. Durante os estágios iniciais de salga e cura podem gerar peptídeos que servem de substrato para as dipeptidilpeptidases e outras exopeptidases, assim como durante todo o processo, devido à estabilidade e pH ácido óptimo. Deste grupo, somente a catepsina D perde actividade após seis meses de processo, enquanto as outras permanecem estáveis durante todo o processo. *In vitro*, as catepsinas D e L mostram habilidade de hidrolisar diferentes proteínas miofibrilares como a miosina, titina, tropomiosina e troponinas (T e I).

Toldrá (2006), Filho (2005) e Toldrá e Etherington (1988) realizaram estudos onde puderam observar que as catepsinas B, H e L permanecem activas depois dos oito meses de processamento. Toldrá e Flores (1998) apresentam valores entre os oito e os dez meses como referência para presunto ibérico. A catepsina D é inibida em grande parte pelo sal (cloreto de sódio) durante a cura (Rojas e Cáceres, 2001). Toldrá *et al.* (1993), citados por Toldrá (2006) verificaram que a catepsina D é inactivada após os seis meses de processamento.

Rico *et al.* (1991), citados por Rojas e Cáceres (2001) estimam que a temperatura óptima de actividade da catepsina B é de 30 °C e para as catepsinas H e L é de 37 °C.

A proteólise contribui para a textura pela quebra das proteínas e para o sabor, pela geração de compostos de sabor como aminoácidos e peptídeos, os quais também podem reagir com outros componentes formando novos compostos do sabor e do aroma (Toldrá, 2006; Toldrá, 1998).

Rodríguez-Núñez *et al.* (1995) concluíram que há um aumento de peptídeos com pesos moleculares menores que 2700 Daltons (Da), resultantes de proteólises intensivas, principalmente durante os primeiros 3,5 meses de processo, em que as temperaturas de secagem são aumentadas gradualmente e a  $a_w$  ainda não diminuiu excessivamente.

Estes peptídeos, por terem baixo peso molecular, enquadram-se na categoria de formadores de sabor.

Os dipeptídeos liberados pelas dipeptidilpeptidases (DPP I, II, III e IV), juntamente com os compostos voláteis contribuem para o desenvolvimento do sabor em produtos cárneos curados (Sentandreu e Toldrá, 2001, citados por Filho, 2005). As aminopeptidases estão directamente associadas à geração de aminoácidos livres e de acordo com Flores *et al.* (2000) a alanil aminopeptidase tem maior actividade e é a principal responsável pela elevada libertação de aminoácidos terminais até os 240 dias de processo, podendo a sua actividade ser inibida pelo sal.

Em todos os tipos de presuntos crus a libertação de aminoácidos essenciais e não essenciais é alta. Em geral, leucina, valina, lisina, alanina, ácido glutâmico e aspártico são os produzidos em maior quantidade (Toldrá *et al.*, 2004, citados por Toldrá, 2006; Toldrá, 1998). Deste grupo, valina, isoleucina e leucina sofrem degradações de Strecker e formam os seus respectivos aldeídos, 2-metil-propanal, 2-metil-propanal e 3-metilbutanal, que são compostos aromáticos (Toldrá *et al.*, 2000).

Durante a cura de presunto ocorrem numerosas e complexas reacções na estrutura muscular, incluindo uma proteólise intensa, porque as enzimas proteolíticas do músculo permanecem activas durante o processo (Hansen-Moller *et al.*, 1997; Toldrá *et al.*, 1997; Rodríguez-Nuñez *et al.*, 1995). A etapa final da proteólise é a geração de aminoácidos livres pela acção de aminopeptidases, que também são estáveis durante o processo (Toldrá, 1992, citado por Rodríguez-Nuñez *et al.*, 1994). Nos processos de curta duração, os fenómenos de proteólise são mais rápidos que nos de longa duração, uma vez que, a actividade catpsínica se vê favorecida pelo aumento das temperaturas (Arnau *et al.*, 1987, citados por Juan, 2006).

Toldrá *et al.* (1996), citados por Filho (2005) referem que a idade dos animais também influencia a actividade enzimática, já que pernas provenientes de animais jovens apresentam maior actividade de catepsina B e B + L e menor actividade de piroglutamil aminopeptidase e dipeptidilpeptidase IV.

Em trabalhos realizados com presunto serrano curado, Gil *et al.* (1989), citados por Elias (1993), encontraram nas primeiras fases do processo de cura uma actividade proteolítica mais baixa no músculo *Semimembranosus* que no *Biceps femoris*. Os autores atribuíram como razão para esta diferença a mais elevada concentração de cloreto de sódio, inibidor da acção da protease cálcio-dependente (calpaína) e da catepsina D, no

primeiro músculo – o mais superficial, e, portanto, onde, de um modo geral, a penetração de sal será mais rápida e em maior concentração no final do processamento. No referido estudo os autores verificaram, ainda, que a actividade destas proteases aumentou mais acentuadamente no caso da calpaína depois de concluída a pós-salga, para depois decrescer para valores próximos dos iniciais. Insere-se neste rumo de ideias o facto de León Crespo *et al.* (1986), em trabalhos realizados com presunto de suíno ibérico, terem constatado haver diferenças significativas no grau de proteólise verificado em diferentes regiões do presunto, sendo as regiões com mais baixa actividade de água as que registaram menores valores de proteólise.

Flores *et al.* (1984), citados por Elias (1993) em trabalhos realizados com presuntos espanhóis de cura rápida e de cura prolongada verificaram que a solubilidade das proteínas em tampão fosfato 0,03 M diminuía em ambos os casos durante a etapa da pós-salga, sem que esta descida fosse explicada por um aumento da fracção azotada não proteica. No decorrer da cura a fracção das proteínas solúveis mantém-se constante pelo que os autores justificam este facto pela ocorrência de uma desnaturação proteica que se manifesta nas etapas iniciais do processo, tal como acontece no presunto de Parma.

Ramos (1990) realizou estudos sobre o presunto de suíno ibérico e afirma que ao longo do processo de elaboração ocorrem processos de insolubilização e de hidrólise. Segundo este autor, as perdas de solubilidade são particularmente evidentes nas proteínas miofibrilares e no colagénio e traduzem-se numa redução na capacidade global de extracção das proteínas na ordem dos 35-40%. Os processos proteolíticos afectam fundamentalmente as proteínas miofibrilares de elevado peso molecular, ocasionando um aumento nos teores de azoto não proteico durante a cura que representa 25 a 27% do azoto total.

### **2.11.2. Modificações nos compostos azotados não proteicos**

A evolução temporal das modificações nas proteínas acima mencionadas, podem ser estudadas utilizando diversos parâmetros: azoto não proteico (ANP) índice de proteólise (IP) ( $ANP \times 100/AT$ ), azoto peptídico (Apep), azoto aminoacídico (AAA) e azoto básico volátil (ABV).

Um dos mais frequentemente utilizados é o IP, baseado no azoto não proteico. O ANP inclui péptidos de diferentes tamanhos, aminoácidos e compostos da degradação

destes, sendo o ABV um indicador desta degradação (Hortós, 1995, citado por Molinero, 2003).

No Quadro 12 são apresentados os resultados obtidos por alguns autores consultados na bibliografia, relativos ao azoto não proteico.

**Quadro 12** - Resultados de azoto não proteico obtidos na bibliografia consultada.

<b>Autores</b>	<b>Processo (dias)</b>	<b>Azoto não proteico (%)</b>	<b>Músculos</b>	<b>Tipo de presunto</b>
Santos (2003)	365	2,33 ± 0,22	BF	Serrano
		2,21 ± 0,01	SM	
García-Garrido <i>et al.</i> (1999)	300	1,38	BF	Ibérico
		1,34	SM	
Guerrero <i>et al.</i> (1999)	195	0,36 ± 0,33	BF	Espanhol
		---	SM	
Monin <i>et al.</i> (1997)	251	2,29	BF	Bayonne
		2,10	SM	

O IP geralmente encontra-se entre 8 e 12% nas pernas e posteriormente experimenta um incremento considerável ao longo da maturação principalmente nos primeiros meses, chegando a alcançar valores entre 25 e 30% no músculo *Biceps femoris* (Flores *et al.*, 1984; Hortós, 1995, citados por Molinero, 2003), em estudos realizados no presunto serrano, Molinero (2003) obteve 28,88% e 20,94% para os músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus*, respectivamente.

As substâncias azotadas não proteicas constituem aproximadamente 1,5% do peso do músculo-esquelético fresco dos mamíferos (Forrest *et al.*, 1979). Lawrie (2005) apresenta o valor 1,65 % como referência. Estas substâncias são, fundamentalmente, creatina, fosfocreatina, nucleótidos, aminoácidos livres e péptidos, dos quais se destacam a carnosina e a anserina (Lawrie, 2005; Malagón, 1988). Foi observado o incremento desta fracção durante o processo de cura do músculo. Este incremento era acompanhado pelo aumento da tenrura da carne, atribuído à produção de peptídeos e aminoácidos a partir das proteínas musculares (Hoagland *et al.* 1917; Fearson e Foster, 1922, citados por Malagón, 1988).

Como já foi referido anteriormente Sastre (2009), Martín *et al.* (1998) e Córdoba, *et al.* (1994), citados por Barroso (2001) observaram que a cura do presunto é acompanhada por um aumento progressivo do azoto não proteico e dos aminoácidos.

A evolução tanto do azoto não proteico total como das diversas fracções que o compõem é considerada por vários investigadores como um dado valioso para

estabelecer o grau de proteólise que ocorre nos presuntos curados durante o período de cura. Foram observados aumentos significativos nos valores do azoto não proteico durante os três primeiros meses de cura, passando os referidos aumentos a ser moderados durante o resto da cura dos presuntos tipo Parma (Ambanelli *et al.*, 1968; Giolitti *et al.*, 1971<sup>ab</sup>; Cantoni *et al.*, 1972) e em presuntos espanhóis de suíno branco (Flores *et al.*, 1984, 1985, citados por Larrea, 2006). No entanto, Bellati *et al.* (1983), citados por Arnau *et al.* (1995) encontraram aumentos elevados na fracção azotada não proteica no final da maturação. León Crespo e Padron (1991), citados por Elias (1993) ao trabalharem com presuntos de suíno ibérico, constataram que a fracção azotada não proteica experimenta um incremento significativo durante a cura, sendo nas etapas finais do processo este aumento mais marcado nas zonas profundas das peças. Segundo os mesmos autores, a actividade proteolítica está limitada pela desidratação e pelo aumento da concentração de sal, maiores nas regiões mais superficiais. Estes autores levantam ainda a hipótese de que os compostos que constituem a fracção azotada não proteica migrem para as zonas onde é maior o teor em água.

Buscailhon *et al.* (1994) concluíram que no processamento de presunto francês entre os 179 e 273 dias, os níveis de aminoácidos ácidos livres diminuem, enquanto os níveis de azoto não proteico aumentam, provavelmente devido à elevada formação de peptídeos. Os mesmos autores sugerem duas hipóteses para estes fatos: (i) queda da actividade das exopeptidases, as quais resultariam na elevação da actividade das endopeptidases (produzindo peptídeos) e (ii) degradação de aminoácidos livres.

Relativamente ao azoto peptídico, Cantoni *et al.* (1972), citados por Toldrá e Flores, (1998) descreveram um importante e paulatino decréscimo ao longo da cura uração do presunto de Parma enquanto Flores *et al.* (1984), citados por Flores *et al.* (1997<sup>a</sup>) apenas encontraram aumentos importantes no decurso do primeiro mês de cura de presunto espanhol de suíno branco.

O azoto dos aminoácidos apresenta um aumento durante a maturação do presunto tipo Parma, constituindo a maior parte do azoto não proteico no final do processo (Molinero, 2003). Toldrá e Flores (1998) referem que na produção de presunto ibérico, na etapa de pós-salga o azoto peptídico encontra-se em menores quantidades que o azoto dos aminoácidos, provavelmente devido ao aumento da temperatura. Nas últimas fases do processamento a quantidade de azoto peptídico não varia significativamente, podendo diminuir.

De acordo com Malagón (1988) a fracção do azoto não proteico que maior atenção tem merecido por parte dos investigadores, tanto pelo grande aumento que experimenta ao longo do processo de maturação como pelo papel que desempenham como precursores de componentes do aroma, é o azoto aminoacídico. A proteólise provoca uma intensa libertação de aminoácidos que se pode relacionar com as condições do processo de produção do presunto. Deste modo, Quaresma *et al.* (2003) verificaram em presuntos de suíno branco com uma duração total do processo de cura de 6 meses, a formação de aminoácidos em quantidades idênticas às formadas em processos de cura com duração de 12 meses, consequência das temperaturas elevadas serem atingidas mais rapidamente nos processos de menor duração. Segundo Malagón (1988) no final da maturação do presunto de suíno ibérico os aminoácidos livres mais abundantes são o ácido glutâmico e a lisina, existindo também teores elevados em leucina, treonina, alanina e valina. De acordo com o mesmo autor estes seis aminoácidos representam 52% e 51% do total de aminoácidos livres presentes nos músculos *Semimembranosus* e *Biceps femoris*, respectivamente. Córdoba *et al.* (1994), citados por Rojas e Cáceres (2001) verificaram que ácido glutâmico a alanina e a lisina são os aminoácidos livres mais abundantes. Quaresma *et al.* (2003) verificaram que em presuntos portugueses de cura rápida, sendo as pernas proveniente de suínos de raça branca, no presunto acabado os aminoácidos livres mais abundantes são o ácido glutâmico e a lisina, existindo também teores elevados de alanina e leucina.

O azoto básico volátil (azoto amoniacal e aminas voláteis) total é o resultado de diversos fenómenos proteolíticos levados até às últimas consequências, o que não é um facto desejável no processo de fabrico do presunto curado (Malagón, 1988). Esta fracção do azoto não proteico em geral experimenta um aumento durante o processo de maturação, verificando-se os maiores incrementos durante os primeiros três meses desta etapa (Ambanelli *et al.*, 1968, citados por Elias, 1993). Contudo, Giolitti *et al.* (1971), citados por Elias (1993) informam que os referidos aumentos ocorrem ao longo de todo o processo de maturação. Rojas e Cáceres (2001) e Martín *et al.* (1998), citados por Rolas e Cáceres (2001) destacam que para além da fracção amoniacal ser a menos abundante, esta sofre um incremento na fase de secagem, coincidindo com um aumento das temperaturas. Durante a maturação do presunto de suíno ibérico, Malagón (1988) encontrou, relativamente aos valores iniciais, aumentos de azoto básico volátil total tanto no músculo *Semimembranosus* (45%) como no *Biceps femoris* (93%).

O teor em aminas dos produtos curados tem suscitado um crescente interesse em virtude das suas implicações para a saúde do consumidor. Segundo Rojas e Cáceres (2001) e Ramos (1990) em diversos tipos de presunto curado foram determinados os teores em putrescina, histamina, tiramina, cadaverina, espennina e espermidina, tendo sido díspares os resultados obtidos.

### **2.11.3. Efeito das alterações dos compostos azotados nas características organolépticas do presunto**

A tenrura, a textura, a suculência, a cor, o sabor e o aroma são as características organolépticas mais afectadas devido às transformações ocorridas nos compostos azotados (Juan, 2006; Elias, 1993).

A dureza que a carne apresenta ao corte é determinada principalmente pelas proteínas do tecido conjuntivo, onde assumem particular importância as ligações entre as moléculas do tropocolagénico e as proteínas miofibrilares (Elias, 1993).

Arnau (2000), Toldrá (1998) e Ramos (1990) afirmam não se saber se a acção proteolítica que as catepsinas B e L exercem sobre o colagénico e a hidrólise das proteínas miofibrilares, responsável pela diminuição da dureza durante a maturação da carne crua, se mantêm durante a maturação do presunto.

Na opinião dos mesmos autores, ao longo da cura do presunto produzem-se danos nas proteínas miofibrilares que vão promover uma diminuição da dureza. Por outro lado, a desidratação verificada durante o processo de fabrico origina uma maior concentração das fibras musculares e uma maior interacção proteína-proteína. Desta evolução resultam aumentos consideráveis na dureza, que inclusivamente podem superar os decréscimos referidos.

A textura e a suculência dos produtos cárneos estão relacionadas com a integridade das proteínas e com a sua capacidade de retenção de água, bem como com os fenómenos de desnaturação associados a processos de coagulação e perdas da capacidade de retenção de água (García-Garrido, 1999). Os teores em gordura intermuscular e, fundamentalmente, intramuscular são também condicionantes da textura e suculência dos produtos cárneos (Elias, 1993).

Andrés e Ruiz (2001) referem que uma textura pastosa e adesiva do produto acabado pode diminuir a salivação, diminuindo a percepção de compostos relacionados com o sabor e o aroma.

Ao iniciar-se o processo de salga ocorrem modificações na mioglobina que implicam alterações na cor. De acordo com Goutefongea (1991) em consequência da acção pró-oxidante do cloreto de sódio, quando a sua concentração é igual ou superior a 0,5% há formação de metamioglobina. Quando se adicionam sais nitrificantes, o nitrito livre pode transformar-se em óxido nitroso (NO) que vai reagir com o sexto ponto de coordenação do grupo heme da mioglobina originando a formação de nitrosilmioglobina que por sua vez promove a transformação da cor das peças musculares para um tom rosado (Barroso, 2001; Ramos, 1990; Price e Schweigert, 1987).

Andersen *et al.* (1989), citados por Elias (1993) informam que podem ocorrer processos de descoloração devido à oxidação da nitrosilmioglobina a metamioglobina, podendo este processo ser desencadeado pelo efeito da luz. Segundo estes autores, a fotoxidação da nitrosilmioglobina ocorre com qualquer tipo de luz, contrariamente à fotoxidação da oximioglobina que apenas acontece quando há exposição a determinados comprimentos de onda, diferentes do espectro visível.

Os péptidos, aminoácidos e aminas gerados durante o processamento do presunto são importantes precursores do sabor e do aroma (Juan, 2006). Na opinião de Virgili *et al.* (1998) e Ramos (1990) estes precursores são responsáveis por sabores e aromas *sui generis*, desempenhando os aminoácidos carboxílicos e os 5'-ribonucleótidos uma função principal. Segundo os mesmos autores, na carne estes compostos são representados pelo ácido glutâmico, pelo seu sal de sódio, pela guanosina 5'-monofosfato (GMP) e pela inosina-5'-monofosfato (IMP).

#### **2.11.4. Modificações nos lípidos (lipólise) durante o processo produtivo do presunto**

Rojas e Cáceres (2001), Coutron-Gambotti e Gandemer (1999) e Chizzolini *et al.* (1998) referem que a maior parte dos compostos voláteis responsáveis pelo aroma característico do presunto, são derivados dos lípidos.

Juan (2006), Filho (2005) e Rojas e Cáceres (2001) verificam que durante a maturação de presunto e de outros produtos curados, desenvolvem-se sobre os lípidos uma série de processos enzimáticos de carácter hidrolítico que conduzem à libertação de ácidos gordos, ácidos gordos esses que vão servir de substrato para uma sucessão de reacções oxidativas que em último lugar dão origem a uma série de compostos aromáticos de grande importância para o desenvolvimento do *flavour* característico do presunto.

Os triacilgliceróis e os fosfolípidos são os substratos naturais das lipases (ácida lisosomal e neutra) e fosfolípases musculares (A1, A2, C e D) Motilva *et al.* (1993), citados por Rojas e Cáceres (2001) que vão exercer um efeito hidrolítico libertando ácidos gordos das moléculas de triglicéridos e fosfolípidos (Filho, 2005; Rojas e Cáceres, 2001).

Motilva *et al.*, (1993,1994), citados por Chizzolini *et al.* (1997), Diaz e Garcia-Regueiro, (1991), Melgar *et al.* (1990), Flores *et al.* (1988), e Amilton (1989), citado por Vestergaard *et al.* (2000) referem que os lípidos estão sujeitos a processos de lipólise assim como a oxidações durante o processamento de presunto. Por sua vez, Carrascosa *et al.*, (1988) indicam que ao longo do processo de cura do presunto ocorrem modificações nos lípidos devidas a processos químicos, bioquímicos e à actividade da flora microbiana da carne e da gordura. Contudo, Toldrá (1998), Verplaetse, (1994), citado por Chizzolini *et al.* (1998), Motilva *et al.* (1993), Motilva *et al.*, (1992), Garcia-Regueiro e Diaz, (1989), citados por Coutron-Gambotti e Gandemer (1999) e Gray e Pearson, (1984), citados por Muriel, *et al.* (2007) afirmam que os triglicéridos não experimentam alterações importantes durante o processo de produção do presunto, ainda que se verifique um incremento na formação de ácidos gordos livres durante o processo de cura.

Toldrá (1998) e Motilva-Casado (1993), citado por Filho (2005) verificaram que as enzimas lipolíticas desempenham uma importante função em todo período do processamento de presunto, e nos primeiros cinco meses ocorre a máxima actividade lipolítica. As fosfolípases são apontadas como as enzimas mais importantes envolvidas nas lipólises musculares (Toldrá, 1998; Toldrá e Flores, 1998).

De acordo com Motilva-Casado (1993), citado por Filho (2005) os três principais factores que regulam a actividade lipolítica são:

- a) Temperatura: o principal factor regulador da actividade enzimática. Se houver elevação da mesma, há aumento da actividade das enzimas, principalmente no tecido adiposo;
- b)  $a_w$ : reduzida no decorrer do processo, principalmente durante a secagem. Esta queda faz diminuir a actividade das enzimas básicas e neutras, favorecendo a acção das ácidas;
- c) Teor de sal: a concentração verificada no processo de cura, activa as lipases ácidas e inibe as básicas e as neutras, além de não afectar a actividade enzimática no tecido adiposo subcutâneo (Motilva e Toldrá, 1992, citados por Toldrá, 1998).

O desenvolvimento das características sensoriais típicas do presunto curado, nomeadamente o aroma o sabor e a textura, está intimamente associado a fenómenos de hidrólise e de oxidação da gordura desempenhando a sua composição química um importante papel na evolução daquelas características (Arnau, 1998<sup>a</sup>, citado por Filho, 2005; Toldrá, 1998; Flores *et al.*, 1985).

As gorduras intermuscular e intramuscular são dois elementos essenciais para a suculência da carne e dos produtos da sua transformação (Timón *et al.*, 2001; Elias, 1993).

Coutron-Gambotti e Gandemer (1999), Chizzolini *et al.* (1998) e Toldrá (1998) encontraram tanto na gordura subcutânea como a intramuscular, diferenças significativas na composição das várias fracções lipídicas ao longo do processo de cura, especialmente nos ácidos gordos livres. Tal facto pressupõe que os lípidos do presunto sofrem alterações hidrolíticas e oxidativas ao longo da cura que modificam a distribuição percentual dos ácidos gordos.

Motilva *et al.* (1993<sup>ab</sup>), citados por Toldrá (1998) efectuaram estudos em presunto serrano (suíno branco) e puderam verificar que os ácidos gordos livres que se apresentam em maior quantidade no produto acabado foram o oleico, palmitoleico, linoleico e o mirístico respectivamente.

Os processos oxidativos a que os lípidos do presunto são submetidos durante o processo de cura afectam consideravelmente o aroma e o sabor do produto final, na medida em que estão na origem da formação de muitos compostos voláteis cuja

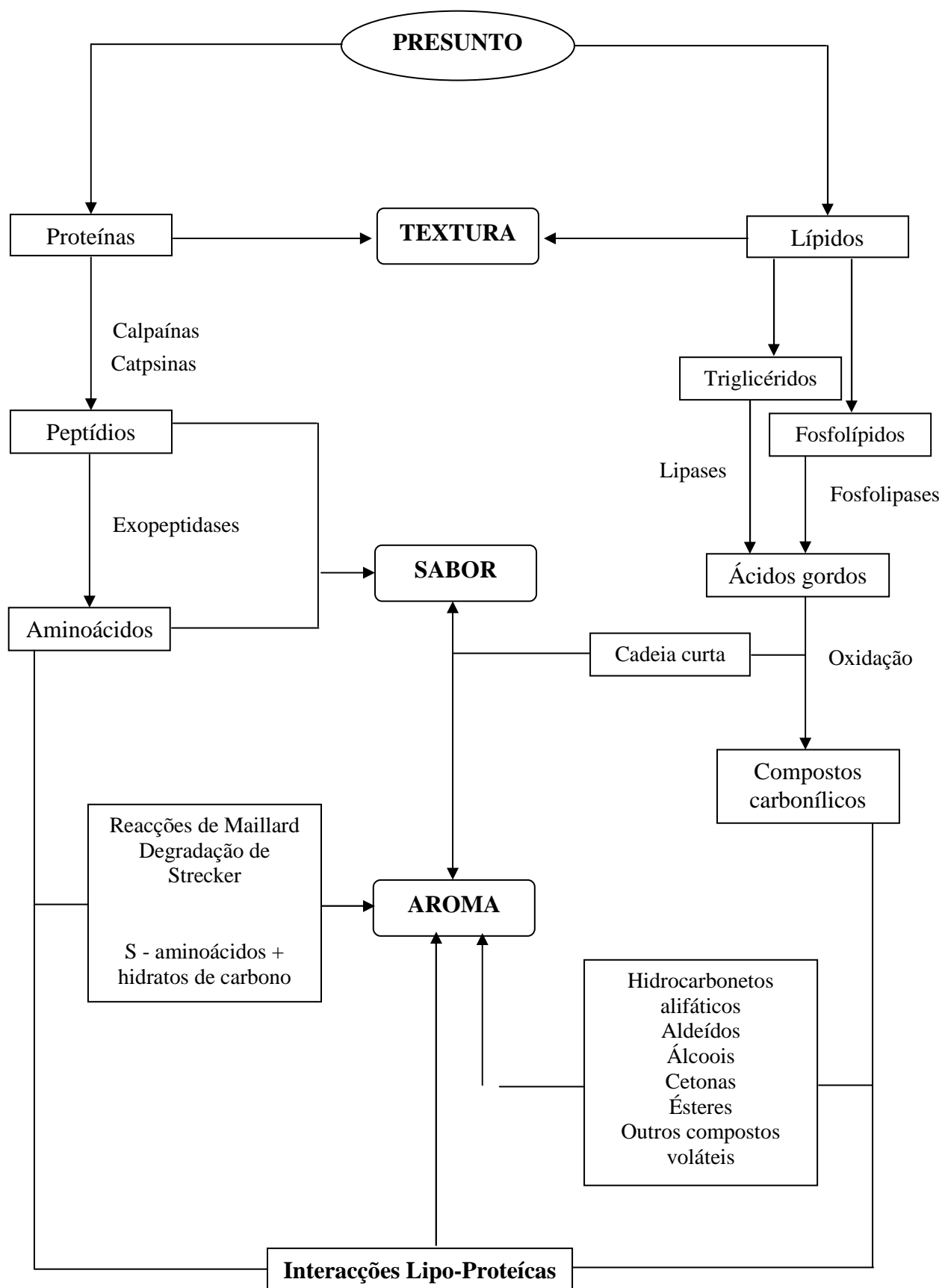
concentração total vai depender das condições tecnológicas que favorecem a oxidação dos ácidos gordos (Coutron-Gambotti e Gandemer (1999); Meljer *et al.*, 1993).

Rojas (2001) afirma que são produzidas importantes alterações na componente lipídica do presunto durante o processo tecnológico, verificando-se degradação dos lípidos por processos oxidativos. Na opinião do mesmo autor, este facto encontra-se profundamente vinculado à penetração do sal e transcorre paralelamente à insolubilização proteica.

Huertas (1990), citado por Elias (1993) depois de ter trabalhado com presunto de suíno ibérico, afirma que a lipólise se traduz num progressivo aumento do grau de insaturação da fracção dos ácidos gordos livres, sendo os consequentes aumentos dos valores de acidez livre devidos principalmente aos ácidos oleico e palmitoleico e em menor grau aos palmítico, linolénico, araquidónico, esteárico e linoleico. Segundo os mesmos autores, a lipólise em presuntos de suíno ibérico acontece a um ritmo médio da ordem de 0,5g de ácidos gordos libertos por mês e por 100g de peso seco, não sendo observados indícios de abrandamento transcorridos dezoito meses desde o início do processo, quando já se libertaram cerca de 50% dos ácidos gordos.

Em trabalhos realizados com presunto de suíno ibérico, Timón *et al.* (2001) verificaram uma intensa actividade lipolítica ao longo de todo o processo de produção. Segundo os mesmos autores, mesmo durante a etapa de maturação a actividade lipolítica continua, não se verificando um decréscimo importante nos teores de triglicéridos, pelo que se supõe que os ácidos gordos procedem fundamentalmente dos fosfolípidos ou dos mono e diglicéridos.

Na Figura 1 abaixo indicada apresenta-se um resumo do conjunto de reacções que ocorrem durante a formação do sabor, aroma e textura do presunto.



**Figura 1** - Formação do sabor, aroma e textura no presunto (adaptado de Tolrá, 1998, citado por Filho, 2005).

### 2.11.5. Qualidade do presunto

A avaliação da qualidade de presunto é um assunto difícil e complexo (Elias, 1993). Contudo, esta preocupação deve estar patente na mente dos industriais de presunto, dada a variedade de produtos e marcas que estão à disposição dos clientes e/ou consumidores.

No actual sistema de mercado a competitividade é máxima, exigindo portanto, um controlo da qualidade com acções planificadas e sistematizadas conducentes a proporcionar a confiança e satisfações dos clientes e/ou consumidores, a todos os níveis.

Não obstante, é importante definir parâmetros que garantam a qualidade do produto comercializado, sendo para tal necessário conhecer os factores que afectam directamente as características do presunto (Flores, 1985).

De acordo com Flores (1985) a qualidade do presunto vai depender da qualidade da matéria-prima e da tecnologia adoptada para a cura.

De acordo com Coutron-Gambotti e Gandemer (1999), Toldrá e Flores (1998), Toldrá (1998) e Toldrá *et al.* (1997) a qualidade do presunto curado depende de múltiplos factores entre os quais destacam-se os *ante mortem* (genótipo do suíno, idade do animal, nutrição e técnicas de abate) e os *post mortem* (condições de refrigeração; preparação das pernas para os processos de salga e maturação). Todos estes factores afectam em maior ou menor grau as características sensoriais do presunto.

Garcia Reguerio (2005) e López, *et al.* (2005) consideram que o valor nutricional associado à presença de cloreto de sódio, representam um factor extremamente importante na avaliação da qualidade de presunto, uma vez que, quer devido às exigências cada vez maiores da legislação vigente, quer às exigências requeridas pelos clientes e/ou consumidores este é um factor perponderante na escolha deste tipo de produto.

Santos (2003) refere que a avaliação da qualidade do presunto curado deve basear-se na intensidade dos fenómenos proteolíticos e lipolíticos na medida em que são eles os grandes responsáveis pelas suas características sensoriais típicas.

Tendo em conta que a qualidade do presunto curado depende principalmente da intensidade dos fenómenos proteolíticos e lipolíticos produzidos ao longo do seu processamento (Flores *et al.*, 1983, citados por Elias, 1993) e a relação existente entre a

degradação das proteínas musculares e a textura dos produtos cárneos, Costell e Flores (1984), citados por Elias (1993) estudaram métodos experimentais para medir as propriedades mecânicas do presunto. Procuraram obter métodos capazes de dar informação quanto à evolução da cura e à qualidade final do produto. Estes autores trabalharam com presuntos provenientes de suínos brancos e incidiram os seus estudos (ensaios com o tenderómetro Warner-Bratzler, ensaios de punção e resistência ao corte com célula standard) sobre os músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus*, aos dois, quatro, seis e doze meses de cura. Estes trabalhos permitiram concluir que as modificações no comportamento mecânico do presunto ao longo do processo de cura são mais acentuadas no músculo *Semimembranosus* que no *Biceps femoris*, dado que o primeiro se localiza numa zona mais exterior do presunto, sem protecção do tecido adiposo. Deste modo, as medições realizadas no *Semimembranosus* dão mais informação sobre a evolução do citado processo. Concluem ainda os autores que a medição da resistência ao corte com a célula standard é menos influenciada pela frequente falta de homogeneidade do presunto, o que dá uma maior reproductibilidade ao método. A medição obtida a partir do músculo *Semimembranosus* é suficientemente precisa e reproductível para diferenciar presuntos o que faz dela um índice fiável para avaliar as alterações estruturais produzidas durante o processo de cura.

Segundo Juan (2006) e Costell e Durán (1981) uma vez concluído o processo de produção de presunto, a análise sensorial será o método mais eficaz e o que fornecerá a informação mais valiosa para conhecer a sua qualidade.

Como se pode verificar as opiniões dos diferentes autores dividem-se, no entanto, o objectivo é comum, uma vez que o objectivo primordial é a satisfação das expectativas requeridas pelos clientes e/ou consumidores no momento da aquisição do presunto.

## **2.12. Análise sensorial**

As características sensoriais dos produtos alimentares são de vital importância, dado que estas determinam a aceitabilidade de qualquer alimento pelos consumidores (Costell e Durán, 1981). A meta final dos estudos sensoriais na indústria alimentar é melhorar a qualidade dos seus produtos, no que diz respeito, ao aroma, sabor, textura, entre outros, de forma a influenciar as escolhas dos consumidores (Resurrección, 1998).

A avaliação sensorial de um produto inclui uma série de técnicas para medir a resposta humana sobre o produto, minimizando potenciais variáveis produzidas por exemplo, pela identificação da marca e/ou outras informações externas que possam influenciar a percepção por parte do cliente e/ou consumidor. Estas técnicas tentam "isolar" as características sensoriais dos alimentos e ao mesmo tempo fornecer informações úteis aos produtores e técnicos de marketing em relação às características sensoriais dos produtos (Lawless e Heymann, 1999).

A análise sensorial emergiu como uma poderosa ferramenta capaz de fornecer informações valiosas em diferentes áreas. Assim, a qualidade de um produto a partir do ponto de vista sensorial tem um significado diferente, dependendo da área onde as técnicas são aplicadas. Desta forma, o marketing avalia os resultados da qualidade em relação ao comportamento dos consumidores perante o produto, ou seja se o adquirem ou não, a investigação e do desenvolvimento centram-se do *design* do produto, e para a produção significa que há um cumprimento das especificações apresentadas para determinado produto (Sanchez e Lorente, 2005).

Os produtos tradicionais, como o presunto, apresentam características especiais, o que obriga à utilização de complexas técnicas sensoriais. Factores como a representatividade das amostras e a variabilidade existe num presunto, e entre pernas de animais diferentes, devem ser tidos em conta no projecto experimental dos testes sensoriais para que se obtenham resultados fiáveis (Sanchez e Lorente, 2005).

### **2.12.1. Métodos sensoriais**

De acordo com Lima (2007), Sanchez e Lorente (2005) e Lyon *et al.* (1992) os métodos utilizados em análise sensorial podem ser classificados em dois grandes grupos: os afectivos, onde se avaliam as preferências e/ou aceitação de um produto, e os analíticos, onde se avaliam as diferenças ou semelhanças, qualidade e/ou quantidade de

características sensoriais de um produto. Por sua vez, os analíticos dividem-se em discriminativos e descritivos. Os discriminativos são testes analíticos que indicam a existência ou não de diferenças entre produtos, podendo indicar também o sentido das diferenças. Estão compreendidos neste tipo de teste o teste de comparação pareada, teste triangular, testes, duo-trio, teste de comparação, entre outros. Quanto aos descritivos que permitem indicar além da possível diferença entre amostras, a magnitude dessas diferenças e a sua caracterização, identificam-se duas fases: uma fase inicial de identificação qualitativa dos atributos, e uma segunda fase quantitativa de atribuição de pontuação para os atributos seleccionados. O conjunto de avaliações ou intensidade de características sensoriais do aspecto, aroma, sabor e textura são conhecidos como perfil sensorial de um produto.

De acordo com Lawless e Heymann (1999) a análise descritiva é a mais sofisticada. Esta técnica permite obter descrição sensorial completa de produtos e ajuda a identificar variáveis do processo de formulação e determinar atributos sensoriais que são importantes do ponto de vista da aceitação do produto. Existem vários métodos de análise descritiva diferentes, que geralmente reflectem diferentes filosofias e abordagens para a descrição sensorial. Normalmente, as técnicas de análise descritiva produzem descrições objectivas em termos de percepção de atributos sensoriais. Dependendo da técnica utilizada, a descrição pode ser mais ou menos rigorosos e mais ou menos qualitativa ou quantitativa. Contudo, este tipo de teste exige que os membros do painel disponham de elevadas capacidades sensoriais e capacidade de reconhecer, memorizar as características do produto, de forma consistente. Isto é conseguido pela selecção adequada e formação contínua de provadores/avaliadores.

### **2.12.2. Avaliação sensorial do presunto**

Perante um mercado cada vez mais exigente, a indústria deve padronizar e classificar os seus produtos, de forma a que os consumidores possam adquirir produtos com qualidade. No caso do presunto, como em outros produtos curados-crús, essa padronização deve passar pelo controlo das matérias-primas, processo de fabrico e controlo do produto final (Sanchez e Lorente, 2005).

No âmbito do controlo da qualidade dos produtos, o objectivo geral é manter a integridade dos mesmos, mesmo quando se efectuam alterações quer ao nível da

formulação dos produtos, quer ao nível do processo de fabrico, para que as características sensoriais intrínsecas dos produtos, se mantenham inalteradas para minimizar a perda de aceitação do produto por parte dos clientes e/ou consumidores.

As características sensoriais do presunto são determinadas principalmente pelas matérias-primas e por uma complicada série de características físicas, químicas, bioquímicas e microbiológicas que ocorrem durante o processo de fabrico, que influenciam o processamento de carne de suíno de tal forma que se obtêm um produto com qualidades bastante distintas da carne original. Desta forma, o aroma e sabor característicos do presunto são difíceis de definir com termos comumente utilizados para a carne (Flores *et al.*, 1997<sup>b</sup>).

As vantagens dos métodos sensoriais como ferramenta do controlo da qualidade é que eles são os únicos métodos que fornecem uma medida directa dos atributos sensoriais e fornecem as informações necessárias para entender a resposta do consumidor. Além de medirem a interacção de vários atributos e fornecerem respostas integradas (por oposição aos métodos instrumentais que forneçam medidas discretas) (Sanchez e Lorente, 2005).

Existem diferentes métodos sensoriais aplicados ao controlo da qualidade. Estes devem ser viáveis em termos financeiros e em termos de amostragem, procedimentos, entre outros. Devem centrar-se em atributos essenciais do ponto de vista do consumidor (e não tentar definir todos os aspectos do produto) e definir claramente a interpretação dos resultados (Sanchez e Lorente, 2005).

De acordo com Aust (1985) os métodos sensoriais mais utilizados em programas de controlo da qualidade sensorial são: métodos de diferenças perante um controlo, no qual os membros do painel indicam o grau de diferença para a amostra de controlo/ referência. O que obriga a que exista sempre uma amostra de controlo. Este método funciona bem para produtos onde se avaliam poucas características sensoriais.

Munoz *et al.* (1988), citados por Sanchez e Lorente (2005) indicam que outro método utilizado no controlo da qualidade é chamado de "método de classificação da qualidade", que consiste em avaliar a qualidade da produção diária por um painel com base na percepção da qualidade de cada provador/avaliador ou critérios de qualidade estabelecidos. As amostras são avaliadas por meio de uma escala de qualidade (por exemplo muito mau a excelente).

Sanchez e Lorente (2005) referem que estes métodos, apesar de serem amplamente utilizadas na indústria, são difíceis de implementar em produtos como o

presunto, porque é um produto complexo, com uma multiplicidade de estímulos sensoriais e que apresenta bastante heterogeneidade, tanto no próprio presunto como entre presuntos diferentes. Por outro lado, o estabelecimento de amostras de controlo/referência reprodutíveis e estáveis ao longo do tempo torna-se bastante difícil.

O método objectivo e que fornece mais informações sobre o controlo de qualidade é o método descritivo, no entanto é mais caro. Contudo, o investimento compensa, uma vez que, neste método, as especificações do produto são claras e concisas (Sanchez e Lorente, 2005; Flores *et al.*, 1997).

Além do uso de metodologias de análise sensorial, utilizando um painel treinado, também podem ser utilizados colaboradores das linhas de produção ou consumidores familiarizados com o produto, capazes de detectar rapidamente os possíveis defeitos presentes nos produtos (Costell e Durán, 1981).

De seguida apresentam-se alguns aspectos considerados por alguns autores como fundamentais para o desenvolvimento do perfil sensorial de presunto:

- Sanchez e Lorente (2005) e Guerrero (2002) consideram que a criação de um desenho experimental adequado, minimiza possíveis erros devido à alta variabilidade que existe em produtos como o presunto, favorecendo a obtenção de resultados fiáveis. As amostras devem ser representativas da produção / lote e devem ser aplicadas técnicas de amostragem.

- A preparação e padronização das amostras e a baixa homogeneidade existente entre amostras de presunto obrigam a ter especiais precauções para que todos os indivíduos envolvidos no painel recebam os mesmos estímulos (Guerrero 2002).

- As diferenças na aparência, devido à heterogeneidade da amostra em si podem ser mascaradas quando necessário, utilizando luzes coloridas (Sanchez e Lorente, 2005; Flores *et al.*, 1997<sup>a</sup>).

- Os descritores incluídos no perfil devem ajudar a descrever as diferenças entre as amostras; (poder discriminativo), não serem redundantes (não correlacionados), e serem tão precisos e específicos quanto possível (Schutz, 1998).

- A utilização de materiais de referência para ilustrar os diferentes atributos utilizados no perfil, a diferentes intensidades, favorece o aumento de conhecimentos por parte do painel. No entanto, em produtos tão diversos como o presunto obter referências reprodutíveis e estáveis ao longo do tempo é uma tarefa complicada. Uma solução parcial para tentar resolver este problema consiste em estabelecer uma única referência para o pico da escala, de modo que quando a intensidade do estímulo for muito elevada,

se minimize a influência da variabilidade da amostragem (Macfie, *et al.*, 1988, citados por Sanchez e Lorente, 2005).

### 2.12.3. Amostragem

O presunto é uma peça complexa, constituída por vários músculos, pele e gordura, o que origina uma grande heterogeneidade. Assim, é essencial definir com precisão a área de amostragem se pretendermos obter resultados reproduzíveis e comparáveis (Guerrero, 2002).

São várias as partes do presunto que podem ser utilizadas para a avaliação sensorial, embora a maioria das publicações científicas utilize os músculos *Biceps femoris* e/ou *Semimembranosus* (ver Quadro 13 abaixo indicado). A utilização de outras áreas ou músculos apresentam diversos inconvenientes, ou são excessivamente pequenos para que se obtenha amostra suficiente para todos os membros do painel, como é o caso por exemplo dos músculos, *Semitendinosus* e *Rectus femoris*, ou são compostos por diversos músculos em que a proporção relativa de cada um deles em cada fatia sucessiva que se obtêm é diferente (Guerrero *et al.*, 2005).

O uso dos músculos *Semimembranosus* e/ou *Biceps femoris* tem vantagens claras sobre outros músculos. Pois, ambos os músculos representam uma percentagem elevada da massa muscular total. Sendo o *Semimembranosus* um músculo externo e o *Biceps femoris* um músculo interno são reflectidas tanto as propriedades sensoriais mais influenciadas pelas condições do processo tecnológico, como as mais influenciada pelas características próprias do animal que deu origem à matéria-prima (Arnau, 1991, citado por Guerrero *et al.*, 2005).

Para se obter uma boa caracterização sensorial do presunto, devem ser analisados ambos os músculos em separado, porque ambos apresentam propriedades claramente distintas, como a textura (Guerrero *et al.*, 2004<sup>a</sup>; Guerrero *et al.*, 1999) o aroma e o sabor (Andres *et al.*, 2004; Arnau, 1991). Guerrero *et al.* (2005) consideram que para se obterem amostras de ambos os músculos o mais homogêneas possível de uma forma simples, é aconselhável fazer duas secções transversais do presunto, obtendo uma espessura de corte de 10-15 cm perpendicular ao eixo longitudinal do fémur (ver Figura 5 nos Materiais e métodos). Para facilitar a obtenção desta parte central do presunto, deve haver uma desossa prévia, de forma a remover o osso da bacia e o fémur. Os

membros do painel podem fazer a avaliação sensorial relativa aos atributos visuais sobre este corte central de 10-15 cm, ou podem fazê-lo sobre as fatias individuais que lhes vão ser apresentadas quando fizerem a avaliação sensorial no seu todo. No entanto, tendo em conta que a estabilidade de alguns parâmetros visuais como cor, não é muito elevada e que a percepção de alguns desses atributos pode variar se uma fatia é mais grossa ou mais fina é aconselhável fazer a avaliação visual imediatamente após o corte do presunto (Isabel *et al.*, 1999).

#### 2.12.4. Perfil descritivo

Tentar chegar a um perfil descritivo é provavelmente a tarefa mais difícil na descrição de qualquer metodologia sensorial (Arnau, 1991). É claro que em cada caso, e dependendo dos objectivos a serem alcançados com o perfil, podem existir variações substanciais (Guerrero *et al.*, 2005). Assim, se examinarmos a bibliografia existente pode-se considerar uma grande variedade de atributos em função dos objectivos de cada estudo. No Quadro 13 apresenta-se um resumo de tipos de amostra e atributos descritos na bibliografia para a avaliação sensorial do presunto.

Enfim, apesar das muitas possibilidades, devem ser definidos um conjunto de atributos-chave ou padrão que possam constituir a base do perfil, ou seja, o mínimo de atributos que este deve conter (Sanchez e Lorente, 2005).

**Quadro 13** – Tipos de amostra e atributos descritos na bibliografia para a avaliação sensorial do presunto.

<b>Autores</b>	<b>Preparação da amostra</b>	<b>Atributos sensoriais utilizados</b>
Berdague <i>et al.</i> (1993)	Amostras de <i>Biceps femoris</i> .	Aroma: Salgado, aroma de presunto, aroma de carne crua, aroma de gordura, aroma de carne, rancidez e persistencia de aroma a presunto.
Careri <i>et al.</i> (1993)	Fatias com 1 mm de espessura da zona central do presunto: <i>Biceps femoris</i> , <i>Semimembranosus</i> , <i>Semitendinosus</i> .	Aroma: Curado. Sabor: salgado, ácido, amargo, manteiga, carne crua.
Buscailhon <i>et al.</i> (1994)	Parte final do Músculo <i>Biceps femoris</i> .	Aspecto geral: Firmeza, seco, fibroso, branco. Aroma: presunto curado. Sabor: salgado, ácido, cura, a presunto curado, a carne fresca, a gordura, ranço e metálico depois de engolir a amostra.

**Quadro 13** (Continuação) – Tipos de amostra e atributos descritos na bibliografia para a avaliação sensorial do presunto.

Autores	Preparação da amostra	Atributos sensoriais utilizados
Parolari <i>et al.</i> (1994)	Fatias com 1 mm de espessura da zona central do presunto: <i>Biceps femoris</i> , <i>Semimembranosus</i> , <i>Semitendinosus</i> .	Textura: Dureza.
Parolari, (1994)	Fatias com 1 mm de espessura da zona central do presunto: <i>Biceps femoris</i> , <i>Semimembranosus</i> , <i>Semitendinosus</i> .	Sabor: Salgado, curado, ácido, amargo, manteiga, carne fresca.
Buscailhon <i>et al.</i> (1995)	Fatia perpendicular ao fêmur, na zona central. Avaliação no Músculo <i>Biceps femoris</i> .	Aspecto geral: Cor da fatia inteira, intensidade e homogeneidade. Intensidade do Aroma: aroma a presunto curado, a carne crua, a carne curada, a gordura e a ranço, sabor a presunto, salgado e ácido. Textura: firmeza, seca, mole e fibrosa.
Gou <i>et al.</i> (1995)	Fatias com 2 mm de espessura da zona central do presunto: <i>Biceps femoris</i> , <i>Semimembranosus</i> , <i>Semitendinosus</i> .	Aspecto geral: Cor branca da gordura subcutânea, cor escura da carne magra no músculo <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> , brilho no <i>Biceps femoris</i> , e cor pálida nos músculos <i>Biceps femoris</i> , <i>Semimembranosus</i> e <i>Semitendinosus</i> . Textura Sobre o <i>Biceps femoris</i> : dureza, coesividade, pastosidade, adesividade, Sabor: salgado, picante e amargo.
Hinrichsen e Pedersen (1995)	Fatias com 1 mm de espessura da zona central do presunto: <i>Biceps femoris</i> , <i>Semimembranosus</i> , <i>Semitendinosus</i> .	Sabor: Frutos secos, queijo, carne crua, gordura, salgado, ranço.
Virgili <i>et al.</i> (1995)	Fatias com 2 mm de espessura cortadas na perpendicular do presunto, na zona central: <i>Biceps femoris</i> , <i>Semimembranosus</i> , <i>Semitendinosus</i> .	Sabor: Salgado, presunto curado, amargo. Textura: dureza. Aparência: veio branco, descoloração.
Chizzolini <i>et al.</i> (1996)	Presunto desosado, dividido em quartos. A avaliação realiza-se sobre a amostra recém cortada.	Aspecto geral: Cor vermelha no <i>Semimembranosus</i> , <i>Semitendinosus</i> e <i>biceps femoris</i> , homogeneidade da cor no <i>Semimembranosus</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Semitendinosus</i> , bitonalidades no <i>Semitendinosus</i> . Textura: firmeza da carne magra.

**Quadro 13** (Continuação) – Tipos de amostra e atributos descritos na bibliografia para a avaliação sensorial do presunto.

<b>Autores</b>	<b>Preparação da amostra</b>	<b>Atributos sensoriais utilizados</b>
Guerrero <i>et al.</i> (1996)	Fatias de 10 cm de espessura, cortada na perpendicular ao fémur na zona central. Avaliação sobre fatias de 2 mm de espessura no músculo <i>Biceps femoris</i> .	Aspecto geral: Brilho, palidez e conformação. Textura: pastosidade, coesividade, <i>Flavour</i> : intensidade do <i>flavour</i> a cura, salgado, picante, bolor.
Arnau <i>et al.</i> (1998)	Fatias com 2 mm de espessura cortadas na zona central do presunto. Avaliação no músculo <i>Biceps femoris</i> (BF).	Textura: Dureza, coesividade, pastosidade, adesividade. Aspecto geral: Brilho Sabor: Salgado.
Sánchez e Arnau (1998)	Fatias com 2 mm de espessura cortadas na zona centra, na perpendicular do presunto: <i>Biceps femoris</i> (BF), <i>Semimembranosus</i> (SM), <i>Semitendinosus</i> (ST).	Sabor: Salgado e picante. Textura: dureza, pastosidade, coesividade Aspecto geral: Brilho, véu Branco e cristais de tirosina.
Armero <i>et al.</i> (1999)	Fatias de 3 mm de espesura, cortadas na zona central do presunto, na perpendicular do osso.	Aroma : Gordura, especiarias, noz, ranço, carne crua, carne de suíno cozida). Sabor: amargo, ácido, salgado, adstringente, <i>umami</i> , Aspecto geral: homogeneidade da color, palidez, cristais de tirosina), Aceitabilidade global.
Coutron <i>et al.</i> (1999)	Fatias de 3 mm de espesura, cortadas na zona central do presunto, na perpendicular do osso. Avaliação no músculo <i>Biceps femoris</i> .	Aspecto geral: Vermelho, pálido, brilho. Sabor : salgado, amargo. Aroma: ranço, presunto curado, frutado, gordura, manteiga, frutos secos, queijo, pés. Textura: fibrosidade.
García-Garrido <i>et al.</i> (1999)	Fatias com 5-10 cm de espessura Com os músculos <i>Semimembranosus</i> e <i>Biceps femoris</i> .	Aspecto geral: Pastosidade, uniformidade da cor, encortiçado, manchas brancas (tirosina).
Soriano <i>et al.</i> (2001)	Cubos de 2mm de espessura e de 2,5 x 7 cm do músculo <i>Biceps femoris</i> .	Aroma: presunto curado e defeitos do aroma. Aspecto geral: atributos e defeitos visuais, intensidade da cor da carne magra, esverdeado, alos brancos. Atributos e defeitos de textura: dureza, suculência, mastigabilidade, pastosidade. Sabor: salgado, presunto curado, defeitos de sabor.

**Quadro 13** (Continuação) – Tipos de amostra e atributos descritos na bibliografia para a avaliação sensorial do presunto.

Autores	Preparação da amostra	Atributos sensoriais utilizados
Fernández <i>et al.</i> (2002)	Avaliação de fatias inteiras extraídas da parte maior do presunto.	Aspecto geral: coesividade entre músculos, aspecto da gordura dorsal, cor amarela da gordura, esverdeado, intensidade da cor vermelha do músculo, homogeneidade da cor do músculo, áreas de cor anormal. Aroma e <i>flavour</i> : intensidade de aroma, intensidade de <i>flavour</i> e sabor salgado. Textura: suculência, mole, suavidade.
Lebret <i>et al.</i> (2002)	Fatias completas de 0,5 cm de espessura.	Aspecto geral: homogeneidade da cor da carne magra, intensidade da cor da carne magra, esverdeado, cor da gordura, coesão ao corte. Textura: Fibrosidade e coesividade. <i>Flavour</i> : intensidade do <i>flavour</i> da carne magra, intensidade do <i>flavour</i> da gordura, sabor salgado, ranço.
Bañon <i>et al.</i> (2003)	Fatias de 2 mm de espessura. Avaliação dos músculos <i>Semimembranosus</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Quadriceps femoris</i> .	Aspecto geral: Esverdeado, mole, granulidade. Aroma: aroma a macho e salgado. Sabor: Salgado e sabor a macho. Textura: coesividade, intensidade.
Carrapiso <i>et al.</i> (2003)	Fatias extremamente finas.	Aspecto geral: da gordura (amarelo, rosado), aspecto da carne magra (vermelho, brilhante, esverdeado). Aroma: cura, ranço torrado, bolor e pútrido. Textura: da gordura (dureza), textura da carne magra (dureza, secura, fibrosidade, coesividade). Sabor: salgado, doce, amargo.
González <i>et al.</i> (2003)	Fatias de <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> .	Aspecto geral: Cor, quantidade de gordura, intensidade da cor, qualidade olfactiva, Sabor: salgado, ácido, velho, qualidade gustativa, Aroma: salgado, ácido, velho. Textura: dureza, mole, fibrosidade. Impressão global.
Pastorelli <i>et al.</i> (2003)	Fatias de 1 mm de espessura.	Aspecto geral: Cor vermelha, cor branca da gordura. Aroma: Ranço, cura, salgado e seco. Sabor: Ranço, cura, salgado e seco.
García-Rey <i>et al.</i> (2004)	Fatias de músculo <i>Biceps femoris</i> extraídas 5 cm abaixo do osso do quadril.	Aspecto geral: Pastosidade, mole, cor, falta da cor típica de presunto, encortiçado, manchas brancas de tirosina.
Cilla <i>et al.</i> (2005)	Fatias com 1,5 mm de espessura cortadas na zona centra, na perpendicular do presunto: <i>Biceps femoris</i> , <i>Semimembranosus</i> ,	Aspecto geral: Cor do ( <i>Biceps femoris</i> ), Cor do ( <i>Semimembranosus</i> ), homogeneidade da cor, cor da gordura intramuscular nos músculos ( <i>Biceps femoris</i> ) e ( <i>Semimembranosus</i> ), Aroma: presunto curado, gordura. Sabor: Salgado e ranço. Textura: Dureza, fibrosidade, adesividade, coesividade, mastigabilidade. Aceitabilidade geral.

**Quadro 13** (Continuação) – Tipos de amostra e atributos descritos na bibliografia para a avaliação sensorial do presunto.

<b>Autores</b>	<b>Preparação da amostra</b>	<b>Atributos sensoriais utilizados</b>
Cilla <i>et al.</i> (2006)	Fatias com 1,5 mm de espessura cortadas na zona centra, na perpendicular do presunto: <i>Biceps femoris</i> , <i>Semimembranosus</i> , <i>Semitendinosus</i> .	Textura: Dureza, fibrosidade, adesividade, coesividade, mastigabilidade. Aceitabilidade geral.
Pham <i>et al.</i> (2008)	Fatias com 1,5 mm de espessura cortadas na zona centra, na perpendicular do presunto: <i>Biceps femoris</i> , <i>Semimembranosus</i> , <i>Semitendinosus</i> .	Aroma: Bolor, caramelo, fermentação, fumo e picante. Sabor: Cura, ranço, salgado, picante, adstringente e carne crua. Textura: Dureza, fibrosidade, adesividade, coesividade, mastigabilidade. Aspecto geral: homogeneidade da cor e marmoreado.
Resano <i>et al.</i> (2010)	Fatias com 1,5 mm de espessura cortadas na zona centra, na perpendicular do presunto: <i>Biceps femoris</i> , <i>Semimembranosus</i> , <i>Semitendinosus</i> .	Aspecto geral: Cor da gordura, cor da carne magra, e homogeneidade da gordura. Arma: presunto curado e bolor. Sabor: Salgado, presunto curado e acido. Textura: Dureza, fibrosidade, adesividade, coesividade, pastosidade Aceitabilidade geral.

### 2.12.5. Atributos visuais

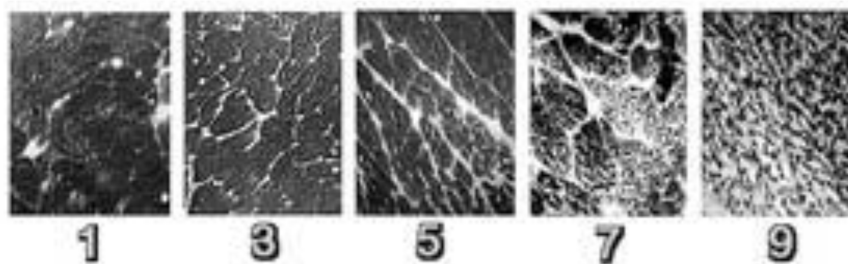
Tal como acontece com a maioria dos produtos, um exame visual do presunto pode fornecer algumas informações sobre o processo tecnológico utilizado. Em toda a peça podem ser avaliados aspectos como a sua forma, superfície rugosa/enrugada, espessura de gordura subcutânea, a presença de rachas na articulação coxo-femoral e no músculo *Adductor* e a presença de precipitados, entre outros. Em qualquer caso, estes atributos que podem ser avaliados no presunto inteiro, não são fáceis de padronizar, dada a variedade de formas e tamanhos disponíveis no mercado (Guerrero *et al.*, 2005).

De acordo com Guerrero *et al.* (2005) e Guerrero *et al.* (2004<sup>b</sup>) nos cortes transversais do presunto ou nas fatias provenientes desse corte transversal podem ser avaliadas as seguintes características básicas:

- Intensidade da cor: avaliação da luminosidade (claro/escuro) da cor vermelha de forma independente para os músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus*;
- Homogeneidade da cor: uniformidade da cor em toda a secção, ou seja não se faz uma avaliação independente entre músculos;

- Gordura intramuscular: avaliação da quantidade de gordura intramuscular. Deve ser realizada em separado para os músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus*.

Na Figura 2 mostra-se um exemplo de uma escala de referência para a gordura intramuscular de presunto;



**Figura 2** - Exemplo de uma escala de referência para a gordura intramuscular (marmoreado) do presunto (Guerrero *et al.*, 2004<sup>b</sup>).

#### **2.12.6. Atributos de cheiro, sabor e *flavour***

Estes características são sem dúvida as mais difíceis de aludir. Para a maioria destes atributos, não existem referências suficientemente adequadas para permitir avaliar a propriedade quer em termos de qualidade quer em termos de quantidade (Guerrero *et al.*, 2005).

De acordo com os mesmos autores como os atributos normalmente associados ao cheiro ao sabor e/ou ao *flavour* são os mesmos, estes devem ser avaliados em conjunto, para simplificar o perfil e reduzir o número de atributos a avaliar. Desta forma, apresentam-se os seguintes atributos negativos (defeitos) relativos ao aroma, sabor e/ou *flavour*:

- Humidade: cheiro e *flavour* a lugar fechado, húmido e pouco ventilado.
- Fungos: cheiro e *flavour* a bolor semelhante ao produzido por 2-metil isoborneol e 1-octen-3-ol.
- Animal: cheiro e *flavour* a animal.
- Escatol: cheiro e *flavour* a esterco/estrume.
- Floral: cheiro e *flavour* semelhante a determinadas flores, similar ao produzido pelo fenilacetaldéido (acidificado).

- Avinagrado: cheiro e *flavour* ligeiramente irritante, por vezes pode lembrar o ácido acético.
- Ranço: cheiro e *flavour* a ranço (oxidação dos lípidos).
- Metálico: cheiro e *flavour* que por vezes faz lembrar sangue. Pode usar-se como referência uma solução de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  com uma concentração de 0.016g/L.

Como atributos positivos poder-se-iam incluir:

- Cura prolongada (*vintage*): rancidez incipiente agradável e característica da gordura interna do presunto submetido a um longo processo de cura.
- Frutos secos: cheiro e *flavour* a frutos secos, principalmente avelã.
- Cura: cheiro e *flavour* complexos formados por vários atributos, que se vão desenvolvendo ao longo do processo de maturação, pode incluir notas de manteiga, queijo, cogumelos entre outros.
- Doce: sabor procedente da degradação das proteínas e lípidos. Pode usar-se como referência a sacarose.
- Salgado: sabor básico produzido por NaCl.
- Amargo: sabor básico que se percebe na parte posterior da língua e, no caso do presunto pode ser referenciado por uma solução de L-Triptofano a 0,1%.
- Ácido: sabor característico de alguns presuntos e enchidos fermentados, que podem ocorrer quando a cura destes produtos é feita de forma rápida (Arnau, 2000).
- *Umami*: sabor típico do glutamato monossódico (intensificador de sabor) e de alguns nucleótidos. Certos aminoácidos e péptidos também podem conferir esta sensação.

### 2.12.7. Atributos da textura

De acordo com Brandt *et al.* (1963) a textura é uma propriedade sensorial multidimensional que é detectada pelos sentidos do tacto, visão e audição, e que ocorre principalmente quando o alimento sofre deformação. Mais recentemente Szczesniak (2002) define a textura como a manifestação sensorial e funcional das propriedades estruturais, mecânicas e superfícies dos alimentos, detectada por meio dos sentidos da

visão, audição, tacto e cinestesia. O mesmo autor refere que esta definição leva a importantes conceitos, tais como:

- a) A textura é uma propriedade sensorial, portanto, apenas um ser humano ou um animal a pode perceber. Os instrumentos de medição da textura, só podem detectar e quantificar certos parâmetros físicos, devendo estes ser interpretados em termos de percepção sensorial;
- b) É um atributo multiparamétrico;
- c) Deriva da estrutura dos alimentos (molecular, microscópica e macroscópica);
- d) Pode ser detectada por vários sentidos, sendo o tacto o mais importante.

Para medir a dimensão das suas propriedades mecânicas, geometrias e de composição comumente são utilizados métodos baseados na análise de perfil de textura (Brandt *et al.*, 1963), que permitem avaliar cada um dos descritores e a ordem em que aparecem desde a primeira mordida, passando pela mastigação até à fase residual (Arnau, 2000).

A textura do presunto depende em certa medida da matéria-prima: conteúdo de gordura intramuscular (Virgili *et al.*, 1998; Guerrero *et al.*, 1996), composição da mesma (Flores *et al.* 1985), pH (Guerrero *et al.*, 1999; Arnau *et al.*, 1998), potencial proteolítico (Virgili *et al.*, 1995; Parolari *et al.*, 1994), tipo de polimento (Gou *et al.*, 2000), reticulação do colagénio e pelo processo de maturação utilizado: sal (Arnau *et al.*, 1998; Arnau *et al.*, 1997), temperatura (Arnau *et al.*, 1997; Parolari *et al.*, 1994), oxidação das gorduras (Sánchez e Arnau, 2000), e intensidade da secagem (Arboix, 2000).

A textura representa um aspecto fundamental na maioria dos alimentos e o presunto não é excepção. Existem inúmeros atributos sensoriais que permitem a sua caracterização dos quais podem ser destacados (Guerrero *et al.*, 2005):

- Adesividade: adesão do produto no palato após ser comprimido pela língua.
- Dureza: resistência à mastigação durante a primeira mordida (dentada) do produto com os molares.
- Coesividade: facilidade com que o produto se decompõe em pedaços mais pequenos durante a mastigação.
- Pastosidade: sensação de celulose na boca semelhante à produzida por uma mistura de farinha e água durante a mastigação.

- Fibrosidade: percepção de fibras da carne durante a mastigação.

## 2.13. Métodos utilizados para a determinação da textura

Correia (2004), e Scout-Blair (1958), citado por Ramirez (2005) classificam os métodos instrumentais para medir a textura em três grupos:

Métodos fundamentais: São utilizados para medir propriedades reológicas fundamentais como a viscosidade, o módulo de elasticidade e a reacção de *Poison*.

Dentro deste grupo, os ensaios mais comuns são os de relaxação e os de compressão - descompressão.

Geralmente estão um pouco correlacionados com as medidas sensoriais, que não são realizadas em condições ambientais de consumo (Bourne, 1982, citado por Ramirez 2005).

Métodos empíricos: Medem parâmetros normalmente pouco definidos do ponto de vista reológico. Dentro deste grupo, os ensaios mais comuns são os de penetrometria, punção, compressão e de corte. Estes métodos medem propriedades dos produtos que frequentemente são mal definidas para além de serem de difícil expressão. Os resultados obtidos são normalmente característicos para as condições experimentais utilizadas.

Métodos imitativos: Tentam imitar as condições em que se encontram os alimentos na boca dos consumidores. Dentro deste grupo, a análise do perfil de textura do inglês *Texture Profile Analysis*, vulgarmente conhecido como ensaio TPA é o método que nos últimos anos tem sido mais utilizado para avaliar todo o tipo de géneros alimentícios (Lachwicz *et al.*, 1997, citados por Correia, 2004; Pons e Fiszman, 1996).

O ensaio TPA foi desenvolvido pela *General Foods* na década de 60 durante os estudos de correlação entre a avaliação sensorial e as medidas instrumentais da textura dos alimentos (Szczeniak, 1963). Este método baseia-se na realização de dois ciclos de compressão sucessivos sobre os alimentos, imitando a acção das mandíbulas (ver Figura 3 abaixo indicada). A partir da curva obtida calculam-se os diferentes parâmetros indicados no Quadro 14 abaixo indicado. Nesse quadro também são apresentadas as definições sensoriais, instrumentais e as unidades de medida dos respectivos parâmetros. Além, dos métodos reológicos, existem outros métodos úteis para avaliar a textura em carne e produtos cárneos. Llull *et al.* (2002), Lewis (1993) e Boyar e Kilcast (1986), citados por Ramirez (2005), defendem respectivamente, os métodos baseados na

velocidade dos ultra-sons, os métodos químicos e microscópicos e os métodos fisiológicos. Contudo, os principais métodos e equipamentos utilizados na análise da textura de presunto, estão indicados no Quadro 15 abaixo indicado. O Quadro 16 abaixo indicado mostra os principais parâmetros avaliados na análise da textura do presunto, obtidos recorrendo ao ensaio TPA pelos autores consultados na bibliografia.

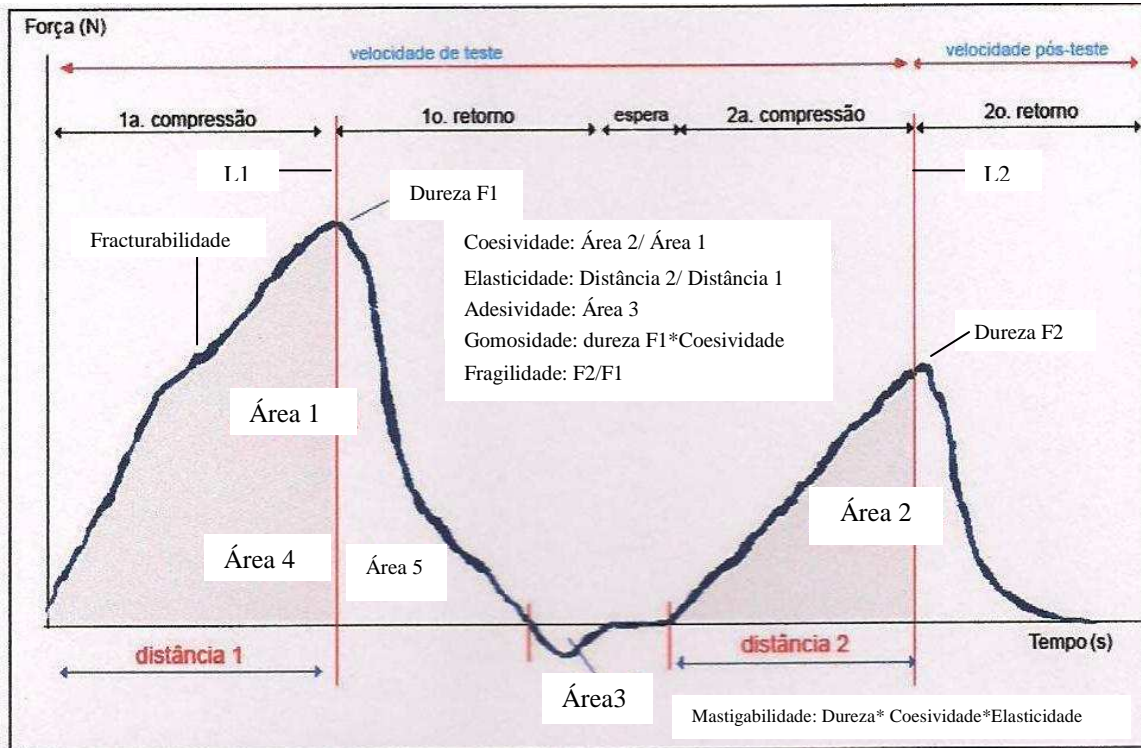
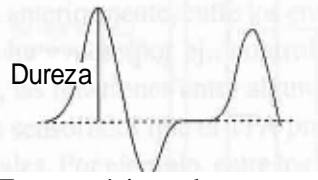
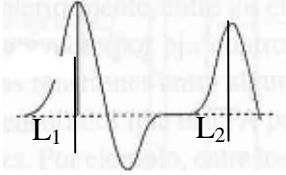
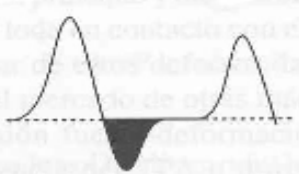
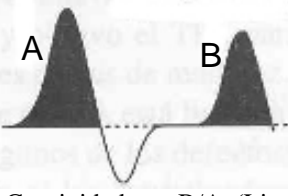
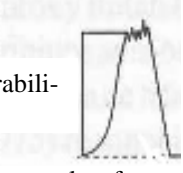


Figura 3 - Curva típica obtida no teste TPA e respectivos parâmetros de textura Sanchez (2009).

Quadro 14 - Parâmetros medidos no ensaio TPA e a sua relação com as características sensoriais.

Parâmetros	Definição sensorial	Definição Instrumental	Unidades
Propriedades primárias Dureza	Resistência à mastigação durante a primeira mordida (dentada) do produto com os molares (Guerrero, <i>et al.</i> , 2005). Força requerida para comprimir um alimento entre os molares (Civille e Szczesniak, 1973, citados por Ramirez, 2005).	 Força máxima durante o primeiro ciclo de compressão (Bourne, 1978, citado por Ramirez, 2005)	kg, g, N (Lima, 2007; Rosenthal, 1999)

**Quadro 14** (Continuação) - Parâmetros medidos no ensaio TPA e a sua relação com as características sensoriais.

Parâmetros	Definição sensorial	Definição Instrumental	Unidades
Elasticidade	A dimensão da extensão, após um alimento ser comprimido, quando este retorna ao tamanho original, aquando da retirada da força que lhe foi aplicada (Roshenthal, 1999; Szczesniak, 1963).	 <p>Elasticidade <math>L2 / L1</math> (Bourne, 1987) ou Distância 2/Distância1 como indicado no Figura 3 acima indicada (Sanchez (2009))</p>	Adimensional (Roshenthal, 1999)
Adesividade	Trabalho necessário para vencer as forças de atracção entre a superfície do alimento e as superfícies com as quais este entra em contacto (Lima, 2007). Adesão do produto no palato após ser comprimido pela língua (Guerrero <i>et al.</i> , 2005).	 <p>Área abaixo da linha de força zero (Lima, 2007; Roshenthal, 1999)</p>	Não existem medidas reais para este parâmetro
Coesividade	Facilidade com que o produto se decompõem em pedaços mais pequenos durante a mastigação (Guerrero, 2005). Força de ligações internas que definem a estrutura dos alimentos (Lima, 2007; Szczesniak, 1963)	 <p>Coesividade = <math>B/A</math> (Lima, 2007; Roshenthal, 1999)</p>	Adimensional (Lima, 2007; Roshenthal, 1999)
<b>Propriedades secundárias</b> Fracturabilidade	Força necessária à fractura do material (nem sempre existe) (Lima, 2007; Civille e Szczesniak, 1973, citados por Ramirez, 2005).	 <p>Fracturabilidade Força com a qual se fractura o alimento (Lima, 2007; Roshenthal, 1999)</p>	kg, g, N (Lima, 2007; Roshenthal, 1999)
Mastigabilidade	A energia necesaria para desintegrar um alimento sólido até que esteja pronto para ser engolido (Lima, 2007; Civille e Szczesniak, 1973, citados por Ramirez, 2005).	= Dureza F1 * Coesividade * Elasticidade (Lima, 2007; Roshenthal, 1999)	kg ou N
Gomosidade	A energia necesaria para desintegrar um alimento semi-sólido até que esteja pronto para engolido (Lima, 2007; Civille e Szczesniak, 1973, citados por Ramirez, 2005).	= Dureza F1 * Coesividade (Lima, 2007; Roshenthal, 1999)	kg ou N

**Quadro 14** (Continuação) - Parâmetros medidos no ensaio TPA e a sua relação com as características sensoriais.

Parâmetros	Definição sensorial	Definição Instrumental	Unidades
Fragilidade	Razão entre as duas durezas (Lima, 2007)	F2/F1	Adimensional (Lima, 2007; Roshenthal, 1999)

**Quadro 15** - Equipamentos e métodos utilizados na análise da textura de presunto.

Autores	Equipamento (Modelo)	Método
Guerrero <i>et al.</i> (1999)	TA-XT2 INSTRON4301 INSTRON4301 INSTRON4301	TPA Warner-Bratzler Penetração Compressão
Tabilo <i>et al.</i> (1999)	TA-XT2	TPA
Bonilla <i>et al.</i> (2002), citados por Ramirez (2005)	TA-XT2i	TPA
Correia (2004)	MTS-RT/5	TPA
Ramirez (2005)	TA-XT2	TPA
Serra <i>et al.</i> (2005)	TA-XT2	TPA
Costa <i>et al.</i> (2008)	TA-XT2	TPA
Hernández (2009)	TA-XT2	TPA
Sastre (2009)	TA-XT2	TPA

**Quadro 16** - Parâmetros avaliados na análise da textura de presunto, obtidos recorrendo ao ensaio TPA.

Autores	Parâmetros
Guerrero <i>et al.</i> (1999)	Dureza Adesividade Pastosidade Esmigalhamento
Tabilo <i>et al.</i> (1999)	Dureza Coesividade Mastigabilidade Adesividade
Correia (2004)	Dureza Coesividade Elasticidade
Serra <i>et al.</i> (2005)	Dureza Coesividade Mastigabilidade Elasticidade
Costa <i>et al.</i> (2008)	Dureza Coesividade Mastigabilidade Adesividade

**Quadro 16** (Continuação) - Parâmetros avaliados na análise da textura de presunto, obtidos recorrendo ao ensaio TPA.

Autores	Parâmetros
Hernández (2009)	Dureza Coesividade Mastigabilidade Elasticidade Adesividade

## 2.14. Atributos da cor

A cor do presunto é uma característica que se junta a outras, e, que, em conjunto, definem a aparência do presunto. A aparência é importante porque é praticamente o único critério que o/s cliente/s e/ou consumidore/s pode/m utilizar para avaliar a aceitabilidade do presunto no acto de compra. A avaliação ou medição da cor pode fazer-se através de diversos métodos, subjectivos e objectivos. Os métodos mais frequentemente utilizados são baseados no sistema CIE LAB ou  $L^* a^* b^*$  (*Comission Internationale de l'Eclairage*, 1978). Entre os equipamentos mais usados para medir a cor do presunto estão os colorímetros Minolta (Parolari *et al.*, 2005), como o utilizado no presente estudo; provavelmente, devido às elevadas correlações observadas entre a avaliação subjectiva e as medições objectivas da cor utilizando o sistema CIE LAB (Jeremiah *et al.*, 1972).

Lima (2007) refere que o método CIE LAB tem como base a teoria de que a cor é definida com a combinação de três cores primárias (azul, verde e vermelho). Este método foi criado a partir de alguns testes que foram feitos para determinar a sensibilidade média de diversos observadores reais a partir dos quais foram definidas curvas de sensibilidade para cada uma das cores primárias. Aos valores médios de X (vermelho), Y (verde) e Z (azul) foi dado o nome de “valores triestímulos”. Para tornar a resposta mais fácil de interpretar, estes valores são usualmente convertidos para o denominado sistema CIELab, que nos dá as coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e é o sistema actualmente aceite a nível mundial. Os colorímetros são equipamentos que permitem a medição destas coordenadas, com exactidão, a partir das quais se pode detectar as diferenças de cor.

O sistema CIELab define o espaço com coordenadas rectangulares ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) conjuntamente com outras coordenadas cilíndricas ( $L^*$ ,  $C^*$ ,  $H^\circ$ ) onde (Lima, 2007; Warriss, 1996; Murray, 1995):

- $L^*$  mede a variação da luminosidade entre o preto (0) e o branco (100);
- $a^*$  é uma coordenada da cromaticidade que representa a quantidade de croma ou cor em plano cromático, e define a cor vermelho para valores positivos e a cor verde para valores negativos;
- $b^*$  é uma coordenada da cromaticidade que representa a quantidade de croma ou cor em plano cromático, e define a cor amarela para valores positivos e a cor azul para valores negativos;
- $C^*$  corresponde à pureza, saturação, croma ou quantidade de cor e quanto mais forte e brilhante é a cor, mais afastado está da origem das coordenadas;
- $H^\circ$  corresponde à tonalidade, e é representada por um ângulo entre  $0^\circ$  a  $360^\circ$ . Os ângulos entre  $0^\circ$  e  $90^\circ$  representam os vermelhos, laranja e amarelo, os de  $90^\circ$  a  $180^\circ$  são os amarelos, amarelos-verdes e os verdes, os de  $180^\circ$  a  $270^\circ$  são os verdes, *cyans* (azul-verde) e azuis, de  $270^\circ$  a  $360^\circ$  são os azuis, magenta e novamente os vermelhos.

## **3. OBJECTIVOS E MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1. Objectivos**

Neste trabalho propusemo-nos testar concentrações de cloreto de sódio (NaCl), mais baixas que as correntemente utilizadas na produção de presunto nas formulações actuais, substituindo-o parcialmente por cloreto de potássio (KCl), indo de encontro ao aumento da procura por parte do consumidor de alimentos mais saudáveis.

Considerando o KCl como uma alternativa ao NaCl, pretendeu-se avaliar se a substituição parcial deste por KCl (25% na proporção molar) pode dar origem a uma alternativa tecnologicamente viável, mediante investigação dos efeitos produzidos pela alteração tecnológica proposta, nas características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais do presunto.

### **3.2. Materiais e métodos**

#### **3.2.1. Materiais**

##### **3.2.1.1. Matéria-prima (pernas frescas)**

As pernas de porco utilizadas nestes ensaios são provenientes de suínos brancos abatidos num matadouro de Toledo (Espanha) no dia 15 de Janeiro de 2010, foram transportadas num veículo com sistema de refrigeração (0°-5°C).

De um universo de aproximadamente 1500 pernas retiraram-se 40 aleatoriamente.

##### **3.2.1.2. Outros ingredientes**

###### ***Pré-salga, formulação comum (100% NaCl)***

Neste ensaio foram utilizados os seguintes ingredientes:

- Mix pré-preparado, que representou 50% (m/m) da mistura, composto por cerca de 55% de sal, 20% de açúcar, 15% de Antioxidantes: E-301 (ascorbato de sódio) e E-331 (citrato de sódio) e 10% de Conservantes: E-252 (nitrito de potássio) e E-250 (nitrito de sódio); de acordo com o fabricante, a dose recomendada a aplicar é de 10g/kg de carne.

- Sal refinado comercial grosso (NaCl), que representou 25% (m/m) da mistura global a utilizar na pré-salga das pernas.

- Sal refinado comercial fino (NaCl), que representou 25% (m/m) da mistura global a utilizar na pré-salga das pernas.

#### ***Pré-salga, formulação alternativa (75% NaCl + 25%KCl)***

Neste ensaio foram utilizados os seguintes ingredientes:

- Mix pré-preparado, que representou 50% (m/m) da mistura, composto por 50% de sal, 20% de açúcar, 15% de antioxidantes: E-331 (ascorbato de sódio) e E - 301 (citrato de sódio) e 10% de conservantes: E - 252 (nitrito de potássio) e E - 250 (nitrito de sódio); de acordo com o produtor, a dose recomendada a aplicar é de 10g/kg produto.

- Mistura salina que representou os restantes 50% (m/m) da mistura utilizada na pré-salga, cuja composição molar foi previamente definida em 75% NaCl e 25% KCl e que corresponde na composição centesimal ponderal, a 70,16% (m/m) NaCl e 29,84% (m/m) KCl. Para o efeito utilizou-se:

- Sal refinado comercial grosso (NaCl), que representou 17,54% (m/m) da mistura global a utilizar na pré-salga das pernas.

- Sal refinado comercial fino (NaCl), que representou 17,54% (m/m) da mistura global a utilizar na pré-salga das pernas.

- Cloreto de potássio (KCl), que representou 14,92% (m/m) da mistura global a utilizar na pré-salga das pernas.

#### ***Salga, formulação comum (100% NaCl)***

Neste ensaio foram utilizados os seguintes ingredientes:

- Sal refinado comercial grosso novo (NaCl). Representou 12,26% (m/m) da mistura global a utilizar na salga das pernas.

- Sal refinado comercial grosso usado (NaCl). Representou 87,74% (m/m) da mistura global a utilizar na salga das pernas.

#### ***Salga, formulação alternativa (75% NaCl + 25%KCl)***

- Mistura salina na proporção molar e mássica já indicada. Nesta mistura utilizou-se sal comum na proporção ponderal de 12,27% para sal novo e 87,73% para sal usado, além do cloreto de potássio. Para o efeito utilizou-se:

- Sal refinado comercial grosso novo (NaCl). Representou 8,61% (m/m) da mistura global a utilizar na salga das pernas.

- Sal refinado comercial grosso usado (NaCl). Representou 61,55% (m/m) da mistura global a utilizar na salga das pernas.

- Cloreto de potássio (KCl). Representou 29,84% (m/m) da mistura global a utilizar na salga das pernas.

### **3.2.2. Métodos**

#### **3.2.2.1. Caracterização da matéria-prima (pernas frescas)**

##### ***Parâmetros físicos***

##### ***Medição do peso individual de cada perna***

As pernas foram pesadas individualmente numa balança DIGI DS-700.

##### ***Medição da temperatura muscular das pernas no acto da recepção das mesmas***

Ao ser alcançada a estabilização do valor da mesma, esta foi registada, em duplicado (no mesmo local e no mesmo momento de medição do valor do pH), a cerca de 5 centímetros de profundidade, com a sonda de medição da temperatura do potenciómetro (ver *Medição do valor do pH individual de cada perna* abaixo indicado). A sonda da temperatura foi colocada antes da colocação do eléctrodo e só foi retirada após a segunda medição do valor do pH.

#### ***Medição individual da espessura do toucinho de cada perna***

A medição da espessura do toucinho foi efectuada com um intrascópio (sonda óptica) (Introscope, U-3082, MLC Equipment, Meat and Livestock Commission, UK). A espessura do toucinho foi medida, num único local, com perfuração até se atingir o ponto de ligação entre a carne magra e o toucinho. O local escolhido, foi a zona onde as pernas apresentavam maior espessura.

#### ***Parâmetros físico-químicos***

##### ***Medição do valor do pH individual de cada perna***

O valor do pH foi medido de acordo com a NP 3441 (2008) relativa à medição do pH. Foram utilizados os seguintes equipamentos: potenciómetro (Basic Meter PT- 10 Sartorius, Goettingen, Alemanha), com uma sonda de temperatura da mesma marca (modelo PY-T01) e um eléctrodo de viscolene com ponta cónica (Hanna – FC200B). Cerca de 20 minutos após as pernas serem recepcionadas no cais de recepção da empresa (localizada no concelho de Mação) onde decorreu o processo de fabrico dos presuntos, ao alcançar-se a estabilização do valor da temperatura medida com a sonda da temperatura, o pH foi medido, em duplicado, nos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus* a uma profundidade de cerca de 5 centímetros.

#### ***Parâmetros microbiológicos***

##### ***Colheita da amostra***

A partir das 40 pernas, obteve-se uma amostra de aproximadamente 327g, composta por 80 discos, dois de cada perna. Essa amostra foi constituída por 5 unidades.

As unidades que compuseram a amostra obtida nas pernas em fresco, foram recolhidas à superfície da carne magra das pernas, de acordo com a ISO/FDIS 17604 (2003) relativa à recolha de amostras em carcaças, para realização de análises microbiológicas.

A amostra foi acondicionada em saco de plástico esterilizado, durante a deslocação entre a empresa onde decorreu o processamento dos presuntos e o laboratório da ESAS. A amostra foi acondicionada e transportada numa mala térmica (Coldstar 100 - Camping Gaz) com capacidade para manter continuamente o fornecimento de frio através do isqueiro do carro, a fim de garantir assim a manutenção de temperaturas de refrigeração (0-5°C).

Os parâmetros e limites adoptados são os indicados no Regulamento (CE) N.º 1441/2007, da Comissão de 5 de Dezembro de 2007, que altera o Regulamento (CE) N.º 2073/2005, relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios. Os parâmetros e limites adoptados foram os aplicados à carne separada mecanicamente (2.1.7. Carne separada mecanicamente (9)), devido à inexistência de parâmetros especificados para presunto no referido regulamento.

#### ***Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C***

A contagem de colónias totais a 30°C foi efectuada de acordo com a NP 4405 (2002) relativa às regras gerais para a contagem de microrganismos. Contagem de colónias totais a 30°C.

#### ***Contagem de *Escherichia coli****

A contagem de *Escherichia coli* foi efectuada de acordo com a NP 4396 (2002) relativa às regras gerais para a contagem de *Escherichia coli*. Método corrente.

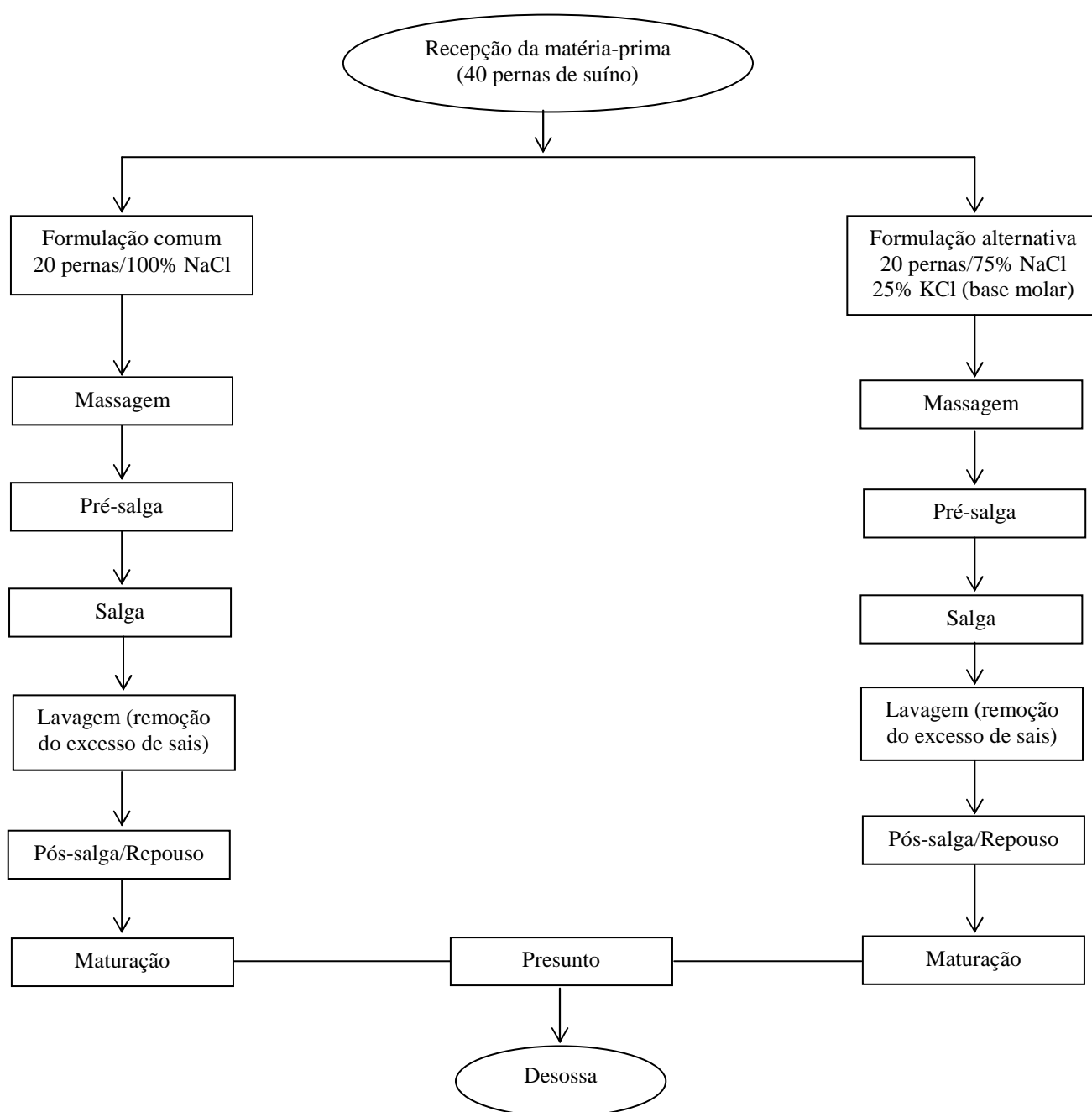
#### ***Pesquisa de *Salmonella* spp.***

A pesquisa de *Salmonella* spp. foi efectuada de acordo com a ISO/FDIS 6579 (2002) relativa ao método de detecção de *Salmonella* spp. Nas unidades em que, em

meio selectivo, se obteve crescimento de colónias características de *Salmonella* spp., fez-se a confirmação dos resultados em galerias Api20E (Biomérieux).

### ***Processo de fabrico do presunto***

Na Figura 4 apresenta-se o fluxograma de produção do presunto, para as formulações comum e alternativa.



**Figura 4** - Fluxograma de produção do presunto, pelas vias comum e alternativa.

## ***Descrição das etapas do fluxograma***

### ***Recepção da matéria-prima (pernas de suíno)***

A matéria-prima utilizada encontra-se refrigerada.

A matéria-prima é transportada pelos fornecedores sendo recebida no cais de recepção de matéria-prima da unidade transformadora. Analisam-se de imediato, entre outros, as condições de transporte assim como o acondicionamento das matérias-primas, o estado da embalagem/rotulagem e o estado higiénico do transporte. Posteriormente, procede-se à pesagem da matéria-prima, mede-se a temperatura no seu interior ( $\leq 7^{\circ}\text{C}$ ), o pH (5,3-6,2) e efectua-se uma inspecção/análise organoléptica (cor, cheiro e aspecto geral). A matéria-prima é aceite ou rejeitada em função do resultado deste conjunto de acções ser ou não satisfatório.

A matéria-prima utilizada é constituída pelo osso pélvico provido de revestimento cutâneo (courato) e subcutâneo (gordura), sem pata nem cóxis. As pernas têm um corte redondo e são obtidas a partir de meias carcaças por corte direito ao nível da última articulação lombo-sagrada, posteriormente aparada por corte desde a região púbica, sendo deste modo removidas as gorduras e inserções musculares da região abdominal. Remove-se o sacro, separando-o pela articulação sacro-iliaca, sempre com corte redondo contornando o bordo anterior do ilíaco e respectivas massas musculares acabando no bordo isquiático, contornando da mesma forma as massas musculares.

Em Portugal e para o tipo de presunto em causa é prática corrente o corte do chispe ao nível da articulação túbio-társica.

### ***Massagem***

A massagem das pernas é uma etapa que pode ser realizada mecânica ou manualmente. Neste caso, esta etapa foi realizada manualmente. A massagem consiste em comprimir a artéria e a veia femoral, para promover a saída do sangue que ficou retido no interior das mesmas. Esta etapa decorre em salas cuja temperatura não ultrapassa os  $12^{\circ}\text{C}$ , estando estas providas de sistemas de refrigeração.

A eliminação dos restos de sangue contidos nos vasos das pernas, é um procedimento importante para minimizar alterações microbianas no decorrer do processo produtivo, para além de minimizar o aparecimento de defeitos no produto acabado, geralmente manchas negras (Andrés & Ruiz, 2001; Pólo & Ramos, 2001; Ordóñez, 1998, citado por Carpena, 2006).

### ***Pré-salga***

A pré-salga é uma etapa realizada em bombos (cilindros rotativos) de pré-salga. O procedimento consiste em colocar as pernas, no interior dos mesmos, cobrindo-as com uma mistura de sais, neste caso um mix pré-preparado (composição descrita nos pontos 3.2.1.2.1. e 3.2.1.2.2.), sal (NaCl) grosso e fino para a formulação comum. Para a formulação alternativa o procedimento é transversal, com a excepção de se substituir parcialmente o NaCl pelo KCl (75% e 25%, respectivamente, base molar). O cilindro está em constante rotação (só num sentido) durante 10 min, para facilitar a penetração dos sais no interior dos músculos, ao mesmo tempo que se garante uma exposição homogénea das pernas face à mistura salina.

Esta etapa decorre em salas cuja temperatura nunca deve ser superior a 12°C, estando estas providas de sistemas de refrigeração. O bombo de pré-salga não dispõe de qualquer tipo de sistema de refrigeração. Andrés & Ruiz, (2001); Marcos, (1991), citado por Carpena, (2006) referem que a etapa de pré-salga deve decorrer sempre a temperaturas de refrigeração (0°C - 5°C).

### ***Salga***

O período de salga deve permitir que as pernas absorvam a correcta quantidade de sal, de forma a garantir a estabilização química e microbiológica do presunto (Ramirez, 2005; Barroso, 2001).

Em Portugal utiliza-se o sistema da salga por via seca, formando pilhas ou camadas de pernas completamente envolvidas por sal. Geralmente utiliza-se sal grosso, pois este dissolve-se mais lentamente que o fino, conseguindo-se desta forma que vá penetrando paulatinamente na massa muscular. Uma salga demasiado rápida, como a que ocorreria utilizando sal fino, poderia provocar um aumento rápido de pressão

osmótica com a saída de muitos sucos musculares, que poderiam promover uma penetração excessiva de sal (Andrés & Ruiz, 2001). Após a pré-salga, as pernas são colocadas por camadas (não sendo estas superiores a cinco pernas por camada, devido à pressão que seria exercida nas camadas inferiores), em caixas de polietileno com capacidade para 1000 kg. Estas camadas são compostas do seguinte modo: sal grosso novo, perna, sal grosso novo e usado, perna, sal grosso novo e usado e assim sucessivamente, até perfazer as cinco camadas, ficando as pernas totalmente cobertas. Importa referir que a primeira camada de pernas deve ficar sempre com o courato voltado para baixo e carne voltada para cima, para evitar possíveis deformações das pernas. Utiliza-se sal usado, de uma salga para outra, dado que este preserva uma determinada flora microbiana com carácter redutor e acidificante, como é o caso dos *Lactobacillus* e dos *Pediococcus*; no entanto não se devem cometer excessos, visto que uma utilização excessiva deste tipo de sal pode facilitar a acumulação de matéria orgânica e humidade no mesmo, com um conseqüente desenvolvimento excessivo de microrganismos que poderão ser indesejáveis (Vieira, 2005; Jessen, 1995, citado por Molinero, 2003).

O tempo de permanência das pernas nas pilhas varia entre 0,8 e 1 dias por kg de produto fresco (Elias, 1993). No entanto Carpena (2006); Arnau & Gou, (2001); Barroso, (2001); Toldrá & Flores, (1998), referem que por cada kg de produto fresco, o critério a utilizar deve ser o de 1 dia/kg, isto para pernas provenientes de suínos brancos.

O tempo médio de salga utilizado neste caso foi de  $0,922 \pm 0,04$  dias/kg de produto fresco, para ambas as formulações. Todas as pernas estiveram 10 dias no sal.

Actualmente, nos processos industriais não se prolonga excessivamente o período de salga como acontecia tradicionalmente. Pelo contrário, procuram-se utilizar tempos de salga o mais reduzidos possível, dado que o controlo tecnológico do processo permite a utilização de temperaturas baixas até à estabilização das pernas, prevenindo desta forma o crescimento de microrganismos.

Durante esta fase a temperatura da câmara deve estar compreendida entre 2°C e 4°C (Rojas, 1990; León Crespo & Padron, 1991; Barroso, 1992 citado por Elias, 1993) e a humidade relativa entre os 90 e os 95% (Elias, 1993), valores que permitem uma adequada difusão do sal através da carne e uma inibição da flora microbiana de alteração.

Esta etapa decorreu a temperaturas compreendidas entre 1 e 3°C e humidades relativas entre os 90 e os 95%.

## ***Lavagem***

A lavagem é efectuada para eliminar o excesso de sal existente no exterior das pernas. Neste caso foi efectuada no mesmo dia em que as pernas foram retiradas da salga. Imediatamente antes das pernas sofrerem o processo de lavagem, é-lhes colocado um cordel apropriado na zona do tendão de Aquiles de modo a sustê-las nos carros de aço inoxidável, que as transportaram até ao fim do processo; estes carros permitem minimizar o contacto entre pernas. O processo de lavagem consiste em expor as pernas à acção de água fria sobre pressão, após estas serem colocadas nos referidos carros.

Esta etapa decorre em salas cuja temperatura nunca deve ser superior a 12°C, estando estas providas de sistemas de refrigeração.

## ***Pós-salga/Repouso***

A finalidade desta etapa é repartir o sal por toda a perna, ao mesmo tempo que se consegue uma ligeira desidratação. É comum nesta fase ocorrer um desenvolvimento elevado de fungos na superfície das pernas, essencialmente na carne magra.

Nesta fase é fundamental efectuar-se uma desidratação mais violenta na primeira semana (sete a oito dias), para diminuir a  $a_w$  superficial e tentar travar o crescimento de microrganismos indesejáveis.

Esta etapa teve a duração total de 72 dias, sendo que nos primeiros 8 dias, as pernas estiveram expostas a ventilação permanente, temperaturas compreendidas entre 1 e 3°C e humidades relativas entre os 85 e os 90%. Nos restantes 64 dias as pernas estiveram expostas a temperaturas compreendidas entre 4 e 6 °C e humidades relativas entre os 70 e os 75%.

## ***Maturação***

Esta etapa teve a duração de 88 dias. Nos primeiros 30 dias as pernas estiveram expostas a temperaturas compreendidas entre os 16 e 18°C e humidade relativa de 65%. Nos restantes 58 dias, a temperaturas compreendidas entre os 18 e 22°C e humidade relativa de 60%. O tempo total de cura utilizado neste estudo, desde a pré-salga foi de 170 dias face aos 200-210 dias habitualmente utilizados na empresa onde decorreu o

fabrico do presunto, por motivos de imposição de datas da instituição de ensino, relativos à entrega do trabalho.

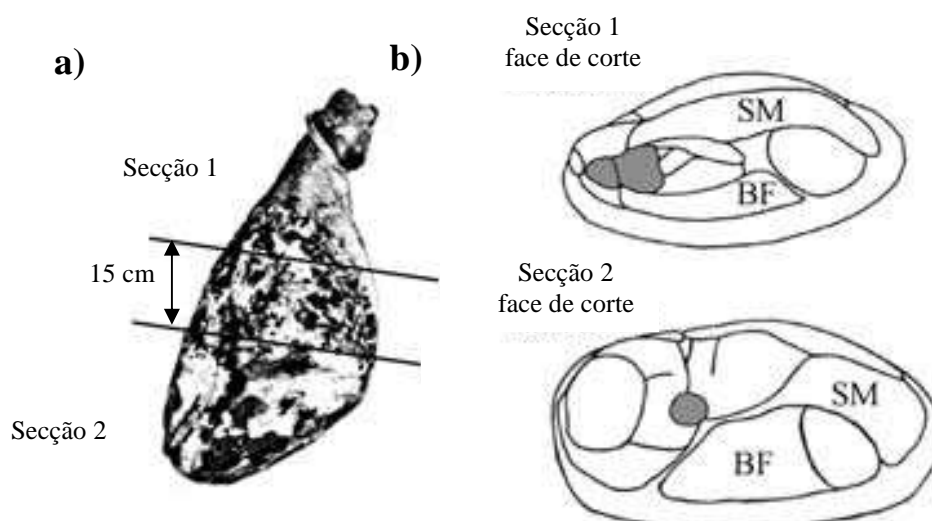
### ***Desossa***

A desossa foi efectuada por dois colaboradores da empresa onde decorreu o processo de fabrico dos presuntos.

### **3.2.2.2. Caracterização do produto acabado (presunto)**

#### ***Amostragem***

As amostras para a medição dos parâmetros físicos (com excepção do peso e perdas de peso), físico-químicos, químicos, microbiológicos, reológicos e sensoriais foram obtidas por corte de uma fatia com 15 cm de espessura, perpendicular ao eixo longitudinal do fémur, como indicado por Guerrero *et al.* (2005) e Isabel *et al.* (1999) na Figura 5 abaixo indicada.



**Figura 5** - Ilustração do local onde foram efectuadas as recolhas das amostras no presunto (Guerrero *et al.*, 2005): a) porção fatiada, com 15 cm de espessura; b) secções 1 e 2, que foram separadas, pelo corte da porção indicada em a).

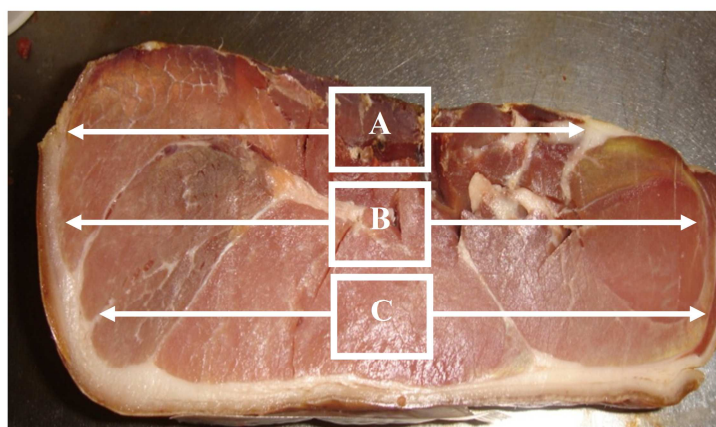
As análises químicas foram realizadas nas secções A, B, C e T abaixo indicadas, nas Figuras 6 e 7. As análises microbiológicas foram realizadas nas secções A, B e C da Figura 6.

Quanto aos parâmetros químicos medidos nas secções A, B e C, para efeitos de amostragem formaram-se 10 lotes, 5 dos quais compostos individualmente por quatro presuntos seleccionados aleatoriamente da formulação comum, seguindo-se o mesmo processo para os 5 lotes da formulação alternativa. Todos os parâmetros foram medidos em triplicado.

O mesmo conjunto de parâmetros químicos foi ainda analisado individualmente, em todos os efectivos e em réplicas de três, na zona T de cada presunto.

No que diz respeito aos parâmetros microbiológicos, analisaram-se duas amostras constituídas por 5 presuntos (unidades) aleatoriamente seleccionados de cada formulação. Em cada secção, de cada unidade, foram efectuadas duas colheitas distintas, analisadas separadamente.

Importa referir que as recolhas para a realização das análises microbiológicas foram as primeiras a serem efectuadas, para se minimizarem possíveis contaminações.



**Figura 6** - Zonas A, B e C de onde foram retiradas as amostras para as análises químicas e microbiológicas.



**Figura 7** - Zona T onde foram efectuadas as análises químicas.

Os procedimentos utilizados para a determinação dos parâmetros físicos, reológicos e sensoriais serão descritos nos respectivos sub-capítulos.

### ***Parâmetros físicos***

#### ***Peso do presunto e perdas de peso***

Os presuntos foram pesados individualmente numa balança DIGI DS-700, imediatamente antes da desossa.

As perdas de peso foram calculadas, fazendo a diferença relativa entre o peso inicial de cada perna e o respectivo peso final. Foi utilizada a seguinte fórmula: perda de peso em (%) =  $(P_i - P_x) * 100 / P_i$  em que  $P_i$  é o peso inicial e  $P_x$  é o peso final do presunto.

### ***Parâmetros químicos e físico-químicos***

#### ***Medição do valor do pH individual de cada presunto***

O valor do pH dos presuntos foi medido, em duplicado, nos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus* a uma profundidade de cerca de 5 centímetros. O equipamento utilizado (potenciómetro) foi o mesmo que se utilizou para a medição do pH das pernas (ver *Medição do valor do pH individual de cada perna*).

#### ***Medição da actividade da água ( $a_w$ ) nos presuntos***

Os valores da  $a_w$  dos presuntos foram medidos com um medidor de  $a_w$  (Rotronic-Hygroscop DT, rotronic ag, Zurique, Suíça) com células da mesma marca (modelo DMS 100H) e banho de água (Selecta, Barcelona, Espanha) modelo (Unitronic 6320100). A temperatura foi mantida a 25° C.

### ***Determinação dos teores de sódio e potássio***

A determinação dos teores de sódio (Na) e potássio (K), foi baseada num método descrito no A.O.A.C. (1984), para a determinação de sódio e potássio em peixe e outros produtos marinhos, por espectrometria de emissão de chama, tendo sido adaptada internamente no laboratório da ESAS, para determinação experimental dos mesmos elementos por espectrometria de absorção atômica, usando chama de ar-acetileno com atmosfera redutora (chama azul na base e amarela em cima) e lâmpadas de cátodo-odo monoelemento, específicas para Na e K, realizando-se as leituras aos comprimentos de onda de 589,60 nm para uma largura de fenda de 0,7 nm para o Na, de 766,50 nm e 2,0 nm, respectivamente, para K. Foi utilizado o seguinte equipamento: Espectrofotómetro de absorção atômica (Perkin-Elmer, modelo - 2380, Norwalk, Connecticut, Estados Unidos da América).

Na preparação das amostras-mãe, aproveitaram-se as amostras mineralizadas, obtidas previamente na determinação do teor de cinzas. A cinza é dissolvida directamente nos pesa-filtros com 15 mL de ácido clorídrico (HCL) concentrado, sendo filtrada e lavada com porções de água destilada (Mili-Q, Millipore<sup>50</sup>, Molsheim, França), à medida que se filtra a parte já dissolvida através de papel de filtro do tipo *ashless* (sem cinzas) para balão volumétrico de 100 mL. Perfaz-se ao traço com água destilada (A.O.A.C, 1984).

As amostras para análise são obtidas por diluição 1:1000 das amostras-mãe, através de diluições sucessivas e de adição de sequestrante. Primeiro, preparam-se amostras intermédias (diluição 1:100), pipetando 1 mL de amostra para balão volumétrico de 100mL. As amostras para análise obtêm-se pipetando 10mL da diluição intermédia (1:100) para outro balão volumétrico de 100mL, adicionando. 2,60 mL da solução do sequestrante cloreto de estrôncio (SrCl<sub>2</sub>) a 60000 ppm e perfazendo o volume ao traço com água destilada (Mili-Q).

A utilização do cloreto de estrôncio pretende compensar interferências por ionização, que se podem definir como todo o fenómeno que afecta a formação de átomos livres e que resulta da fácil ionização dos metais alcalinos, com a formação de cátions estáveis às temperaturas utilizadas no processo de atomização, cujo espectro de absorção difere do dos respectivos átomos livres. A adição de um excesso de estrôncio (como SrCl<sub>2</sub>), elemento mais facilmente ionizável na chama, permite minimizar a ionização dos elementos em estudo (adaptado de Gonçalves, 1983).

Para a determinação do sódio (Na) e do potássio (K), preparam-se padrões intermédios de Na e K a 100 ppm (100 mg/L), por diluição das respectivas soluções-stock a 1000 ppm (1000 mg/L) em Na e K, respectivamente. No próprio dia das leituras, preparam-se a partir dos padrões intermédios, as duas soluções-mãe diárias a 10 ppm (10 mg/L) de Na e K e a partir destas, preparam-se os três padrões de calibração para Na (S1, S2 e S3) e os dois para K (S1 e S2), bem como os respectivos padrões da recta, na gama de trabalho de 0,0-6,0 ppm (ver Quadros 17 e 18 abaixo indicados). Todos os padrões de calibração e da recta são acidificados com 500 µL/100 mL de HNO<sub>3</sub> a 65% (v/v) e adicionados da solução sequestrante cloreto de estrôncio (SrCl<sub>2</sub>) a 60000 ppm, em concentrações idênticas à das amostras. Foram realizados, nos dois estudos, testes de linearidade, verificando-se em todos os ensaios o cumprimento do critério de aceitação ( $r_{\text{exp}} > 0,995$ ).

O branco utilizado nos padrões de calibração (Quadros 17 e 18 abaixo indicados) foi a água destilada (Mili-Q).

**Quadro - 17 - Padrões de calibração (S) e da recta (P) para leitura de sódio (Na).**

Padrão (mg/L)	Volume da solução-mãe em mL + sequestrante em mL	Volume dos balões (mL)
S1 = 1,0	5,00 + 1,30	50
S2 = 3,0	15,00 + 1,30	50
S3 = 6,0	15,00 + 0,65	25
P1 = 0,10	1,00 + 2,60	100
P2 = 0,20	2,00 + 2,60	100
P3 = 0,50	5,00 + 2,60	100
P4 = 1,50	15,00 + 2,60	100
P5 = 2,00	20,00 + 2,60	100
P6 = 2,50	25,00 + 2,60	100
P7 = 5,00	50,00 + 2,60	100

**Quadro - 18 - Padrões de calibração (S) e da recta (P) para leitura de potássio (K).**

Padrão (mg/L)	Volume da Solução-mãe em mL + sequestrante em mL	Volume dos balões (mL)
S1 = 2,0	5,00 + 0,65	25
S2 = 6,0	15,00 + 0,65	25
P1 = 0,10	1,00 + 2,60	100
P2 = 0,20	2,00 + 2,60	100
P3 = 0,50	5,00 + 2,60	100
P4 = 1,00	10,00 + 2,60	100
P5 = 3,00	15,00 + 1,30	50
P6 = 5,00	25,00 + 1,30	50

Os teores de sódio e potássio, expressos em percentagem mássica de elemento, obtêm-se aplicando a seguinte fórmula: Na ou K % (m/m) = C(mg/L)x100 / m<sub>1</sub>(g), onde

C é a concentração (mg/L) de Na ou K nas amostras para análise e  $m_1$  a massa da amostra inicial, utilizada nas determinações prévias dos parâmetros humidade e cinzas.

Os teores de Na e K, expressos como cloreto de sódio equivalente (NaCl), determinam-se por aplicação da fórmula anterior, multiplicando o resultado por um factor de ponderação, dado pela razão entre as massas molares do NaCl (58,393 g/mol) e do Na (22,990) ou do K (39,098 g/mol); ou seja, multiplicando a percentagem mássica de elemento por 2,5399 ou 1,4935, respectivamente. A expressão do perfil salino, como cloreto de sódio equivalente, é necessária para a validação dos resultados.

### ***Determinação do teor de cloretos***

O teor de cloretos foi determinado por argentimetria, pelo método de Charpentier-Vollhard, de acordo com a NP 1845 (1982) relativa à determinação do teor de cloretos. A solução titulante de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) 0,1N, preparada como solução empírica, foi padronizada com solução de padrão primário de cloreto de sódio (NaCl) 0,1 N, segundo o método de Mohr (adaptado de Ohlweier, 1981), usando dicromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) como indicador.

### ***Perfil Salino, Na, K e Cl***

Os cálculos relativos ao perfil salino estão apresentados nos apêndices I, II, III, IV e V.

### ***Determinação do teor de humidade***

O teor de humidade foi determinado por gravimetria, de acordo com a NP 1614-2 (2009) relativa à determinação do teor de humidade na carne e nos produtos cárneos.

Na determinação gravimétrica do teor de humidade, pesaram-se as amostras e colocaram-se a desidratar numa estufa com circulação forçada de ar (Cassel-CBT, CasselMesstechnikGmbH, Dransfeld, Germany). Procedeu-se ao arrefecimento em excicador e aferiu-se o tempo de secagem, verificando as perdas de peso da amostra para análise, até peso constante.

### ***Determinação do teor de cinzas***

A determinação do teor de cinzas baseou-se na NP 1615 (2002) relativa à determinação gravimétrica do teor de cinza total na carne e nos produtos cárneos, adaptada internamente no laboratório da ESAS.

Na determinação gravimétrica do teor de cinzas, aproveitaram-se as amostras previamente obtidas na determinação do teor de humidade. Procedeu-se então à carbonização (300°C, cinza negra) e incineração das amostras a  $525^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$  (cinza branca) numa mufla (LentonThermal Designs-EFC 12/45, LentonThermal Designs, Derbyshire, United Kingdom), de seguida procedeu-se a um arrefecimento em excicador e determinação da massa do resíduo, verificando as perdas de peso, até este se manter constante.

### ***Determinação do teor de gordura bruta***

A determinação do teor de gordura bruta baseou-se na NP 1613 (1979) relativa à determinação gravimétrica do teor de gordura bruta em carnes, derivados e produtos cárneos, adaptada internamente no laboratório da ESAS. Importa referir que a gordura subcutânea não foi contemplada nesta determinação, apenas as gorduras intermusculares e intramusculares das respectivas secções.

Na determinação gravimétrica do teor de gordura bruta, efectua-se a hidrólise prévia da gordura num sistema de aquecimento a refluxo, usando uma manta de aquecimento eléctrico (Electrothermal-MK2, Electrothermal, Rochford United Kingdom) e condensadores de refluxo lisos do tipo Liebig. De seguida faz-se a neutralização do hidrolizado, após filtração e lavagem com sucessivas porções de água destilada. Concluída esta etapa secam-se as amostras em estufa com circulação forçada de ar (Cassel), seguindo-se o arrefecimento em excicador e por fim submetem-se as amostras à extracção da gordura, um usando equipamento extractor semi-automático (Det-Gras Overtemp, Selecta, Barcelona Espanha) e éter petróleo como solvente extractante. Finda a extracção, remove-se o excesso de solvente por vaporização no próprio equipamento extractor e submete-se o resíduo a secagem em estufa com circulação forçada de ar (Cassel) a  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , arrefecimento em excicador e determinação da massa do resíduo, verificando as perdas de peso, até este se manter constante.

### ***Determinação do teor de proteína bruta (método Kjeldahl)***

A determinação do teor de proteína baseou-se na NP 1612 (2006) relativa à determinação do teor de azoto total na carne e nos produtos cárneos.

A determinação volumétrica indirecta do teor de proteína, envolvendo os passos de digestão, destilação por arrastamento de vapor e titulação final de ácido-base, foi efectuada por um digestor (Pró-Nitro II, Selecta, Barcelona Espanha), modelo, (Bloc-Digest 6), acompanhado de destilador automático da mesma marca.

O valor de proteína bruta obteve-se aplicando a seguinte formula: % de azoto total (AT) x 6,25.

O teor de AT foi ainda utilizado para o cálculo do parâmetro Índice de proteólise (IP).

### ***Determinação do teor de azoto não proteico***

O teor de azoto não proteico foi determinado por volumetria de ácido-base de acordo com a NP 3442 (1990) relativa à determinação de azoto não proteico.

### ***Determinação do teor de azoto dos ácidos aminados livres***

O teor de azoto dos ácidos aminados livres foi determinado por volumetria ácido-base de acordo com a NP 3443 (1990) relativa à determinação de azoto dos ácidos aminados livres.

### ***Determinação do teor de nitritos***

O teor de nitritos foi determinado por espectrometria de absorção molecular de acordo com a NP 1846 (2006) relativa à determinação do teor de nitritos. Utilizou-se um Espectrofotómetro de UV-Visível (HITACHI-Modelo U – 2001, Tóquio, Japão).

### ***Determinação do teor de nitratos***

A determinação espectrofotométrica de nitratos, baseia-se numa técnica descrita por Gonçalves (1983) adaptada internamente no laboratório da ESAS, à gama de

trabalho. Fazem-se leituras de absorvência ao duplo comprimento de onda de 358 nm e a 302 nm, determinando-se as concentrações de nitrato por tripla interpolação nas duas rectas de nitritos (358 e 302 nm) e na recta de nitratos (302 nm). Utilizou-se um Espectrofotómetro de UV-Visível (HITACHI-Modelo U – 2001, Tóquio, Japão).

As amostras são preparadas como para o doseamento de nitritos, segundo a NP 1846 (2006), até ao ponto 8.3.5 (inclusivé). Dessa preparação prévia, resulta uma amostra-mãe de cerca de 10 g pesada com o rigor de  $\pm 0,0001$  g defecada, filtrada e transferida para balão volumétrico de 200 mL. Em seguida, prepara-se a amostra para análise por diluição 1:4, pipetando 25 mL de amostra-mãe para balão volumétrico de 100 mL, perfaz-se ao traço com água destilada e homogeneiza-se.

Preparam-se padrões de nitrato com os teores de 1,0-2,0-3,0-4,0 e 5,0 g/L, para o qual se pipetam 5, 10, 15, 20 e 25 mL da solução-mãe de nitratos, com a concentração de 10 mg/mL, para balões volumétricos de 50 mL, completando o volume com água destilada. Preparam-se padrões de nitrito a partir da solução-mãe a 10 mg/L, de modo a obter as concentrações de 0,1-0,2-0,5-0,8 e 1,0 g/L, em balões de 50 mL, completando o volume com água destilada.

Foram realizados, neste estudo, testes de linearidade, verificadondo-se em todos os ensaios o cumprimento do critério de aceitação ( $r_{\text{exp}} > 0,995$ ). Com os padrões de nitrato traça-se a recta de calibração a 302 nm e com os de nitrito as duas rectas de calibração (a 302 e 358 nm). Mede-se a absorvência da amostra àqueles comprimentos de onda e determina-se as concentrações de nitrito (cálculo auxiliar) e de nitrato (adaptado de Gonçalves, 1983).

### ***Determinação do índice de proteólise***

O índice de proteólise (IP) é determinado através da seguinte expressão:

$$\text{IP} = \text{A-não proteico} \times 100 / \text{AT (Kjeldahl)} \quad \text{Molinero (2003)}$$

### ***Parâmetros microbiológicos***

No que diz respeito às contagens de aeróbios mesófilos a 30°C, *Escherichia coli*, microrganismos halotolerantes e pesquisa de *Salmonella* spp., os métodos de referência

utilizados foram os mesmos a que se recorreu para analisar as pernas em fresco, com a excepção da determinação de microrganismos halotolerantes, onde se fez uma alteração ao procedimento da NP 4405 (2002), que consistiu em adicionar ao meio *Plate Count Agar* (PCA-Biokar) 7,5% de NaCl para a formulação comum, e 5% de NaCl + 2,5% de KCl para formulação alternativa.

### ***Contagem de bolores e leveduras***

A contagem de bolores e leveduras foi efectuada de acordo com a NP-3277-1 (1987) relativa à contagem de bolores e leveduras.

### ***Contagem de estafilococos coagulase positiva***

A contagem de estafilococos coagulase positiva foi efectuada de acordo com a NP-2000 (S.D.) relativa à contagem de estafilococos coagulase positiva (*Staphylococcus aureus* e outras espécies). Técnica com confirmação de colónias (Método corrente).

### ***Pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores***

A pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores foi efectuada de acordo com a NP-2262 (1986) relativa às regras gerais para a pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores.

### ***Parâmetros reológicos***

#### ***Análise do perfil de textura (Texture Profile Analysis - TPA)***

Foram cuidadosamente recolhidas com o auxílio de um bisturi três amostras dos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de cada presunto e foram analisadas através do ensaio TPA, o que significa que para cada músculo de cada presunto foram obtidos três valores. Cortaram-se as amostras em provetes de 20 x 20 x 20 mm (comprimento x largura x altura).

Para analisar o perfil de textura do presunto utilizou-se um texturómetro (Stevens QTS – 25, Reino Unido). Determinaram-se os seguintes parâmetros: Dureza

(g), Fragilidade, Elasticidade, Coesividade, Mastigabilidade (g) e Gomosidade (g). Apresentam-se as condições do ensaio no Quadro 19 abaixo indicado.

**Quadro 19** - Condições do ensaio para análise da textura.

<b>Tipo de ensaio</b>	TPA
<b>Nº de ciclos de compressão</b>	2
<b>Trigger point</b>	1 g
<b>Hold time</b>	5 s
<b>Velocidade do ensaio</b>	60 mm/min.
<b>Target unit</b>	Distância
<b>Target value</b>	10 mm
<b>Tipo de sonda</b>	Sonda quadrada de 40 mm de lado
<b>Tipo de gráfico</b>	Carga (g) vs. Tempo (s)

### **Cor**

A medição da cor foi realizada até 180 minutos após o corte dos presuntos.

O equipamento utilizado foi: Colorímetro de reflectância (Konica Minolta CR-400, Osaka, Japão) controlado pelo programa SpectraMagic NX (Konica Minolta, Osaka, Japão). Para a quantificação dos parâmetros da cor seguiu-se o sistema CIE Lab.

Condições de ensaio:

- Temperatura: Ambiente;
- Iluminante: D65;
- Ângulo de incidência: 2°;

As medições foram efectuadas individualmente e em quintuplicado nos 40 presuntos, nos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus*.

### **Análise sensorial**

A análise sensorial foi realizada por um painel não treinado, composto por 25 elementos, 15 do sexo feminino e 10 do sexo masculino, com uma média de idades de 32,9 anos e 38,5 anos, respectivamente. As amostras avaliadas foram os músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus* (das duas formulações), como Cilla *et al.*, (2005), González *et al.* (2003) e García-Garrido *et al.* (1999). As amostras tinham a espessura de 1 mm (Pastorelli *et al.*, 2003; Hinrichsen & Pedersen, 1995; Parolari *et al.*, 1994;

Careri *et al.*, 1993). Foi elaborada uma ficha de prova (Apêndice VI), para a realização da análise sensorial, de modo a avaliar a opinião dos provadores em relação aos diferentes músculos e formulações.

Assim as fichas de prova contêm os parâmetros: características gerais, aroma, textura, sabor, aceitabilidade global e preferência, sendo os atributos de cada parâmetro comuns a ambos os músculos e formulações. Estes parâmetros foram avaliados e classificados numa escala de intensidade para a quase totalidade dos parâmetros, com excepção do aspecto geral, variação do aroma entre músculos e formulações e variação do sabor entre músculos e formulações que foram avaliados de acordo com a sua escala de tipicidade. Ambas as escalas foram constituídas pelos valores de 0 a 5 sendo o valor 0 o atributo de menor intensidade ou tipicidade e o valor 5 de maior intensidade ou tipicidade. Para todos os parâmetros com excepção da preferência entre músculos e formulações, a escala indica os valores 0, 1, 2, 3, 4 e 5, não sendo possível seleccionar valores intermédios. Este processo decorreu numa única sessão, no dia que os presuntos foram cortados. Para o parâmetro preferência, os membros do painel ordenaram os diferentes músculos e formulações por ordem decrescente da sua preferência.

### ***Tratamento estatístico***

No tratamento de resultados pretende-se determinar valores médios e desvios padrão para cada um dos parâmetros estudados e além disso comparar as diferentes formulações em cada parâmetro. Em face do exposto, utilizou-se o software Estatística versão 6.0 da statsoft para obtenção de conclusões mais objectivas e rigorosas.

Realizou-se o teste paramétrico de análise de variâncias de factores (ANOVA/MANOVA) – Teste Post Hoc LSD Fisher para as coordenadas da cor e o Teste Post Hoc LSD Tucey para os restantes parâmetros (com excepção dos parâmetros microbiológicos). O nível de significância considerado foi de 5%, ( $p < 0,05$ ), de modo a verificar-se a existência ou não, de diferenças significativas, entre as formulações. Assim as diferentes letras representadas nas linhas dos Quadros 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 e 33 da análise e discussão dos resultados indicam a existência de diferenças significativas para um  $p < 0,05$ . Os valores médios que possuam letras iguais indicam que não existiram diferenças significativas, e  $p > 0,05$ .

Os resultados da análise sensorial foram tratados no Excel<sup>®</sup> e representados sobre a forma de gráficos de radar e colunas.

## 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1. Caracterização da matéria-prima (pernas frescas)

Os resultados dos parâmetros avaliados na matéria-prima estão apresentados nos Quadros 20, 21 e 22.

#### 4.1.1. Parâmetros físicos e físico-químicos

##### 4.1.1.1. Peso e espessura do toucinho

No Quadro 20 podem ser consultados os valores obtidos para o peso e para a espessura do toucinho nas pernas.

**Quadro 20** - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) obtidos para o peso e para a espessura do toucinho nas pernas.

Parâmetros	Formulação comum				Formulação alternativa			
	<i>n</i> = 20				<i>n</i> = 20			
	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.
Peso (kg)	11,02 <sup>a</sup>	0,35	10,23	11,45	10,70 <sup>b</sup>	0,46	9,93	11,40
Espessura do toucinho (cm)	0,90 <sup>a</sup>	0,21	0,50	1,50	0,97 <sup>a</sup>	0,31	0,50	1,60

para  $p < 0,05$

Relativamente aos valores médios dos pesos das pernas verificou-se que existiram diferenças significativas, com o conjunto das pernas alocadas à formulação comum a pesarem mais que as do grupo que foi comparado. No que diz respeito à espessura média do toucinho não houve diferenças significativas entre os valores médios dos dois grupos.

Os valores médios do peso das pernas utilizadas, são semelhantes aos das pernas utilizadas noutros estudos (ver Quadro 8).

Os valores médios da espessura de toucinho das pernas utilizadas foram de aproximadamente um centímetro, ao compararem-se os resultados obtidos para este parâmetro com os de outras fontes tem-se que para Especialidad Tradicional Garantizada (ETG) em português Especialidade Tradicional Garantida do presunto serrano espanhol, obriga à utilização de uma espessura máxima de 0,8cm. De acordo com Carpena (2006) a espessura do toucinho das pernas utilizadas para produzir este

tipo de presunto, deve apresentar no mínimo 1,0, 1,5 e 2cm de espessura, para pernas que variem, respectivamente, entre menos de 12,3kg, 12,3-13,5 kg e mais de 13,5kg, respectivamente. Por outro lado, Ordóñez (1998), citado por Carpena (2006), aponta 0,5 cm como valor máximo para a produção de presunto de suíno branco. Assim sendo, e de uma forma geral as espessuras das pernas que foram utilizadas neste estudo, encontram-se dentro dos limites indicados por estes autores, com exceção de Ordóñez (1998), citado por Carpena (2006), que aponta 0,5cm como valor máximo, no entanto não especifica o peso (kg) das pernas.

#### **4.1.1.2. Temperatura e pH**

No Quadro 21 abaixo indicado podem ser consultados os valores obtidos para a temperatura e o pH (ambos em *Biceps femoris* e *Semimembranosus*, na recepção) das pernas.

No que diz respeito aos valores médios obtidos para a temperatura nos músculos estudados aquando da recepção, pode verificar-se no Quadro 21 abaixo indicado que os valores médios obtidos para ambos os músculos da formulação comum não apresentaram diferenças significativas. Seguindo os músculos da formulação alternativa a mesma tendência. Entre formulações verificou-se que existiram diferenças significativas entre músculos, cabendo o valor mais elevado à formulação comum, 4,24 vs. 3,83 para o *Biceps femoris* e 4,17 vs. 3,69 para o *Semimembranosus*.

Relativamente aos valores médios de temperatura, estes podem ser considerados adequados para o processamento de presunto de acordo com o Regulamento (CE) N.º 853/2004, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Abril de 2004, que indica que as pernas devem ser mantidas a temperaturas não superiores a 7°C, relativamente a outros autores, a informação de interesse tecnológico, é a seguinte:

- para o jamón de Teruel o intervalo de temperatura indicado é de 0-2°C (BOE, 1993);

- Arnau (1993) refere que na produção de presunto para se minimizarem os processos de deterioração, as temperaturas da matéria-prima deverão situar-se entre 1-3°C; e que a temperaturas inferiores os processos de penetração de sal e nitrificantes são dificultados;

- Molinero (2003) sugere valores compreendidos entre 2-4°C, tal como é também indicado (BOE, 2004) para o jamón de Treveléz;

**Quadro 21-** Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) obtidos para a temperatura e o pH nas pernas, para ambas as formulações.

Parâmetros	Formulação comum								Formulação alternativa							
	<i>Biceps femoris</i>				<i>Semimembranosus</i>				<i>Biceps femoris</i>				<i>Semimembranosus</i>			
	<i>n = 20</i>		<i>n = 20</i>		<i>n = 20</i>		<i>n = 20</i>		<i>n = 20</i>		<i>n = 20</i>		<i>n = 20</i>			
	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.
Temperatura (°C)	4,25 <sup>a</sup>	0,29	3,0	5,00	4,17 <sup>a</sup>	0,31	3,70	5,10	3,83 <sup>b</sup>	0,30	3,30	4,40	3,69 <sup>b</sup>	0,35	3,00	4,30
pH	5,99 <sup>a</sup>	0,45	5,39	7,97	5,94 <sup>a</sup>	0,31	5,38	6,50	6,02 <sup>a</sup>	0,31	5,53	6,73	5,98 <sup>a</sup>	0,23	5,66	6,42

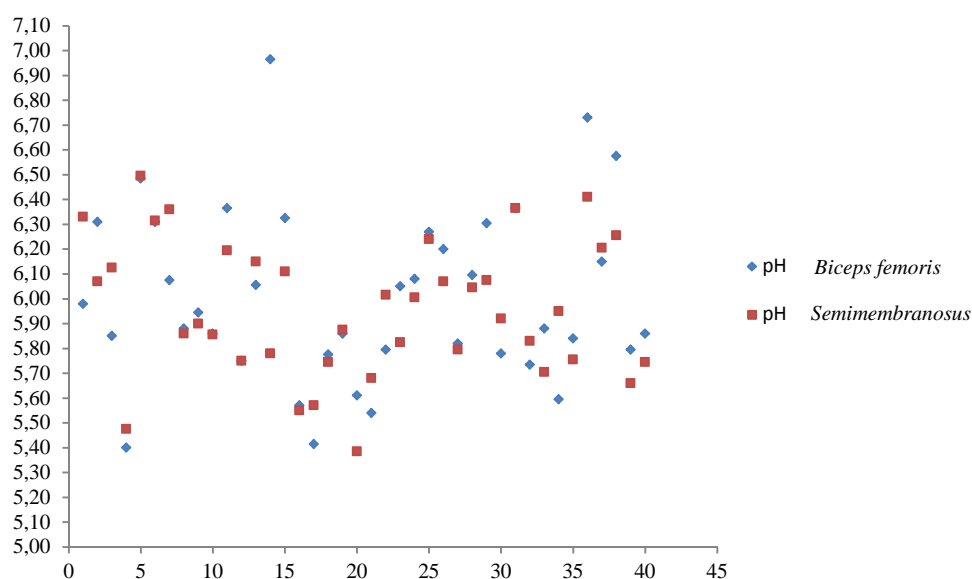
para  $p < 0,05$ .

- segundo Guerrero (2006), Ordóñez (1998), citado por Carpena (2006) e Rosset (1982), se as temperaturas forem inferiores a 5°C há uma diminuição do desenvolvimento microbiano, principalmente de bactérias mesófilas.

No que diz respeito aos valores médios obtidos para o pH nos músculos estudados aquando da recepção, pode verificar-se no Quadro 21 que os valores médios não apresentaram diferenças significativas.

De acordo com informação constante no Quadro 5 na revisão bibliográfica, os valores médios do pH medidos no *Semimembranosus* podem ser considerados normais e adequados para a pernas para produção de presunto. Relativamente ao *Biceps femoris* o único resultado encontrado na bibliografia (Hernández & Huerta, 1993) refere ter obtido um valor médio de 6,11. Se forem considerados os critérios aplicados pelos autores ao *Semimembranosus*, no caso do valor médio medido no *Biceps femoris* nas pernas da formulação alternativa (atingindo o valor médio de  $6,02 \pm 0,31$ ), esse valor poderia ser considerado adequado para pernas para presunto. Por outro lado, este resultado – valor médio do pH do *Biceps femoris* superior ao do *Semimembranosus* – segue a tendência do *Semimembranosus* geralmente apresentar valores de pH superiores aos do *Biceps femoris*.

Face a estes resultados, para uma melhor compreensão dos resultados obtidos, apresentam-se individualmente os valores do pH das pernas na Figura 8.



**Figura 8** - Valores do pH das pernas nos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus*.

#### 4.1.2. Parâmetros microbiológicos das pernas

No Quadro 22 são apresentados os resultados obtidos para os parâmetros microbiológicos avaliados na matéria-prima.

**Quadro 22** - Perfil microbiológico da matéria-prima: Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) obtidos para a contagem de aeróbios mesófilos a 30°C, contagem de *Escherichia coli* e pesquisa de *Salmonella* spp..

Parâmetros	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.
Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C (u.f.c./g)	$8,00 \times 10^6$	$3,48 \times 10^6$	$4,00 \times 10^6$	$1,30 \times 10^7$
Contagem de <i>Escherichia coli</i> (u.f.c./g)			< 1	
Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.		Ausência em 25 g		

Analisando o Quadro 22 verificou-se que:

- no que diz respeito à contagem de aeróbios mesófilos a 30°C, constatou-se que o resultado médio obtido ultrapassa os valores limite indicados no Regulamento (CE) N.º 1441/2007, da Comissão de 5 de Dezembro de 2007, que altera o Regulamento (CE) N.º 2073/2005, da Comissão de 15 de Novembro de 2005 (ver Quadro 9 na revisão bibliográfica). De acordo com o mesmo regulamento pode-se concluir que poderá ter existido falta de higiene durante o abate e a desmancha, apesar dos valores médios de temperatura medidos nas pernas aquando da sua recepção - indicados no Quadro 21 - poderem ser considerados adequados. Esta situação coloca a passibilidade de outras possíveis causas para o resultado obtido, nomeadamente uma manipulação em que não foram cumpridas as boas práticas de higiene ou que tenha havido exposição a temperaturas elevadas por interrupção da cadeia de frio;

- quanto ao resultados obtidos por outros autores, Blesa *et al.* (2008) obtiveram um valor médio de aproximadamente  $10^5$  u.f.c./g na superfície das pernas, valor semelhante aos obtidos por Huerta *et al.* (1988), citados por Blesa *et al.* (2008) que obtiveram valores médios de  $10^4$  u.f.c./g a  $10^5$  u.f.c./g. Arnau (1998<sup>a</sup>) refere que as pernas utilizadas na produção de presunto não devem ultrapassar uma contagem total superior a  $10^7$  u.f.c./g, facto que se verifica no resultado médio deste estudo;

- para a *Escherichia coli* o número de u.f.c./g foi < 1 para as cinco unidades analisadas; os resultados obtidos para este parâmetro reforçaram a possibilidade de ter havido exposição a temperaturas inadequadas, uma vez que não existiu evidência do incumprimento das boas práticas de higiene;

- os resultados obtidos na pesquisa de *Salmonella* spp. vêm reforçar a inexistência de contaminação de origem fecal, uma vez que se verificou-se a ausência desta bactéria em todas as unidades; mesmo nas unidades em que, em meio selectivo, se obteve crescimento de colónias características de *Salmonella* spp, os resultados foram negativos após a confirmação em galerias Api20E.

## 4.2. Caracterização do produto acabado (presunto)

### 4.2.1. Parâmetros físicos

#### 4.2.1.1. Peso e perdas de peso

No Quadro 23 podem ser consultados os valores obtidos para o peso e perda de peso nos presuntos.

**Quadro 23** - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) obtidos para o peso e perda de peso nos presuntos, para ambas as formulações.

Parâmetros	Formulação comum				Formulação alternativa			
	n = 20				n = 20			
	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.
Peso (kg)	7,63 <sup>a</sup>	0,32	7,00	8,32	7,42 <sup>a</sup>	0,55	6,46	8,36
Perda de peso (%)	30,77 <sup>a</sup>	2,15	26,26	35,54	30,74 <sup>a</sup>	3,17	24,51	36,72

para p < 0,05.

No que diz respeito ao peso do presunto e à percentagem de perda de peso durante o processamento, verificou-se que não existiram diferenças significativas entre os presuntos de ambas as formulações.

Os resultados permitem-nos concluir que não existiram diferenças ao nível das perdas de peso atribuíveis à substituição parcial do NaCl, ou seja o KCl terá produzido uma desidratação química idêntica à produzida pelo NaCl.

Observando o Quadro 8 da revisão bibliográfica pode-se verificar que para presuntos do mesmo tipo e com tempos de processamento semelhantes (170 dias), os resultados são aproximados dos que se obtiveram, apesar de no presente estudo não se

ter cumprido o tempo de cura normalmente aplicado na empresa onde decorreu o processo tecnológico (200-210 dias).

#### **4.2.2. Parâmetros químicos e físico-químicos**

Os resultados destes parâmetros estão apresentados nos Quadros 24, 25, 26, 27 e 28.

##### **4.2.2.1. Valor do pH**

No Quadro 24 abaixo indicado são apresentados os valores médios do pH (em *Biceps femoris* e *Semimembranosus*), obtidos nos presuntos.

No que diz respeito aos valores médios apresentados no Quadro 24, em ambas as formulações, observou-se que o valor do pH nos presuntos baixou durante o processamento sendo esta diminuição menor no *Semimembranosus* na formulação comum.

Esta situação vai contra o indicado por Arnau *et al.* (2005) que refere que a tendência geral do valor do pH, tanto em superfície como em profundidade, é para aumentar ligeiramente. Os mesmos autores estudaram nos músculos *Vastus medialis*, *V. lateralis*, *V. intermedius*, *Rectus femoris*, *Gastrocnemius*, *Semitendinosus*, *Biceps femoris*, *Semimembranosus*, *Gracilis* e *Gluteus (medius, accessorius e profundus)*, as mudanças no valor do pH, durante o processamento, em presuntos fabricados a partir de carne considerada normal e PSE, em todos os músculos que estudaram, o menor valor médio foi de 6,2 nos músculos *Semitendinosus*, *Semimembranosus* e *Biceps femoris* - ou seja, valores mais elevados que os obtidos em ambas as formulações. No mesmo sentido García Rey *et al.* (2004) verificaram que o pH do presunto se relaciona com o pH da matéria-prima; pernas com um valor de pH baixo (5,41) deram origem a presuntos com um valor de pH baixo (5,86) e que pernas com valor de pH normal (5,79) originaram produtos com um pH considerado, por eles, também normal (6,04).

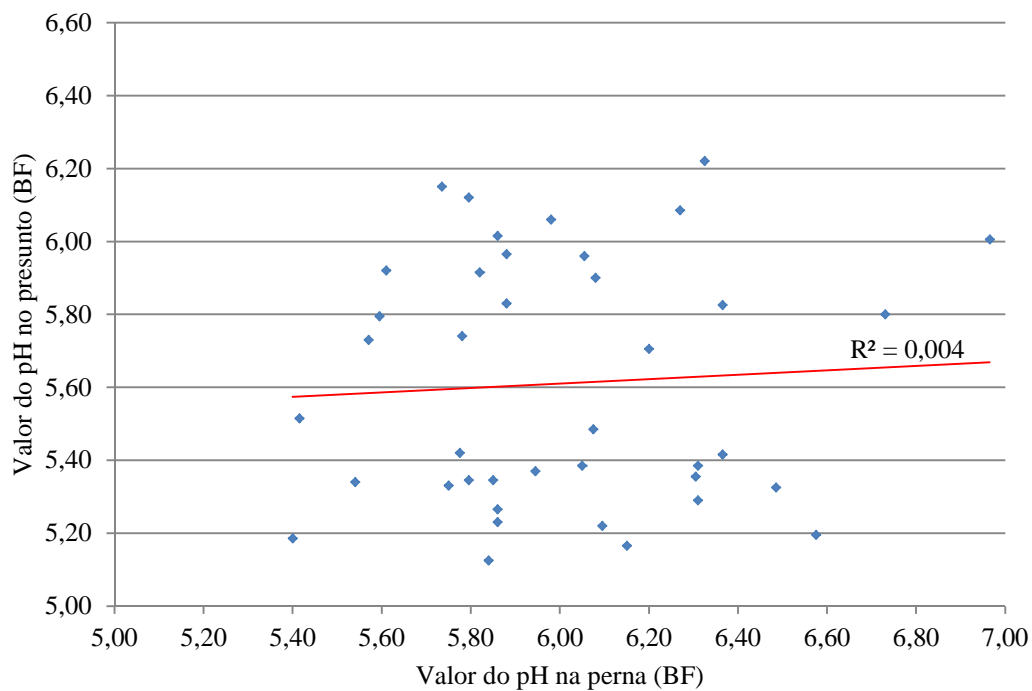
**Quadro 24** - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) obtidos para o pH do presunto, nos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus* para ambas as formulações.

Parâmetros	Formulação comum								Formulação alternativa							
	<i>Biceps femoris</i>				<i>Semimembranosus</i>				<i>Biceps femoris</i>				<i>Semimembranosus</i>			
	n = 20		n = 20		n = 20		n = 20		n = 20		n = 20		n = 20			
	MÉD.	± DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	± DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	± DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	± DP	MÍN.	MÁX.
pH	5,63 <sup>ab</sup>	0,33	5,18	6,22	5,93 <sup>a</sup>	0,89	5,35	6,36	5,59 <sup>b</sup>	0,34	5,12	6,15	5,75 <sup>ab</sup>	0,41	5,14	6,41

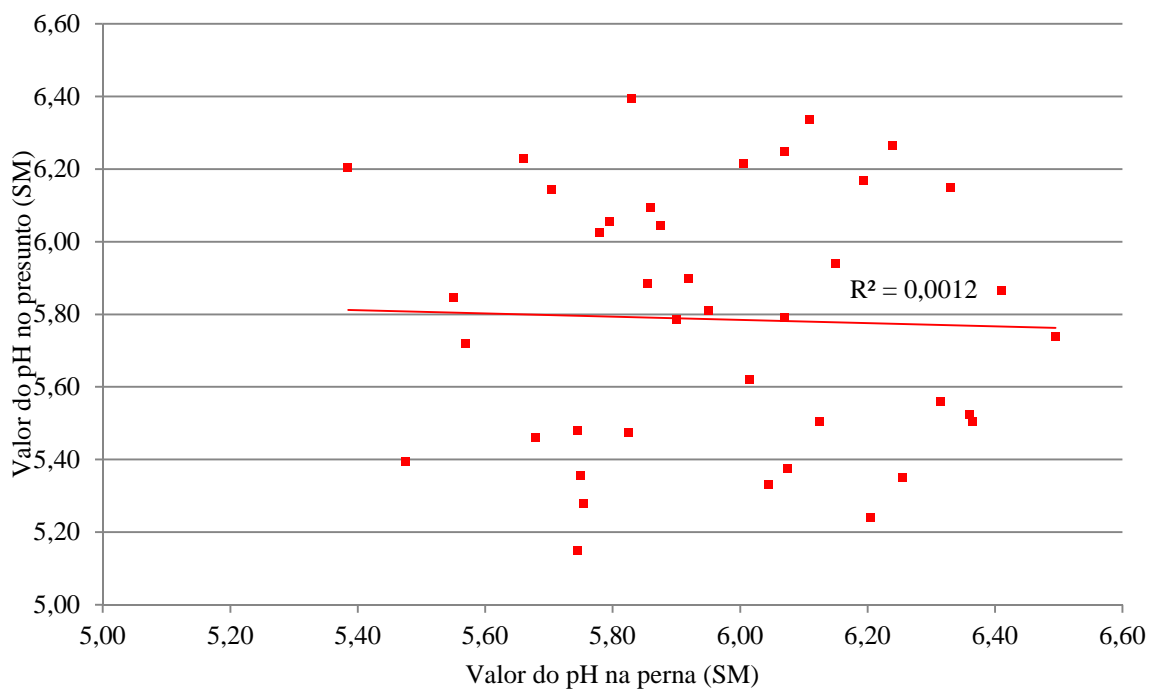
para  $p < 0,05$

Pelo contrário, seguindo a mesma tendência ocorrida no presente estudo, o abaixamento do valor de pH no final do processo também foi verificada por Molinero (2003) para presunto de suíno branco. Hernández e Huerta (1993) para presunto de suíno ibérico, obtiveram valores médios no músculo *Biceps femoris* do presunto de 6,11, o mesmo valor obtido para as pernas no início do processo. Virgili *et al.* (2007) obtiveram valores médios de 5,91 no músculo *Biceps femoris* do presunto, enquanto que nas pernas tinham obtido 5,73. A tendência verificada por Molinero (2003) ocorreu provavelmente devido ao uso de açúcar na etapa de pré-salga do presunto - tal como aconteceu no presente estudo, ao contrário do que aconteceu nos estudos de Arnau *et al.* (2005) e García Rey *et al.* (2004) que não fazem qualquer tipo de referência à utilização de açúcar. Hernández e Huerta (1993) também não fazem qualquer tipo de referência a estes coadjuvantes da cura, no entanto referem que apenas 37,75% das pernas apresentavam um valor de pH considerado ótimo para eles. Boades *et al.* (2000), citados por Molinero (2003), observaram em presuntos onde foi adicionada dextrose a não formação de cristais de fosfato na superfície do presunto, o que foi associado ao abaixamento do pH. Segundo este último autor, estes valores médios de pH podem ter sido consequência da fermentação dos açúcares por parte das bactérias ácido-lácticas. Por outro lado, Kloos e Schleifer (1986) e Kocur (1986), citados por Molinero (2003) referem que o *Staphylococcus xylosum*, a par do *Staphylococcus carnosus*, também têm, em condições aeróbias e anaeróbias, capacidade para a partir de açúcares, produzir ácidos.

Tomando em conta as afirmações de García Rey *et al.* (2004), não tendo acesso aos valores individuais obtidos para as pernas e presuntos de outros autores, analisando os valores medidos individualmente pode-se constatar que a evolução do pH durante o processamento não foi igual para todos os presuntos. No *Biceps femoris*, em 10 (25 %) presuntos o valor do pH baixou, pertencendo 6 à formulação normal. No *Semimembranosus*, em 14 (35%) presuntos o valor do pH baixou, pertencendo 8 à formulação normal. Analisando as tendências (ver Figuras 9 e 10 abaixo indicadas) verificou-se que não existe nenhuma tendência que indique que o pH nos presuntos aumenta em relação à matéria-prima, nem as tendências verificadas por García Rey *et al.* (2004), no presente estudo a existir tendência, é a de abaixamento do pH no presunto.



**Figura 9** - Valores do pH das pernas no músculo *Biceps femoris* (BF) e respectivo valor no presunto.



**Figura 10** - Valores do pH das pernas no músculo *Semimembranosus* (SM) e respectivo valor no presunto.

**4.2.2.2. Actividade da água ( $a_w$ ), Na, % Na como NaCl, K, % K como NaCl, cloretos (Cl como NaCl), humidade, cinzas, gordura, azoto total, proteína bruta, azoto não proteico, ácidos aminados livres, índice de proteólise, nitritos e nitratos**

Nos Quadros 25, 26, 27 e 28 são apresentados os valores obtidos da actividade da água ( $a_w$ ), Na, Na como NaCl, K, K como NaCl equivalente, cloretos (Cl como NaCl), humidade, cinzas, gordura, azoto total, proteína bruta, azoto não proteico, ácidos aminados livres, nitritos, nitratos e índice de proteólise obtidos no presunto.

**Quadro 25** - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros químicos, medidos na secção A do presunto.

Parâmetros	Secção A							
	Formulação comum				Formulação alternativa			
	<i>n</i> = 20				<i>n</i> = 20			
	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.
$a_w$	0,906 <sup>b</sup>	0,004	0,900	0,918	0,906 <sup>b</sup>	0,003	0,900	0,915
Na (% m/m)	7,10 <sup>a</sup>	11,61	0,57	45,63	2,66 <sup>a</sup>	1,46	1,07	6,29
% Na, como NaCl	18,02 <sup>a</sup>	29,50	1,44	115,91	6,76 <sup>a</sup>	3,70	2,71	15,97
K (% m/m)	3,53 <sup>a</sup>	4,19	0,07	21,86	3,75 <sup>a</sup>	6,97	0,53	13,59
% K, como NaCl	5,61 <sup>a</sup>	10,41	0,11	32,65	5,28 <sup>a</sup>	6,26	0,79	20,84
Cloretos (% Cl, como NaCl)	5,71 <sup>a</sup>	0,03	5,67	5,75	5,71 <sup>a</sup>	0,02	5,67	5,74
Humidade (% m/m)	55,13 <sup>c</sup>	2,09	52,95	59,35	54,52 <sup>c</sup>	1,43	52,59	56,48
Cinzas (% m/m)	8,44 <sup>a</sup>	0,84	7,39	10,14	7,31 <sup>a</sup>	2,59	1,50	9,62
Gordura (% m/m)	4,97 <sup>ab</sup>	2,71	2,83	12,01	4,94 <sup>ab</sup>	2,27	1,56	10,95
Azoto total (% m/m)	4,99 <sup>a</sup>	0,23	4,62	5,46	4,87 <sup>a</sup>	0,40	4,37	5,70
Proteína bruta (% m/m)	31,22 <sup>a</sup>	1,44	23,59	34,13	30,43 <sup>a</sup>	2,52	27,29	35,60
Azoto não proteico (% m/m)	1,15 <sup>ab</sup>	0,52	0,59	1,87	0,84 <sup>b</sup>	0,25	0,48	1,24
Ácidos aminados livres (mg/100g)	181,01 <sup>ab</sup>	59,22	108,93	282,13	180,87 <sup>ab</sup>	53,78	101,05	283,16
Índice de proteólise (ANP x 100/AT)	23,05 <sup>bc</sup>	10,96	11,63	39,95	17,25 <sup>c</sup>	5,02	9,71	27,32
Nitritos (mg/kg)	57,39 <sup>ab</sup>	37,19	22,25	124,07	24,03 <sup>b</sup>	24,37	3,25	66,26
Nitratos (mg/kg)	164,54 <sup>c</sup>	30,91	130,20	218,90	231,42 <sup>a</sup>	19,39	186,80	261,40

para  $p < 0,05$

**Quadro 26** - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros químicos, medidos na seção B do presunto.

Parâmetros	Seção B							
	Formulação comum				Formulação alternativa			
	n = 20				n = 20			
	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.
a <sub>w</sub>	0,916 <sup>a</sup>	0,014	0,900	0,951	0,917 <sup>a</sup>	0,009	0,900	0,924
Na (% m/m)	4,67 <sup>a</sup>	5,31	1,64	22,87	2,56 <sup>a</sup>	1,95	0,46	9,40
% Na, como NaCl	11,85 <sup>a</sup>	13,49	4,15	58,08	6,49 <sup>a</sup>	4,96	1,18	23,86
K (% m/m)	1,87 <sup>a</sup>	2,92	0,42	12,09	3,01 <sup>a</sup>	2,56	0,15	9,23
% K, como NaCl	2,79 <sup>a</sup>	4,36	0,62	18,05	4,49 <sup>a</sup>	3,82	0,23	13,79
Cloretos (% Cl, como NaCl)	5,69 <sup>ab</sup>	0,03	5,63	5,73	5,68 <sup>ab</sup>	0,04	5,61	5,73
Humidade (% m/m)	59,85 <sup>ab</sup>	2,77	53,83	63,38	59,45 <sup>ab</sup>	0,65	58,04	60,52
Cinzas (% m/m)	8,54 <sup>a</sup>	0,96	7,15	10,05	8,65 <sup>a</sup>	1,79	2,76	9,92
Gordura (%m/m)	5,93 <sup>a</sup>	2,09	0,25	8,66	5,03 <sup>ab</sup>	1,15	3,77	8,29
Azoto total (% m/m)	3,76 <sup>b</sup>	0,30	3,01	4,17	3,81 <sup>b</sup>	0,85	3,40	4,49
Proteína bruta (% m/m)	23,48 <sup>b</sup>	1,85	18,80	26,09	23,80 <sup>b</sup>	2,20	21,24	28,03
Azoto não proteico (% m/m)	1,39 <sup>a</sup>	0,27	0,95	1,80	0,93 <sup>b</sup>	0,29	0,46	1,36
Ácidos aminados livres (mg/100g)	145,65 <sup>b</sup>	85,39	32,85	268,37	219,33 <sup>a</sup>	49,00	145,82	303,65
Índice de proteólise (ANP x 100/AT)	36,97 <sup>a</sup>	8,59	24,40	52,41	24,41 <sup>bc</sup>	8,87	12,48	38,54
Nitritos (mg/kg)	44,90 <sup>ab</sup>	42,59	1,76	128,71	42,86 <sup>b</sup>	30,35	1,67	86,75
Nitratos (mg/kg)	181,01 <sup>bc</sup>	41,28	120,20	251,10	228,27 <sup>a</sup>	23,50	200,80	271,90

para p < 0,05

**Quadro 27** - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros químicos, medidos na seção C do presunto.

Parâmetros	Seção C							
	Formulação comum				Formulação alternativa			
	n = 20				n = 20			
	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.
a <sub>w</sub>	0,918 <sup>a</sup>	0,006	0,906	0,926	0,922 <sup>a</sup>	0,009	0,911	0,935
Na (% m/m)	3,66 <sup>a</sup>	4,97	0,66	20,89	2,71 <sup>a</sup>	1,34	0,39	5,58
% Na, como NaCl	9,29 <sup>a</sup>	12,63	1,68	53,07	6,89 <sup>a</sup>	3,40	1,00	13,29
K (% m/m)	1,11 <sup>a</sup>	0,71	0,08	2,47	3,77 <sup>a</sup>	4,60	0,48	15,43
% K, como NaCl	1,65 <sup>a</sup>	1,05	0,11	3,69	5,63 <sup>a</sup>	6,87	0,71	23,05
Cloretos (% Cl, como NaCl)	5,68 <sup>ab</sup>	0,03	5,61	5,73	5,67 <sup>b</sup>	0,05	5,59	5,76
Humidade (% m/m)	62,74 <sup>a</sup>	3,27	54,47	67,21	57,29 <sup>bc</sup>	8,42	56,92	63,11
Cinzas (% m/m)	8,61 <sup>a</sup>	1,04	1,69	9,98	8,50 <sup>a</sup>	1,41	6,14	9,80
Gordura (% m/m)	3,59 <sup>bc</sup>	1,88	1,71	7,92	2,55 <sup>c</sup>	0,90	1,80	5,04
Azoto total (% m/m)	3,88 <sup>b</sup>	0,19	3,47	4,11	3,76 <sup>b</sup>	0,29	3,20	4,12
Proteína bruta (% m/m)	24,22 <sup>b</sup>	1,21	21,66	25,66	22,88 <sup>b</sup>	1,83	20,02	25,74
Azoto não proteico (% m/m)	1,37 <sup>a</sup>	0,55	0,66	2,16	1,12 <sup>ab</sup>	0,15	0,90	1,40
Ácidos aminados livres (mg/100g)	150,80 <sup>b</sup>	24,98	110,80	196,64	241,09 <sup>a</sup>	58,85	43,18	287,69
Índice de proteólise (ANP x 100/AT)	35,31 <sup>a</sup>	14,65	16,81	58,31	29,79 <sup>ab</sup>	5,42	23,57	42,86
Nitritos (mg/kg)	86,20 <sup>a</sup>	60,46	9,12	125,43	33,76 <sup>b</sup>	29,31	3,34	84,68
Nitratos (mg/kg)	174,12 <sup>bc</sup>	51,45	115,10	251,10	200,95 <sup>ab</sup>	14,74	181,20	228,20

para p < 0,05

**Quadro 28** - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros químicos, medidos na secção T do presunto.

Parâmetros	Secção T							
	Formulação comum				Formulação alternativa			
	n = 20				n = 20			
	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.
$a_w$	0,918 <sup>a</sup>	0,011	0,908	0,980	0,917 <sup>a</sup>	0,019	0,900	0,980
Na (% m/m)	2,57 <sup>a</sup>	0,90	0,66	4,59	1,46 <sup>ab</sup>	1,17	0,29	7,55
% Na, como NaCl	6,53 <sup>a</sup>	2,28	1,67	11,66	3,71 <sup>ab</sup>	2,98	0,75	19,18
K (% m/m)	0,87 <sup>ab</sup>	0,50	0,07	2,05	1,70 <sup>a</sup>	1,00	0,13	5,65
% K, como NaCl	1,33 <sup>ab</sup>	0,76	0,11	3,06	2,47 <sup>a</sup>	1,48	0,19	8,44
Cloretos (% Cl, como NaCl)	5,54 <sup>a</sup>	0,26	4,85	5,75	5,62 <sup>a</sup>	0,18	5,03	5,73
Humidade (% m/m)	58,73 <sup>a</sup>	12,87	52,26	67,44	60,15 <sup>a</sup>	7,77	53,83	66,12
Cinzas (% m/m)	7,70 <sup>b</sup>	1,29	3,79	9,49	8,27 <sup>a</sup>	1,39	2,80	9,99
Gordura (% m/m)	4,70 <sup>a</sup>	2,07	1,92	13,06	4,89 <sup>a</sup>	2,04	1,15	11,83
Azoto total (% m/m)	4,24 <sup>a</sup>	0,42	2,75	5,03	4,28 <sup>a</sup>	0,36	3,72	5,40
Proteína bruta (% m/m)	26,49 <sup>a</sup>	2,65	17,17	31,43	26,77 <sup>a</sup>	2,25	23,25	33,74
Azoto não proteico (% m/m)	0,83 <sup>ab</sup>	0,26	0,23	1,36	0,99 <sup>a</sup>	0,26	0,36	1,48
Ácidos aminados livres (mg/100g)	216,16 <sup>a</sup>	43,35	148,97	312,97	199,40 <sup>a</sup>	65,33	78,03	305,11
Índice de proteólise (ANP x 100/AT)	19,58 <sup>ab</sup>	6,59	4,89	38,58	23,13 <sup>a</sup>	6,42	8,64	33,61
Nitritos (mg/kg)	21,53 <sup>a</sup>	22,31	1,12	99,89	30,97 <sup>a</sup>	31,45	2,45	99,80
Nitratos (mg/kg)	194,40 <sup>a</sup>	45,13	91,70	249,90	183,40 <sup>a</sup>	54,84	14,90	254,00

para  $p < 0,05$

### **Actividade da água ( $a_w$ )**

Analisando os resultados obtidos observou-se que os valores médios da  $a_w$  apresentaram uma tendência significativa para aumentar entre a secção A (superfície) e as secções B e C (no interior). Isto é considerado natural uma vez que – para além de outros factores já referidos (ver 2.7 da revisão bibliográfica) - a secção A – mais superficial – encontra-se mais exposta à desidratação por acção do sal e à secagem pelo ar, quando se compararam as duas formulações, verificou-se que não existiram diferenças significativas em todas as secções.

No que diz respeito à secção T, verificou-se que não existiram diferenças significativas.

Tomando como referência os valores apresentados no Quadro 7 da revisão bibliográfica pode-se constatar que todos os valores obtidos se encontram acima dos

indicados pelos diversos autores, sendo os da secção A de ambas as formulações os mais próximos de 0,90, que é o valor mais elevado indicado para presunto de suíno branco no referido quadro. Valor considerado por Ordóñez *et al.* (2005), como o valor a partir do qual a maioria das bactérias deixa de se desenvolver.

No entanto, todos os autores apresentaram tempos de cura mais elevados que o utilizado no presente estudo.

### ***Na (% Na, como Na e como NaCl)***

Analisando os resultados obtidos observou-se, em qualquer uma das formulações, que para os valores médios de Na<sup>+</sup> não existiram diferenças significativas em profundidade, de A a C.

Também ao mesmo nível na massa do presunto, em qualquer uma das três secções, não houve diferenças significativas entre as formulações. No entanto, verificou-se uma tendência para os valores médios de Na<sup>+</sup> serem mais elevados na formulação comum (secção A, 7,10% vs. 2,66% na alternativa; B, 4,67% vs. 2,56%; e C, 3,66% vs. 2,71%), situação teoricamente esperada face à diferença de composição salina entre as duas formulações testadas. Esta tendência, é principalmente evidente nas secções A e B onde na A a diferença é de 63% e de 46% na B. Comaposada *et al.* (2007), indicaram um valor médio de 7,16 % na superfície do presunto. Para as secções a maior profundidade não conseguimos encontrar valores para compararmos com os nossos resultados, provavelmente porque a maior parte dos autores não utilizaram esta abordagem do estudo da penetração do Na<sup>+</sup> no produto acabado.

Relativamente à apreciação da secção T verificou-se uma tendência significativa para o valor médio ser superior na formulação comum. O valor médio nesta secção da formulação comum é igual ao indicado pelo Centro de Segurança Alimentar e Nutrição (2007).

À análise de resultados que se faz com base nos resultados expressos em percentagem mássica de Na como NaCl equivalente, aplicam-se idênticas conclusões e o mesmo nível de significância.

Não se pode deixar de observar o elevado desvio e a amplitude entre os valores mínimo e máximo observados nas determinações de sódio (como Na, e, em consequência, como NaCl equivalente) nas diversas secções A, B, C e T. Este facto pode estar associado à própria técnica analítica, uma vez que a espectrometria de

absorção atômica aplica-se exclusivamente a gamas baixas de trabalho (0,0-3,0 ppm, para Na), o que obriga a uma preparação, das amostras de presunto para análise, laboriosa e com elevado grau de diluição, a qual introduz um erro de tipo aleatório nas leituras espectrofotométricas (ver *Determinação dos teores de sódio e potássio* nos materiais e métodos). Na outra face do problema, o doseamento de metais alcalinos (Na, K), metais que facilmente se ionizam na chama, incorre num tipo de erro instrumental específico e bem determinado, com uma componente sistemática – o erro de ionização - que se traduz pela ionização parcial do vapor atômico na chama, que é uma fracção não doseável, porque as características espectrais do ião alcalino são diferentes do correspondente átomo neutro (adaptado de Gonçalves, 1983). Como já foi referido (ver *Determinação dos teores de sódio e potássio* nos materiais e métodos) procurou minimizar-se o problema, introduzindo um sequestrante ( $\text{SrCl}_2$ ) em todas as soluções de amostras e padrões e procurou-se manter estacionárias as características reductoras da chama (condição fundamental para minimizar a ionização), mas cuja estabilidade apresenta na prática sempre algumas flutuações.

#### ***K (% K, como K e como NaCl)***

Analisando os resultados obtidos observou-se, em qualquer uma das formulações, que para os valores médios de  $\text{K}^+$  não existiram diferenças significativas em profundidade, de A a C.

Também ao mesmo nível na massa do presunto, em qualquer uma das três secções, não houve diferenças significativas entre as formulações. No entanto, verificou-se uma tendência para os valores médios de  $\text{K}^+$  serem mais elevados na formulação alternativa (secção A 3,53% vs. 3,75% para a comum; B, 1,87% vs. 3,01%; e C, 1,11% vs. 3,77%. Esta tendência, é principalmente evidente nas secções B e C onde na B a diferença é de 48% e de 71% na C.

Relativamente à apreciação da secção T verificou-se uma tendência significativa para o valor médio ser superior na formulação alternativa, consistente com o esperado teoricamente.

O valor médio obtido para a formulação comum (1,11%) na secção T é superior aos apresentados pelo Centro de Segurança Alimentar e Nutrição (2007) para produto acabado e Souci *et al.* (1986), citados por Comaposada *et al.* (2007) – na salga só com NaCl, que foram de 0,58% e 0,46% a 0,60%, respectivamente.

Á análise de resultados que se faz com base nos resultados expressos em percentagem mássica de K como NaCl equivalente aplicam-se idênticas conclusões e o mesmo nível de significância.

Tal como foi observado para o sódio, a elevada dispersão de resultados (DP, MÍN. e MÁX.) obtidos nas determinações de potássio (como K e como NaCl equivalente) nas diversas secções A,B,C e T, pode estar associado á técnica analítica. Tal como para o Na, também para o K, a espectrometria de absorção atómica utiliza-se numa gama baixa de trabalho (0,0-6,0 ppm, para K), pelo que se aplicam as considerações feitas anteriormente.

### ***Cloretos (% Cl, como NaCl)***

Analisando os resultados obtidos observou-se, em quaisquer das formulações, que para os valores médios de cloretos existiram diferenças significativas em profundidade, de A a C. Verificou-se que os valores médios de cloretos apresentaram uma tendência significativa para diminuir entre a secção A (superfície) e as secções B e C (no interior). Isto é considerado natural uma vez que – para além de outros factores já referidos (ver 2.7 da revisão bibliográfica) - a secção A – mais superficial – encontra-se mais exposta à acção dos sais.

Na secção A não existiram diferenças significativas entre formulações.

A secção B também não apresentou diferenças significativas.

Na secção C, verificou-se uma tendência para os valores médios de cloretos serem mais elevados na formulação comum.

A secção T também não apresentou diferenças significativas.

Num cômputo geral, os resultados médios obtidos para o teor de cloretos encontram-se abaixo dos habituais 7% expressos em NaCl, indicados por Baldini (2001), citado por Molinero (2003), comparando-os com os obtidos por Molinero (2003) para presunto Serrano e Hernández e Huerta (1993) para presunto Ibérico, 6,09 e 7,21, respectivamente, chega-se à mesma conclusão.

### ***Perfil Salino, Na, K e Cl***

Entende-se neste estudo por perfil salino, a relação entre os iões maioritários, isto é, os catiões alcalinos de Na e K e o anião cloreto (Cl<sup>-</sup>), presentes nas formulações

comum e alternativa, com origens endógena (da constituição tecidual da carne) e exógena (adicionados na pré-salga e salga). Após o estudo individualizado para cada um dos iões, julgou-se oportuno aprofundar a análise de resultados através dos seguintes estudos complementares:

- validação do perfil salino, mediante balanço iónico;
- e, efeito de penetração salina, através do perfil de composição relativa (NaCl vs. KCl).

A validação do perfil salino, fundamenta-se no princípio da electroneutralidade aplicável à generalidade dos compostos iónicos. Os sais de NaCl e KCl respeitam um mesmo tipo de fórmula iónica geral:



onde M representa o catião (carga +1; Na ou K) e A o anião (carga -1; Cl<sup>-</sup>). O balanço iónico, traduzido teoricamente pela igualdade:

$$\text{balanço catiónico} = \text{balanço aniónico}$$

no presente estudo resume-se a:

$$Cl = \sum (Na + K)$$

salvaguardando o uso de uma base de cálculo coerente. Para o efeito, os balanços foram calculados na base mássica comum, % de M ou A, expressa como NaCl equivalente, usando os valores médios dos Quadros 25, 26, 27 e 28. Os resultados só podem ser aceites como válidos, mediante um critério de aceitação. Como o balanço iónico envolve uma análise multiparamétrica (avalia-se a concordância de 3 parâmetros, Na, K e Cl), admitiu-se a validação dos perfis salinos nas diversas secções A, B, C e T, sempre que a diferença entre os balanços catiónico e aniónico não se distinguiu de zero, uma vez calculado o respectivo intervalo de confiança, a partir do desvio padrão combinado

(adaptado de Mendes, 2004). Os resultados e cálculos apresentam-se nos Apêndices I, II, III e IV. Todos os balanços iónicos foram validados.

O estudo do efeito de penetração salina, através do perfil de composição relativa, baseia-se no pressuposto conhecido de que a penetração do sal é um fenómeno cinético que se deve a um efeito de diferença de pressão osmótica. Migrando os iões do sal, por difusão na fase aquosa (água livre), do exterior para o interior das pernas, estabilizados por hidratação, segundo um mecanismo complexo condicionado por (Laranjeira, 2010, comunicação pessoal):

- características físico-mecânicas dos iões, principalmente o volume do ião hidratado e a sua massa; pelas suas características eléctricas - carga global unitária do ião (+1, para Na e K e -1, para Cl) e sua densidade de carga mássica (razão entre a carga do ião e a sua massa);

- pelas interacções electrostáticas atractivas e repulsivas entre iões e/ou grupos polares (principalmente das proteínas);

- e por impedimentos estereoquímicos, relacionados com a estrutura tridimensional das macromoléculas bem como a sua polaridade, que condicionam a velocidade de migração e fixação dos iões.

Assim, importava averiguar, neste estudo, como é que partindo de composições salinas conhecidas, usadas na formulação comum (100% NaCl) e na formulação alternativa (75% NaCl, 25% KCl), se processou a penetração do sal nos presuntos, uma vez finalizado o tempo de cura. Os resultados apresentados nos Quadros 25, 26, 27 e 28 e no Apêndice V mostram que em todas as secções, excepto na secção C, o conteúdo salino (expresso em % mássica de NaCl equivalente, ou na base molar) é tendencialmente superior na formulação comum. Por outro lado, ao contrário do que a composição da mistura salina teoricamente faria supôr, na formulação alternativa, a proporção molar de KCl nos presuntos (45-50%) é sempre superior à teórica (25%), como se pode observar no Apêndice V.

A maior taxa de penetração de sal na formulação comum, encontra fundamento nas características físico-mecânicas do ião sódio, um ião mais pequeno e menos pesado que o ião potássio, que difunde mais rapidamente através da estrutura proteica e de

forma mais desimpedida, devido à sua menor inércia e tamanho, podendo atravessar a barreira lipídica como ião fortemente hidratado, devido à atracção electrostática que exerce sobre as moléculas de água (e sobre os iões cloreto), que se fundamenta na sua elevada densidade de carga mássica,

O ião potássio é um ião comparativamente grande, pesado e que se difunde com maior inércia e maior impedimento estereoquímico, tem uma menor capacidade de estabilização por hidratação, porque possui a mesma carga global unitária do sódio (+1) mas a sua densidade de carga mássica é menor, logo exerce uma força atractiva por unidade de área menor (sobre as moléculas de água e sobre os iões cloreto). O que por hipótese pode justificar o acontecido, é que o ião potássio, pelo seu volume e por repulsão electrostática entre iões com a mesma carga ( $\text{Na}^+$  -  $\text{K}^+$ ), esteja a servir de barreira à penetração e difusão do ião sódio, que se traduz globalmente por uma menor penetração salina na formulação alternativa e justifica a desproporção encontrada experimentalmente nos perfis salinos dessa formulação, relativamente à composição salina teoricamente esperada.

### ***Humidade***

Analisando os resultados obtidos observou-se, em qualquer uma das formulações, que para os valores médios de humidade existiram diferenças significativas em profundidade, de A a C. Verificou-se que os valores médios da humidade apresentaram uma tendência significativa para aumentar entre a secção A (superfície) e as secções B e C (no interior). Isto é considerado natural uma vez que - para além de outros factores já referidos (ver 2.7 da revisão bibliográfica) - a secção A - mais superficial - encontra-se mais exposta à desidratação por acção do sal e à secagem pelo ar. Quando se comparam as duas formulações, verificou-se que não existiram diferenças significativas nas secções A e B, havendo diferenças significativas na secção C, cabendo o valor mais elevado à formulação comum.

O valor obtido para a formulação comum na secção C foi o valor mais elevado das três secções. Este facto à primeira vista não parece ter fundamento, pois os valores da  $a_w$  na secção C não apresentaram diferenças significativas entre as formulações, o teor de cloretos é superior, ainda que ligeiramente na formulação comum e as condições ambientais (% HR) a que as pernas estiveram sujeitas durante todo o processamento

foram exactamente as mesmas. No entanto o índice de proteólise foi mais elevado na formulação comum, facto este que pode estar associado ao teor elevado da humidade.

Na secção T não existiram diferenças significativas.

Comparando os resultados obtidos com os referenciados pelos diferentes autores e indicados no Quadro 7 da revisão bibliográfica, verificou-se que os valores obtidos são superiores aos apresentados pelos diversos autores para diferentes tipos de presunto. No entanto, todos os autores apresentaram tempos de cura mais elevados que o utilizado no presente estudo.

### *Cinzas*

Analisando os resultados obtidos observou-se, em qualquer uma das formulações, que para os valores médios de cinzas não existiram diferenças significativas em profundidade, de A a C.

Também ao mesmo nível na massa do presunto, em qualquer uma das três secções, não houve diferenças significativas entre as formulações.

Relativamente à apreciação da secção T verificou-se a existência de diferenças significativas entre formulações, cabendo o valor mais elevado à formulação alternativa (8,27% vs. 7,70%). Esta diferença pode estar associada à fracção salina, não volátil, já que na formulação alternativa se introduziu KCl (25%), apresentado este sal massa molar superior ao NaCl, o que influi na composição ponderal (mássica), no sentido observado experimentalmente neste estudo.

Os valores médios nesta secção são próximos dos apresentados pelos autores consultados. O Centro de Segurança Alimentar e Nutrição (2007) aponta o valor 7,00% como referência, Carpena (2006) associa o valor de cinzas à percentagem de cloretos e aponta um intervalo de valores de 6,00 a 6,25% de cinzas quanto o teor de cloretos apresentou valores médios de 5,65 % a 5,75%, expressos como cloreto de sódio. Na secção T do presunto, os valores médios de cloretos obtidos na mesma base, foram de 5,54% e 5,62%, para as formulações comum e alternativa, respectivamente.

Não se encontraram resultados de cinzas na bibliografia consultada relativos a diferentes níveis de profundidade do presunto.

## ***Gordura***

No que diz respeito aos valores obtidos e observando o Quadro 3 da revisão bibliográfica, verificou-se que as percentagens de gordura se encontram abaixo dos referenciados pelos diversos autores consultados, sendo mais próximos dos apontados pela Edideco (1996), talvez porque este também não incluiu a gordura subcutânea. Analisando os resultados obtidos em profundidade observou-se, que para os valores médios da gordura não existiram diferenças significativas entre a secção A de ambas as formulações e a secção B da formulação alternativa. A secção B da formulação normal apresentou um valor médio significativamente superior ao da secção A de ambas as formulações. A secção C da formulação alternativa apresentou diferenças significativas relativamente às secções A e B de ambas as formulações, apresentando um valor médio mais reduzido, e a secção C da formulação normal apresentou um valor médio significativamente inferior ao das secções A e B de ambas as formulações. A secção B, apresentou percentagens de gordura significativamente superior às das secções A e C. Este facto é evidenciado através das Figuras 6 e 7 dos materiais e métodos, em que se verifica que é nesta zona que se encontra a maior percentagem de gordura intermuscular. Polo e Ramos (2001), também demonstram o mesmo resultado, numa Figura apresentada para o corte longitudinal em presunto Ibérico.

Os valores obtidos para secção A de ambas as formulações não apresentaram diferenças significativas, relativamente à secção B verificou-se uma tendência significativa para o valor médio ser superior na formulação comum e o mesmo se verificou na secção C.

Na secção T pode-se verificar que não existiram diferenças significativas entre as formulações.

## ***Azoto total e proteína bruta***

Analisando os resultados obtidos observou-se que os valores médios do azoto total apresentaram uma tendência significativa para diminuírem entre a secção A (superfície) e as secções B e C (no interior).

Nos mesmos níveis de profundidade, não existiram diferenças significativas em nenhuma das três secções, entre as duas formulações.

No que diz respeito à secção T, também se verificou a inexistência de diferenças significativas.

Santos (2003) obteve para presunto serrano, valores médios de  $4,17 \pm 0,001\%$  para o músculo *Biceps femoris* e  $5,87 \pm 0,46\%$  para o *Semimembranosus*. No presente estudo obtiveram-se valores médios  $3,88 \pm 0,19\%$  e  $3,76 \pm 0,29\%$  de para o músculo *Biceps femoris* das formulações comum e alternativa, respectivamente, para o *Semimembranosus* obtiveram-se valores médios de  $4,99 \pm 0,46\%$  e  $4,87 \pm 0,40\%$  para as formulações comum e alternativa, respectivamente. Se mais uma vez considerarmos que o músculo *Semimembranosus* se situa na secção A do presunto e o *Biceps femoris* na secção C, então, os valores médios obtidos são próximos dos apresentados por Santos (2003), verificando-se a tendência dos valores médios nos músculos superficiais terem um valor mais elevado que os músculos localizados em profundidade.

Os valores médios da proteína bruta, apesar de serem apresentados nos Quadros 25, 26, 27 e 28, separadamente dos valores médios de azoto total, e sendo a proteína bruta obtida pela multiplicação do valor do azoto total por um factor estabelecido (*Determinação do teor de proteína bruta (método Kjeldahl) nos materiais e métodos*), pode-se observar nos referidos quadros que os valores médios acompanham as mesmas tendências dos valores do azoto total. No que diz respeito aos valores médios da proteína bruta, e observando o Quadro 3 da revisão bibliográfica, pode-se verificar que os resultados se encontram próximos dos referidos pelos diferentes autores.

### ***Azoto não proteico***

Relativamente aos valores médios deste parâmetro, em profundidade observou-se que:

- para a formulação comum os valores médios apresentaram uma tendência significativa para aumentarem entre a secção A (superfície) e as secções B e C (no interior);

- na formulação alternativa não se verificaram diferenças significativas entre as secções A e B, no entanto, a secção C apresentou um valor médio significativamente superior ao das duas primeiras secções ( $1,12\%$  vs.  $0,93\%$  secção B e vs.  $0,84\%$  secção A, respectivamente).

Relativamente aos valores médios obtidos secção a secção, comparando à mesma profundidade os resultados obtidos para ambas as formulações, verificou-se que a todos os níveis os valores nas três secções foram sempre significativamente mais elevados na formulação comum (secção A, 1,15% vs. 0,84% (<sup>ab</sup> vs. <sup>b</sup>); B, 1,39% vs. 0,93%; e C, 1,37% vs. 1,12% (<sup>a</sup> vs. <sup>ab</sup>); respectivamente).

Na secção T verificou-se que a formulação alternativa apresentou uma tendência significativa para apresentar um valor médio mais elevado que a formulação comum.

Tendo em conta que as secções A, B e C da formulação comum alcançaram valores médios superiores aos da formulação alternativa e que na secção T o valor médio desse parâmetro, pelo contrário, atingiu um valor superior ao desta última formulação, atribuímos esta discrepância a erros na amostragem ou nas técnicas analíticas. Estes erros poder-se-ão atribuir, entre outros, ao facto da distribuição do azoto não proteico na massa do presunto não ser homogénea, provavelmente devido à distribuição de agentes que condicionam a sua produção (ou inverso) não ser, também ela, homogénea.

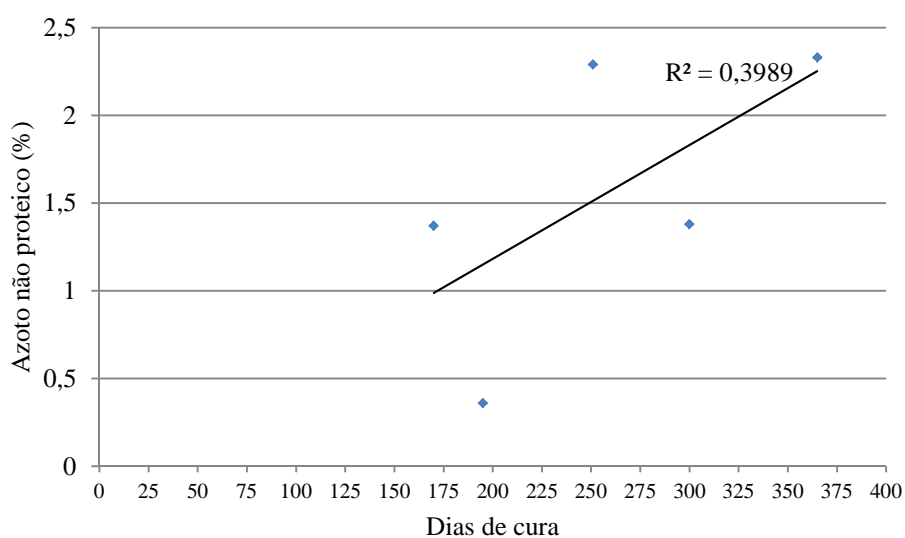
Analisando os valores de azoto não proteico obtidos por outros autores (ver Quadro 12 na revisão bibliográfica e Figuras 11 e 12 a seguir), verifica-se que:

- aos 195 dias de cura, Guerrero *et al.* (1999) obtiveram em presunto espanhol valores médios de  $0,36 \pm 0,33\%$  para o músculo *Biceps femoris*;

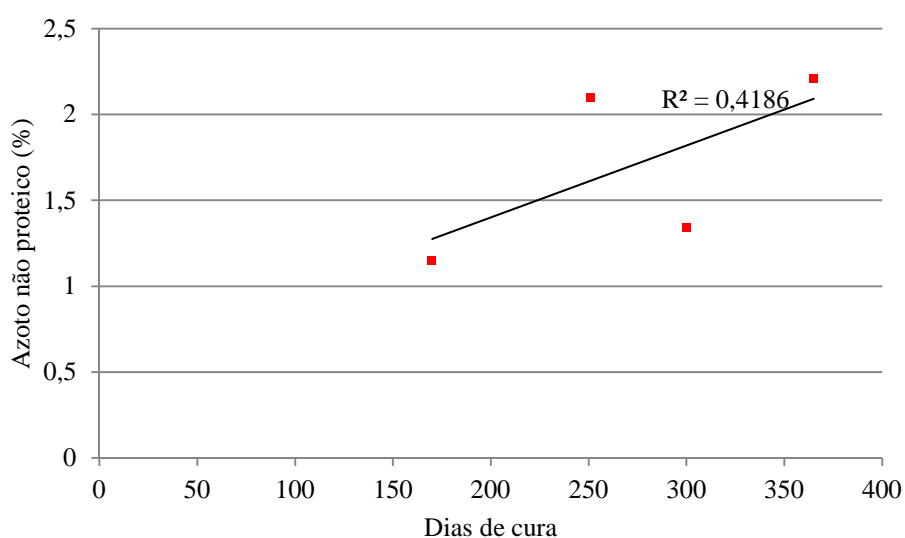
- Monin *et al.* (1997) obtiveram para presunto ibérico - com 251 dias de cura - valores médios de 2,29% para o músculo *Biceps femoris*, e 2,10%, para o *Semimembranosus*;

- García-Garrido *et al.* (1999) obtiveram para presunto ibérico - com 300 dias de cura - valores médios de 1,38% para o músculo *Biceps femoris* e 1,34% para o *Semimembranosus*;

- Santos (2003) obteve para presunto serrano - com 365 dias de cura - valores médios de  $2,33 \pm 0,22\%$  para o músculo *Biceps femoris* e  $2,21 \pm 0,01\%$  para o *Semimembranosus*.



**Figura 11** - Percentagens de azoto não proteico na secção C ou músculo BF, comparação com outros autores. Ordem dos resultados no gráfico: nosso trabalho; Guerrero *et al.* (1999); Monin *et al.* (1997); García-Garrido *et al.* (1999); Santos (2003).



**Figura 12** - Percentagens de azoto não proteico na secção A ou músculo SM, comparação com outros autores. Ordem dos resultados no gráfico: nosso trabalho; Monin *et al.* (1997); García-Garrido *et al.* (1999); Santos (2003).

Relativamente aos resultados obtidos nas diferentes secções definidas na profundidade do presunto, se mais uma vez considerarmos que o músculo *Semimembranosus* se situa na secção A do presunto e o *Biceps femoris* na secção C, então, os valores médios obtidos são:

- próximos dos apresentados por García-Garrido *et al.* (1999) (300 dias de cura);
- inferiores aos apresentados por Monin *et al.* (1997) e Santos (2003) (251 e 365 dias, respectivamente);
- e superiores aos apresentados por Guerrero *et al.* (1999), em BF (195 dias).

Se, deixarmos de lado Monin *et al.* (1997), e cogitarmos somente relativamente aos valores obtidos pelos autores espanhóis (Guerrero *et al.*, 1999; García-Garrido *et al.*, 1999; Santos, 2003), percebemos que este parâmetro aumentou com o aumento do tempo de cura. No presente estudo, os valores obtidos não se inserem numa sequência em que a um maior número de dias corresponderia uma mais elevada percentagem de azoto não proteico. Mas, podemos perceber que Monin *et al.* (1997), autores franceses, também obtiveram valores que não se enquadram nessa sequência. É provável que tanto nosso caso (presunto português, de suíno branco) como no de Monin *et al.* (1997) (presunto de Bayonne) tenha havido pormenores ao nível do processamento que tenham influenciado as diferenças verificadas ao nível dos resultados obtidos. Para além disso, os autores espanhóis (ver Quadro 12) - que fabricaram segundo as suas denominações presunto serrano, ibérico e espanhol - também podem ter utilizado pernas com origem em animais da raça Ibérica, o que também poderá ter contribuído para as diferenças medidas.

Considerando os nossos e os valores destes autores, pode também constatar-se a tendência para os valores médios nos músculos superficiais serem inferiores aos medidos nos músculos localizados em profundidade.

### ***Ácidos aminados livres***

Relativamente aos valores médios obtidos para os ácidos aminados livres em profundidade:

- para a formulação comum verificou-se que a secção A apresentou uma tendência significativa para apresentar um valor médio mais elevado que as secções B e C; entre estas duas secções não existiram diferenças significativas;

- para formulação alternativa, o comportamento foi idêntico ao da formulação comum, mas no sentido oposto;

Na formulação comum verificou-se que à medida que os valores médios dos ácidos aminados livres foram baixando o azoto não proteico foi aumentando. Este comportamento em profundidade dever-se-á provavelmente a uma elevada formação de peptídeos. Buscailhon *et al.* (1994) observaram um comportamento semelhante em presunto francês, entre os 179 e 273 dias de cura. Estes autores sugeriram duas hipóteses para estes factos:

(i) diminuição da actividade das exopeptidases – que reduzem os peptídeos a ácidos aminados - daqui resultando, proporcionalmente, um efeito de elevação da actividade das endopeptidases - produzindo estas os peptídeos;

(ii) degradação de aminoácidos livres.

Nos presuntos da formulação alternativa verificou-se um aumento dos ácidos aminados livres à medida que se avançou em profundidade, seguindo o azoto não proteico a mesma tendência. Este comportamento poderá estar relacionado com o facto das exopeptidases – cuja actividade seria reduzida pela acção do sal - manterem a sua actividade por ter havido uma tendência para o teor de sódio ser menor nesta formulação e nas respectivas secções.

Relativamente à análise dos resultados entre formulações para a mesma secção:

- na secção A verificou-se que não existiram diferenças significativas entre formulações;

- na secção B existiram diferenças significativas entre formulações, cabendo o valor médio mais elevado à formulação alternativa (219,33 mg/100g vs. 145,65 mg/100g);

- a secção C também existiram diferenças significativas, e a tendência da formulação alternativa para apresentar os valores médios mais elevados manteve-se (241,09 mg/100g vs. 150,80 mg/100g);

Entre as secções T, das formulações comparadas, não existiram diferenças significativas;

No que diz respeito aos valores médios obtidos pelos autores consultados, pode-se verificar que:

- Quaresma *et al.* (2003) obtiveram no músculo *Semimembranosus* de presunto português de suíno branco, valores médios de 954,40 mg/100g, aos 180 dias de processamento (cura rápida), e 884,70 mg/100g, aos 360 dias de cura. Estes valores sugerem que a extensão do período de cura não teve qualquer efeito no teor dos aminoácidos livres

- Monin *et al.* (1997) obtiveram um valor médio de 3192 mg/100g em presunto francês, aos 251 dias de cura;

- Aristoy e Toldrá (1991) obtiveram no músculo *Biceps femoris* de presunto espanhol um valor médio de 4258,23 mg/100g, aos 240 dias de cura;

Os resultados obtidos pelos diferentes autores levam-nos a concluir que o teor de aminoácidos livres obtidos nos presuntos portugueses (Quaresma *et al.*, 2003) foi inferior aos atingidos nos seus congéneres espanhóis e franceses. No que diz respeito aos resultados obtidos no nosso estudo, os mesmos também foram inferiores aos obtidos por todos os autores referidos.

Barroso e López (2001) referiram para presunto espanhol de suíno branco que a fracção dos ácidos aminados livres, geralmente correspondeu a mais de 50% do azoto não proteico. No presente estudo, os valores médios para a secção A foram de 15,74% e 21,55%, para as formulações comum e alternativa, respectivamente. Na secção B os valores médios foram de 10,50% para a formulação comum e 23,66% para a

formulação alternativa. Na secção C de 11,02% e 21,52%, para as formulações comum e alternativa, respectivamente;

- no que diz respeito à secção T, os valores médios da formulação comum foram mais elevados, 26,02% vs. 20,10%, no entanto, para todas as secções das duas formulações, os valores médios de ácidos aminados livres foram bastante inferiores a 50% do azoto não proteico.

Este facto poderá estar associado ao incremento de outra fracção do azoto não proteico, nomeadamente o azoto amoniacal, que se podia ter estudado no presente estudo mas devido à data limite de entrega do trabalho não foi possível.

### ***Índice de proteólise***

Relativamente aos valores médios deste parâmetro, em profundidade observou-se que:

- para as duas formulações os valores médios apresentaram uma tendência significativa para aumentarem entre a secção A (superfície) e as secções B e C (no interior);

À medida que se avançou ao longo das secções A, B e C verificou-se para ambas as formulações que os valores da proteína bruta foram diminuindo ao mesmo tempo que os valores do azoto não proteico e do índice de proteólise foram aumentando.

Gil *et al.* (1989), citados por Elias (1993), também verificaram este fenómeno nos músculos *Semimembranosus* e *Biceps femoris*, os autores atribuíram este facto a uma mais elevada concentração de NaCl no *Semimembranosus*, que conduz a uma menor proteólise. Situação esta que se verifica no presente estudo ainda que de forma mais ligeira. Por outro lado, León Crespo *et al.* (1986) associam esta situação ao valor da  $a_w$ , sendo as regiões com mais baixa actividade de água as que, segundo eles, registariam menores valores de proteólise, situação também confirmada pelo nosso estudo já que os valores médios da  $a_w$  apresentaram uma tendência significativa para aumentar entre a secção A (superfície) e as secções B e C (no interior).

Relativamente à análise dos resultados entre formulações para a mesma secção, verificou-se que:

- na secção A a formulação comum apresentou uma tendência significativa para apresentar um valor médio mais elevado que a formulação alternativa (23,05 vs. 17,25);

- na secção B existiram diferenças significativas entre formulações, cabendo o valor mais elevado à formulação alternativa (36,97 vs. 24,41);

- e na secção C a formulação comum apresentou uma tendência significativa para apresentar um valor médio mais elevado que a formulação alternativa (35,31 vs. 29,79).

Como termo de comparação, Hortós (1995), Astiasarán *et al.* (1989) e Flores *et al.* (1984), citados por Molinero (2003), referiram que o IP chegou a alcançar valores entre 25 e 30 no músculo *Biceps femoris*. Em estudos realizados em presunto Serrano, com 346 dias de cura, Molinero (2003) obteve 20,94 e 28,88 para os músculos *Semimembranosus* e *Biceps femoris*, respectivamente. Santos (2003) obteve, aos 365 dias de cura, para o mesmo tipo de presunto valores médios de 37,65 para o *Semimembranosus* e de 55,87 para o músculo *Biceps femoris*.

Quando se fez a comparação entre os valores apresentados pelos referidos autores com excepção de Santos (2003), e os obtidos no presente estudo, e ao associar-se o músculo *Semimembranosus* à secção A e o *Biceps femoris* à secção C, verificou-se que:

- os valores médios obtidos na secção A da formulação comum, apresentaram valores concordantes com os apresentados pelos autores, na formulação alternativa obteve-se um valor mais baixo;

- na secção C, os valores médios da formulação alternativa foram próximos dos valores apresentados pelos referidos autores, para a formulação comum os valores médios obtidos foram superiores aos obtidos por Flores *et al.* (1984) e Hortós (1995), citados por Molinero (2003) e Molinero (2003), provavelmente porque o teor de NaCl no produto acabado foi inferior ao obtido por Molinero (2003) como referido em *Cloretos (% Cl, como NaCl)* ou porque o tempo de cura foi mais reduzido, 170 dias (no nosso) face a 310 dias (no deste autor); para além destas duas razões, para a explicação dos resultados de IP obtidos, também pode ter contribuído o facto da  $a_w$  ter apresentado

valores superiores aos apontados por outros autores (ver Quadro 7) o que, segundo León Crespo *et al.* (1986), estará associado a um maior índice de proteólise; por último, os valores de pH obtidos no nosso trabalho foram inferiores aos obtidos pela maioria dos autores por nós consultados (ver 4.2.2.1.), o que terá possibilitado uma maior actuação das catpesinas.

Relativamente à secção T, a formulação alternativa apresentou uma tendência significativa para apresentar um valor médio mais elevado que a formulação comum.

### ***Nitritos e nitratos***

Observando os Quadros 25, 26, 27 e 28 e o Quadro 6 da revisão bibliográfica pode-se verificar que os valores médios obtidos para os teores de nitrato e nitrito atendem aos limites constantes do Decreto-Lei n.º 33/2008, de 25 de Fevereiro, que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2006/52/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Julho, rectificada pelo Jornal Oficial da União Europeia, n.º L78, de 17 de Março de 2007, que altera a Directiva n.º 95/2/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Fevereiro, relativa aos aditivos alimentares, com excepção dos corantes e dos edulcorantes, e a Directiva n.º 94/35/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de Junho.

Apesar do que consta no parágrafo anterior, analisando os valores máximos de nitritos e nitratos atingidos em diferentes secções, pode-se verificar que:

- na secção A da formulação comum o valor máximo de nitritos ultrapassa os 100 mg/kg, na mesma secção; para a formulação alternativa verificou-se que o valor máximo de nitratos ultrapassa os 250 mg/kg;

- na secção B para ambas as formulações registou-se a mesma situação para o teor de nitratos e o valor máximo do teor de nitritos da formulação comum também excedeu os limites;

- na secção C os valores máximos de nitratos e nitritos na formulação comum estão para além dos limites regulamentares;

- na secção T só o valor máximo de nitratos da formulação alternativa que ultrapassa os limites.

Relativamente aos resultados obtidos para os nitritos, observou-se que os valores médios não apresentaram diferenças significativas entre a secção A (superfície) e a secção B (interior), quanto à secção C, a formulação comum apresentou uma tendência significativa para aumentar em relação às secções A e B e a formulação alternativa não apresentou diferenças significativas em relação as secções A e B.

No que diz respeito aos valores médios obtidos para os nitratos na formulação comum em profundidade, verificou-se que não existiram diferenças significativas entre as secções A e B, existindo diferenças significativas entre a secção C e as secções A e B, já que a secção C apresentou um valor mais elevado. Para a formulação alternativa em profundidade apresentaram uma tendência significativa para diminuir entre as secções A e B e a secção C.

Analisando secção a secção para os dois parâmetros pode-se verificar que os valores médios de nitratos na secção A apresentaram diferenças significativas, sendo a formulação alternativa a que apresentou um valor mais elevado. Quanto aos nitritos verificou-se que também existiram diferenças significativas, apresentando a formulação alternativa um valor inferior como seria espectável, uma vez que os valores de nitratos serem mais elevados nesta formulação.

Na secção B os nitratos apresentaram diferenças significativas entre formulações. Quanto aos nitritos verificou-se uma tendência significativa para o valor médio ser superior na formulação comum.

Na secção C os nitritos apresentaram diferenças significativas entre formulações. Ainda quanto aos nitritos, verificou-se uma tendência significativa para o valor médio ser superior na formulação comum. Entre as formulações, verificou-se que o teor de nitratos foi superior para a formulação alternativa e o teor de nitritos superior na formulação comum.

Na secção T não se verificaram diferenças significativas, entre as duas formulações, para os dois parâmetros, obtendo-se os seguintes valores médios:

- para os nitratos: 194,40 e 183,40 (mg/kg) para a formulação comum e alternativa, respectivamente;

- para os nitritos: 21,53 (mg/kg) e 30,97 (mg/kg) para a formulação comum e alternativa, respectivamente.

Relativamente aos valores médios obtidos por outros autores; Hernández e Huerta (1993) em presunto ibérico com 360 dias de cura, obtiveram valores médios de nitratos (ppp) de 184,26 e 75,61 na superfície e no interior, respectivamente. Quanto ao nitrito (ppm), os valores médios obtidos foram de 25,62 e 15,56 para a superfície e interior, respectivamente. Não sendo referido pelos autores a que profundidade se referem quando falam em “interior”.

Apesar da concentração inicial de nitratos e nitritos (0,1% no nosso estudo e 0,8% no estudo dos referidos autores), do maior período de cura e de outros factores associados ao processamento, se compararmos os resultados obtidos com os apontados pelos autores, e apesar de se terem obtido valores máximos para as secções A, B, C e T que excedem os limites estabelecidos pela legislação vigente, considera-se que os valores médios da secção T, que são os únicos comparáveis com os dos referidos autores, estão próximos dos por eles obtidos.

#### 4.2.3. Parâmetros microbiológicos do presunto

Nos Quadros 29, 30 e 31 são apresentados os resultados obtidos das contagens de microrganismos aeróbios mesófilos a 30°C, microrganismos halotolerantes, contagem de bolores, contagem de leveduras, contagem de *Escherichia coli*, contagem de *Staphylococcus coagulase +*, pesquisa de *Salmonella* spp. e pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores nos 10 presuntos seleccionados aleatoriamente. 5 provenientes da formulação comum e os restantes da formulação alternativa.

**Quadro 29** - Perfil microbiológico para a secção A do presunto: Valores médios obtidos para a contagem de aeróbios mesófilos a 30°C, contagem de microrganismos halotolerantes, contagem de bolores, contagem de levedura, contagem de *Escherichia coli*, Contagem de *Staphylococcus coagulase +*, pesquisa de *Salmonella* spp. e pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores.

Parâmetros	Secção A	
	Formulação comum	Formulação alternativa
	<i>n</i> = 5 MÉDIA	<i>n</i> = 5 MÉDIA
Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C (u.f.c./g)	1,50 x 10 <sup>10</sup>	1,12 x 10 <sup>9</sup>
Contagem de microrganismos halotolerantes (u.f.c./g)	3,15 x 10 <sup>7</sup>	1,05 x 10 <sup>10</sup>
Contagem de bolores (u.f.c./g)	2,75 x 10 <sup>5</sup>	7,91 x 10 <sup>5</sup>
Contagem de leveduras (u.f.c./g)	1,68 x 10 <sup>6</sup>	4,30 x 10 <sup>4</sup>
Contagem de <i>Escherichia coli</i> (u.f.c./g)	3,15 x 10 <sup>2</sup>	25
Contagem de <i>Staphylococcus coagulase +</i> (u.f.c./g)	< 1	< 1
Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g
Pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores	Ausência em 1 g	Ausência em 1 g

**Quadro 30** - Perfil microbiológico para a secção B do presunto: Valores médios obtidos para a contagem de aeróbios mesófilos a 30°C, contagem de microrganismos halotolerantes, contagem de bolores, contagem de levedura, contagem de *Escherichia coli*, Contagem de *Staphylococcus coagulase* +, pesquisa de *Salmonella* spp. e pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores.

Parâmetros	Secção B	
	Formulação comum	Formulação alternativa
	<i>n</i> = 5 MÉDIA	<i>n</i> = 5 MÉDIA
Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C (u.f.c./g)	1,90 x 10 <sup>10</sup>	1,48 x 10 <sup>6</sup>
Contagem de microrganismos halotolerantes (u.f.c./g)	1,54 x 10 <sup>7</sup>	5,15 x 10 <sup>5</sup>
Contagem de bolores (u.f.c./g)	2,16 x 10 <sup>3</sup>	3,82 x 10 <sup>3</sup>
Contagem de leveduras (u.f.c./g)	7,92 x 10 <sup>3</sup>	3,75 x 10 <sup>3</sup>
Contagem de <i>Escherichia coli</i> (u.f.c./g)	35	< 1
Contagem de <i>Staphylococcus coagulase</i> + (u.f.c./g)	< 1	< 1
Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g
Pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores	Ausência em 1 g	Ausência em 1 g

**Quadro 31** - Perfil microbiológico para a secção C do presunto: Valores médios obtidos para a contagem de aeróbios mesófilos a 30°C, contagem de microrganismos halotolerantes, contagem de bolores, contagem de levedura, contagem de *Escherichia coli*, Contagem de *Staphylococcus coagulase* +, pesquisa de *Salmonella* spp. e pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores.

Parâmetros	Secção C	
	Formulação comum	Formulação alternativa
	<i>n</i> = 5 MÉDIA	<i>n</i> = 5 MÉDIA
Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C (u.f.c./g)	1,45 x 10 <sup>10</sup>	4,05 x 10 <sup>5</sup>
Contagem de microrganismos halotolerantes (u.f.c./g)	1,51 x 10 <sup>7</sup>	2,10 x 10 <sup>5</sup>
Contagem de bolores (u.f.c./g)	1,55 x 10 <sup>2</sup>	6,05 x 10 <sup>2</sup>
Contagem de leveduras (u.f.c./g)	4,83 x 10 <sup>3</sup>	8,50 x 10 <sup>3</sup>
Contagem de <i>Escherichia coli</i> (u.f.c./g)	< 1	< 1
Contagem de <i>Staphylococcus coagulase</i> + (u.f.c./g)	< 1	< 1
Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g
Pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores	Ausência em 1 g	Ausência em 1 g

#### 4.2.3.1. Contagem de aeróbios mesófilos a 30°C

Analisando os Quadros 29, 30 e 31 verificou-se que:

- no que diz respeito à contagem de microrganismos totais, constatou-se que os resultados médios obtidos para as três secções da formulação comum ultrapassaram os valores limite máximos indicados no Proyecto de actualización de la RM n.º 615-2003 -

Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (ver Quadro 10 na revisão bibliográfica). Relativamente à formulação alternativa, verificou-se que os valores obtidos para a secção A seguem a mesma tendência da formulação comum, contudo, apresentam um valor mais baixo,  $1,12 \times 10^9$  u.f.c./g face a  $1,50 \times 10^{10}$  u.f.c./g. Nas secções B e C, pode-se verificar que os valores médios se encontram-se dentro dos limites apresentados, importa referir que o valor obtido para a secção C foi o mais baixo, como seria expectável, devido à localização (profunda) da mesma no presunto, para além da protecção que lhe é conferida pelo courato e pelo toucinho. De acordo com o referencial acima indicado, os resultados para o referido grupo microbiano sugerem produtos em evolução microbiológica, podendo ser assumida deterioração caso o tempo de cura tenha sido ultrapassado, o que não se verificou no presente estudo, dado que o tempo habitual de cura não chegou a ser alcançado pelas razões já indicadas.

- Como se pode verificar no ponto 4.1.2. relativo aos parâmetros microbiológicos das pernas, a contagem de aeróbios mesófilos a 30°C apresentou um valor médio acima dos indicados na legislação vigente (Regulamento (CE) N.º 1441/2007, da Comissão de 5 de Dezembro de 2007, que altera o Regulamento (CE) N.º 2073/2005, da Comissão de 15 de Novembro de 2005 (ver Quadro 9 na revisão bibliográfica). Como foi referido ao longo do ponto 2.10 da revisão bibliográfica a carga microbiana da matéria-prima afecta claramente o produto acabado, o que nos levou a pensar que no presente estudo, ainda mais, pelo facto do processo produtivo não ter a duração habitual (210 dias) face aos 170 dias, pela razão já mencionada;

- é de realçar que a formulação comum apresentou valores médios superiores aos indicados (ver Quadro 10 na revisão bibliográfica) em todas as secções. A formulação alternativa apresentou valores médios que ultrapassam o estabelecido apenas na secção A;

- Blesa *et al.* (2008) obtiveram para a zona superficial de presunto espanhol aos 50 dias da etapa de pós-salga, valores médios de aproximadamente  $10^6$  u.f.c./g quando substituíram parcialmente (50%) o NaCl (formulação alternativa) por KCl e na formulação de controlo (100% NaCl) valores médios de aproximadamente  $10^7$  u.f.c./g, para uma secção mais interna obtiveram valores médios de  $10^5$  u.f.c./g para a formulação alternativa e valores ligeiramente inferiores a  $10^6$  u.f.c./g para a formulação

comum, numa secção mais profunda os valores médios obtidos foram de  $10^5$  u.f.c./g para a formulação alternativa e  $10^6$  u.f.c./g para a formulação normal;

- relativamente aos resultados obtidos por outros autores, Hernández e Huerta (1993) obtiveram valores inferiores a  $10^5$  u.f.c./g na superfície de presunto ibérico e valores inferiores a  $10^4$  u.f.c./g em profundidade (aos 360 dias). Losantos *et al.* (2000) obtiveram para presunto serrano e ibérico  $3,8 \times 10^4$  u.f.c./g e  $8,2 \times 10^3$  u.f.c./g, respectivamente, sem especificarem onde foi efectuada a recolha da amostra. García *et al.* (2000) obtiveram valores inferiores a  $10^8$  u.f.c./g em presunto ibérico com alteração junto ao fémur. Carrascosa *et al.* (1988) obtiveram para presunto serrano de cura rápida (160 dias), valores inferiores a  $10^5$  u.f.c./g.

#### **4.2.3.2. Contagem de microrganismos halotolerantes**

Analisando os Quadros 29, 30 e 31 verificou-se que:

- no que diz respeito à contagem de microrganismos halotolerantes, pode-se verificar que os valores médios obtidos na secção A são mais elevados ( $1,05 \times 10^{10}$  u.f.c./g) na formulação alternativa, inclusive estes valores encontram-se acima do limite de aceitabilidade indicado (ver Quadro 10 na revisão bibliográfica), contudo, a formulação comum também apresentou valores médios elevados ( $3,15 \times 10^7$  u.f.c./g), ainda que estes se encontrem dentro dos limites apresentados;

- na secção B da formulação alternativa notou-se um abaixamento dos valores médios deste grupo microbiano ( $5,15 \times 10^5$  u.f.c./g) estando estes dentro dos limites apresentados. Para a formulação comum os valores médios obtidos são idênticos aos da secção A ( $1,54 \times 10^7$  u.f.c./g);

- na secção C os valores obtidos para as duas formulações mantiveram-se praticamente constantes em relação à secção B,  $1,51 \times 10^7$  u.f.c./g e  $2,10 \times 10^5$  u.f.c./g para as formulações comum e alternativa, respectivamente;

- Blesa *et al.* (2008) obtiveram para a zona superficial de presunto espanhol aos 50 dias da etapa de pós-salga, valores médios de aproximadamente  $10^5$  u.f.c./g quando substituíram parcialmente (50%) o NaCl (formulação alternativa) por KCl e na formulação de controlo (100% NaCl) o resultado foi idêntico, para uma secção mais interna obtiveram valores médios de  $10^4$  u.f.c./g para as duas formulações, numa secção mais profunda os valores médios obtidos foram de  $10^4$  u.f.c./g para a formulação alternativa e ligeiramente inferiores a  $10^4$  u.f.c./g para a formulação normal;

- relativamente aos resultados obtidos por outros autores, Hernández e Huerta (1993) obtiver valores inferiores a  $10^5$  u.f.c./g na superfície de presunto ibérico e valores de  $10^4$  u.f.c./g em profundidade (aos 360 dias);

- os resultados corroboram o referido por vários autores (ver ponto 2.10 da revisão bibliográfica) que indicam que os microrganismos halotolerantes são dos que se apresentam em maior quantidade nos presuntos.

- em relação aos valores obtidos pelos diferentes autores verificou-se que os resultados obtidos no presente estudo apresentaram valores mais elevados, pensa-se que uma das razões para esta situação possa ter sido o facto dos valores médios de  $a_w$  serem mais elevados que os valores obtidos pelos diversos autores e também porque o processo produtivo não teve a duração habitual (210 dias) face aos 170 dias, pela razão já mencionada.

#### **4.2.3.3. Contagem de bolores**

Analisando os Quadros 29, 30 e 31 verificou-se que:

- para a contagem de bolores pode-se verificar que na secção A o número médio de u.f.c./g se encontra dentro dos limites apresentados (ver Quadro 10) para ambas as formulações, e o resultado médio obtido para as duas formulação é semelhante,  $2,75 \times 10^5$  u.f.c./g para formulação comum e  $7,91 \times 10^5$  u.f.c./g para a formulação alternativa;

- na secção B os valores médios para as duas formulações encontram-se abaixo dos limites indicados, uma vez que ocorreu um decréscimo de bolores em relação à

secção A. Os resultados médios foram de  $2,16 \times 10^3$  e  $3,82 \times 10^3$  para as formulações comum e alternativa, respectivamente;

- na secção C a par da secção B os valores médios também se encontraram abaixo dos referidos limites e mais uma vez pode verificar-se que ocorreu um decréscimo de bolores em relação à secção A. Os resultados médios foram de  $1,55 \times 10^2$  u.f.c./g e  $6,05 \times 10^2$  u.f.c./g para as formulações comum e alternativa, respectivamente;

- relativamente aos resultados obtidos pelos autores consultados, Núñez (1995) e Rodríguez (1995), citados por Jovita *et al.* (2001) obtiveram aos 690 dias de processamento valores na superfície de presunto ibérico superiores a  $10^5$  u.f.c./g. García *et al.* (2000) obtiveram valores inferiores a  $10^2$  u.f.c./g no conjunto de bolores e leveduras em presunto ibérico com alteração junto ao fémur;

- antes de se retirar qualquer tipo de conclusão entre os resultados médios obtidos e os valores médios obtidos pelos autores, convém referir que os valores obtidos para todas as secções na duas formulações se encontram dentro dos limites apresentados (ver Quadro 10), contudo, importa relembrar, que os valores de referência são apresentados por outros autores que indicaram um valor mínimo e máximo para a contagem de bolores, dado que não existe legislação vigente para o presunto e também porque em termos de bibliografia também não se encontraram muitos resultados relativos à contagem de bolores;

- pode-se verificar que os valores médio obtidos na secção A são idênticos aos apresentados por Jovita *et al.* (2001), sendo os obtidos para as restantes secções inferiores. Em relação aos valores médios apresentados por García *et al.* (2000), o respectivo estudo não permite concluir se os dados se referem à superfície, no interior, em profundidade ou noutra local que os autores obtiveram valores inferiores a  $10^2$  u.f.c./g para a população fúngica, portanto tiveram-se algumas dificuldades em fazer qualquer tipo de relação. Num cômputo geral, pensou-se que os valores obtidos para as três secções das duas formulações podem ser considerados normais, e aceitáveis durante o processo.

#### 4.2.3.4. Contagem de leveduras

Analisando os Quadros 29, 30 e 31 verificou-se que:

- para a contagem de leveduras pode-se verificar que na secção A o número médio de u.f.c./g se encontra dentro dos limites apresentados (ver Quadro 10) para ambas as formulações, sendo o resultado médio da formulação comum superior ao da formulação alternativa,  $1,68 \times 10^6$  u.f.c./g e  $4,30 \times 10^4$  u.f.c./g, repectivamente;

- para as secções B e C também se verificou que número médio de u.f.c./g se encontra abaixo dos limites indicados (ver Quadro 10) para ambas as formulações, e também se notou um decréscimo no valor das contagens, dado que os valores baixaram a para  $10^3$  u.f.c./g em ambas as formulações, observando-se um decréscimo maior na formulação comum;

- para presunto ibérico Núñez (1995) e Rodríguez (1995), citados por Jovita *et al.* (2001) obtiveram aos 690 dias de processamento valores médios à superfície ligeiramente inferiores a  $10^5$  u.f.c./g. Monte *et al.* (1986) para o mesmo tipo de presunto apresentam valores de  $10^4$  a  $10^6$  u.f.c./g sem referirem em que local obtiveram este valor, ainda para o mesmo tipo de presunto, Hernández e Huerta (1993) obtiveram à superfície valores de  $10^4$  u.f.c./g e Monte *et al.* (1986), citados por Molinero (2003) obtiveram valores de  $10^4$  a  $10^5$  u.f.c./g também à superfície;

- na superfície de presunto serrano Giménez (1992), citado por Elias (1993) obteve valores de  $10^5$  u.f.c./g o mesmo valor obtido por Molinero (2003) aos 120 dias de cura, contudo aos 310 obteve valores de  $10^2$  u.f.c./g;

- na superfície de presunto de Parma, Simoncini *et al.* (2007) obteve aos 372 dias valores de  $10^5$  u.f.c./g a  $10^7$  u.f.c./g;

- num cômputo geral, pensou-se que os valores obtidos para as três secções das duas formulações podem ser considerados normais, e aceitáveis durante o processo.

#### **4.2.3.5. Contagem de *Escherichia coli***

Analisando os Quadros 29, 30 e 31 verificou-se que:

- no que diz respeito à contagem de *Escherichia coli* pode-se verificar que na secção A o número médio de u.f.c./g para ambas as formulações se encontra dentro dos limites apresentados (ver Quadro 10 na revisão bibliográfica), contudo, o valor da formulação comum foi superior,  $3,15 \times 10^2$  u.f.c./g vs. 25 u.f.c./g, respectivamente;

- na secção B para a formulação alternativa o número de u.f.c./g foi  $< 1$  para as amostras analisadas, enquanto que para a formulação comum foi de 35 u.f.c./g, o que indica que para esta secção o número médio de u.f.c./g se encontra dentro dos limites apresentados.

- na secção C de ambas as formulações o número de u.f.c./g foi  $< 1$  para as amostras analisadas;

- analisando as secções na totalidade pode-se verificar que a *Escherichia coli* encontrou-se apenas nas secções A e B, nesta última apenas para a formulação comum. Sabendo que na matéria-prima não foi detectada a presença deste microrganismo, pensou-se que poderá ter existido incumprimento das boas práticas de higiene durante a etapa de desossa.

#### **4.2.3.6. Contagem de *Staphylococcus coagulase* +**

Analisando os Quadros 29, 30 e 31 verificou-se que:

- na contagem de *Staphylococcus coagulase* + em todas as secções e formulações o número de u.f.c./g foi  $< 1$ .

#### **4.2.3.7. Pesquisa de *Salmonella* spp.**

Analisando os Quadros 29, 30 e 31 verificou-se que:

- na pesquisa de *Salmonella* spp. verificou-se a ausência desta bactéria em todas as secções e formulações, mesmo nas unidades em que, em meio selectivo, se obteve crescimento de colónias características de *Salmonella* spp., os resultados foram negativos após a confirmação em galerias Api20E.

#### **4.2.3.8. Pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores**

Analisando os Quadros 29, 30 e 31 verificou-se que:

- na pesquisa de esporos de clostrídios sulfito-redutores verificou-se a ausência desta bactéria em todas as secção e formulações.

#### **4.2.4. Parâmetros reológicos**

##### **4.2.4.1. Análise do perfil de textura (Texture Profile Analysis - TPA)**

No Quadro 32 são apresentados os resultados obtidos para os parâmetros da textura: Dureza, Fragilidade, Elasticidade, Coesividade, Mastigabilidade e Gomosidade.

##### ***Dureza F1***

No que diz respeito aos valores médios obtidos para a Dureza F1 na formulação comum, verificou-se a existência de diferenças significativas entre músculos, sucedendo o mesmo para a formulação alternativa.

Entre formulações verificou-se a inexistência de diferenças significativas para o músculo *Biceps femoris* e a existência de diferenças significativas para o *Semimembranosus*.

Os valores mais elevados couberam aos músculos *Semimembranosus* de ambas as formulações. Para a formulação comum o valor médio foi de 8300 g e para a formulação alternativa foi de 6273 g. Notando-se neste parâmetro a necessidade da formulação alternativa de dispor de mais tempo para atingir valores idênticos aos da formulação comum. Molinero (2003) referiu que valores mais baixos de dureza estão associados ao índice de proteólise e ao conteúdo salino, quanto maior for o índice de proteólise e menor o teor de sal, menor será a dureza.

**Quadro 32** - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros da textura, medidos nos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus* para ambas as formulações.

Parâmetros	Formulação comum								Formulação alternativa							
	<i>Biceps femoris</i>				<i>Semimembranosus</i>				<i>Biceps femoris</i>				<i>Semimembranosus</i>			
	<i>n = 20</i>				<i>n = 20</i>				<i>n = 20</i>				<i>n = 20</i>			
	MÉD.	± DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	± DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	± DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	± DP	MÍN.	MÁX.
Dureza F1 (g)	2364 <sup>c</sup>	1956	388	8023	8300 <sup>a</sup>	6528	800	25000	3304 <sup>c</sup>	3305	418	18690	6273 <sup>b</sup>	3707	1431	18690
Dureza F2 (g)	2085 <sup>c</sup>	1767	355	7099	7826 <sup>a</sup>	6390	761	24987	2962 <sup>c</sup>	2910	376	16188	5811 <sup>b</sup>	3374	1274	17324
Fragilidade	0,88 <sup>c</sup>	0,05	0,72	1,03	0,94 <sup>a</sup>	0,05	0,76	1,02	0,90 <sup>b</sup>	0,03	0,83	1,00	0,93 <sup>a</sup>	0,03	0,85	1,05
Elasticidade	0,57 <sup>b</sup>	0,07	0,37	0,73	0,59 <sup>b</sup>	0,10	0,25	0,83	0,64 <sup>a</sup>	0,08	0,26	0,83	0,64 <sup>a</sup>	0,07	0,47	0,76
Coesividade	0,51 <sup>b</sup>	0,05	0,34	0,67	0,53 <sup>b</sup>	0,09	0,30	0,80	0,58 <sup>a</sup>	0,10	0,42	1,26	0,55 <sup>a</sup>	0,09	0,31	0,83
Mastigabilidade (g)	710 <sup>b</sup>	612	76	2665	2924 <sup>a</sup>	3333	223	17336	1219 <sup>b</sup>	1220	143	7160	2234 <sup>a</sup>	1473	546	6092
Gomosidade (g)	1231 <sup>b</sup>	1053	199	3806	4654 <sup>a</sup>	4541	3,95	403	1943 <sup>b</sup>	1986	228	11557	3414 <sup>a</sup>	2030	8,05	8597

para  $p < 0,05$

Se mais uma vez se assumir que o *Semimembranosus* se situa na secção A do presunto e o *Biceps femoris* na secção C a afirmação do referido autor foi comprovada pelo presente estudo, uma vez que na secção A de ambas as formulações o teor de cloretos apresentou uma tendência significativa para ser mais elevado que nas secções B e C. Verificando-se tendência contrária para o índice de proteólise.

Tabilo *et al.* (1999) observaram que presuntos cuja matéria-prima que lhes deu origem, tenha apresentado valores de pH entre 5,8 e 6,0, tendem a ser mais duros que aqueles que tenham sido produzidos com pernas com valor de pH superior a 6,0. No entanto, Ramirez (2005) observou exactamente o contrário. No presente estudo os valores médios de pH situaram-se todos entre os limites apresentados por Tabilo *et al.* (1999), o que não permitiu estabelecer nenhum tipo de comparação com valor mais baixos ou mais elevados.

Ramirez (2005) referiu ainda, que o pH e o índice de proteólise influenciam a dureza, no entanto os parâmetros que mais influenciam a dureza são a  $a_w$  e a humidade. Os resultados obtidos também corroboram esta constatação, pois ambos os parâmetros apresentaram uma tendência significativa para serem mais elevados à medida que se vai penetrando no interior do presunto, ou seja que se vai caminhando na direcção do *Biceps femoris*.

Hernández (2009) observou em presunto ibérico, que à medida que a dureza aumentava os valores das coordenadas de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  diminuía. No presente estudo, esta relação apenas se verificou para o  $L^*$ , como iremos ver mais à frente.

Aliño *et al.* (2010) obtiveram em presuntos espanhóis quando substituíram parcialmente (50%) o NaCl por KCl, tendo uma formulação de controlo (100% NaCl), valores médios de dureza para a formulação com substituição parcial (alternativa) do NaCl numa zona mais superficial do presunto, de  $1407 \pm 455$  g, em profundidade obtiveram  $243 \pm 91$  g, para a formulação composta 100% por NaCl (comum) obtiveram valores médios à superfície de  $1349 \pm 519$  g e em profundidade  $90 \pm 26$  g. Importa referir que estes autores obtiveram valores médios da  $a_w$  para ambas as formulações quer à superfície, quer no interior e em profundidade entre 0,932 e 0,939 ou seja, acima dos obtidos no presente estudo para todas as secções de ambas as formulações e como foi salientado o valor da  $a_w$  afecta grandemente a dureza do presunto. Importa referir que Aliño *et al.* (2010) não referiram a duração do tempo de cura.

Hernández (2009) obteve valores médios de dureza para a uma zona mais superficial do presunto serrano de aproximadamente 7000 g, 3000 g para o interior do presunto e aproximadamente 1900 g para uma zona mais profunda. Importa referir que os valores da  $a_w$  destas zonas foram de 0,870, 0,884 e 0,900, respectivamente. Estes valores médios foram obtidos quando foram atingidos 30% de perdas de peso.

Costa *et al.* (2008) obtiveram para a zona interior de presunto serrano e de Parma valores médios de  $2001,70 \pm 245,84$  g e  $1351,20 \pm 58,92$  g, respectivamente. Estes autores não fizeram qualquer tipo de referência aos valores da  $a_w$  e o tempo de cura foi de 365 dias.

Importa referir que os autores Aliño *et al.* (2010) e Costa *et al.* (2008) utilizaram provetes com a mesma dimensão das utilizadas no presente estudo, provetes de 20 x 20 x 20 mm (comprimento x largura x altura). Hernández (2009) utilizou provetes de 10 x 10 x 10 mm (comprimento x largura x altura).

Em relação aos resultados apresentados pelos vários autores, pensou-se que os resultados obtidos de um modo geral se encontram um pouco elevados, o que poderá estar relacionado com vários factores, como foi referido na página anterior; para além desses, o facto de se utilizarem texturómetros de marcas e modelos diferentes também são factores que poderão ter algum peso sobre os resultados obtidos, dado que o texturómetro é um equipamento que permite a realização de ensaios imitativos e não a medição de grandezas fundamentais, reproduzíveis.

## ***Dureza F2***

No que diz respeito aos valores médios obtidos para a Dureza F2 na formulação comum, verificou-se a existência de diferenças significativas entre músculos, sucedendo o mesmo para a formulação alternativa.

Entre formulações verificou-se a inexistência de diferenças significativas para o músculo *Biceps femoris* e a existência de diferenças significativas para o *Semimembranosus*.

Os valores médios mais baixos couberam ao músculo *Biceps femoris* de ambas as formulações, como seria espectável, já que tinham apresentado menor valor de F, o que significa que estes são mais “elásticos”, que recuperam mais facilmente o seu comportamento porque possuem maior conteúdo de humidade e  $a_w$  que lhes permitem

possuir esta característica. Este é mais um dos parâmetros indicadores de que o processo de cura ainda não estava concluído.

Não se encontraram resultados relativos a dureza F2 na bibliografia consultada.

### ***Fragilidade***

No que diz respeito aos valores médios obtidos para a fragilidade na formulação comum, verificou-se a existência de diferenças significativas entre músculos, sucedendo o mesmo para a formulação alternativa.

Entre formulações verificou-se a existência de diferenças significativas para o músculo *Biceps femoris* e a inexistência de diferenças significativas para o *Semimembranosus*.

Os valores médios obtidos apresentaram uma tendência significativa para serem mais elevados para os músculos *Semimembranosus* de ambas as formulações, como seria expectável, pois a fragilidade obtém-se através da razão entre F2 e F1, e foram nestes músculos que os valores da dureza foram mais elevados.

Pensamos que o facto dos músculos *Semimembranosus* terem obtidos valores médios mais elevados, está associado ao facto dos valores de  $a_w$  e humidade serem mais reduzidos na secção A do presunto, quando comparada com a secção C, isto se considerarmos que o *Semimembranosus* se situa na secção A do presunto e o *Biceps femoris* na secção C.

Não se encontraram resultados relativos à fragilidade na bibliografia consultada.

### ***Elasticidade***

No que diz respeito aos valores médios obtidos para a elasticidade na formulação comum, não existiram diferenças significativas entre músculos, sucedendo o mesmo para a formulação alternativa.

Entre formulações verificou-se a existência de diferenças significativas para o músculo *Biceps femoris* assim como para o *Semimembranosus*.

Os valores médios obtidos para a formulação alternativa foram mais elevados para ambos os músculos relativamente à formulação comum, o que significa mais uma vez que o processo de cura nesta formulação é mais lento que na formulação comum, porque o presunto encontra-se mais elástico.

Ramirez (2005) referiu que o pH e o índice de proteólise influenciam a elasticidade, no entanto os parâmetros que mais influenciam a dureza são a  $a_w$  e a humidade. Os resultados obtidos não corroboram esta constatação, pois todos os parâmetros referidos, ou não apresentaram diferenças significativas entre formulações, ou foram favoráveis à formulação alternativa.

Relativamente aos resultados obtidos por outros autores, Hernández (2009) obtiveram para uma zona mais superficial do presunto 0,42 para uma zona interna 0,46 e 0,47 em profundidade. Aliño *et al.* (2010) para a formulação com a substituição parcial (50%) do NaCl e a formulação comum (100% NaCl) obtiveram para uma zona mais superficial,  $0,78 \pm 0,08$  e  $0,79 \pm 0,06$ , respectivamente, em profundidade obtiveram  $0,80 \pm 0,40$  e  $0,70 \pm 0,20$ , respectivamente. Costa *et al.* (2008) obtiveram para a zona interior de presunto serrano e de Parma valores médios de  $0,73 \pm 0,01$  e  $0,69 \pm 0,02$ , respectivamente.

No que diz respeito aos resultados apresentados pelos diferentes autores e os obtidos, pesou-se que os valores se encontram dentro da normalidade atendendo aos valores de  $a_w$  apresentados pelos autores (ver Dureza F1) e os obtidos neste estudo. Com efeito Hernández (2009) apresentou valores médios de  $a_w$  mais baixos e Aliño *et al.* (2010) mais elevados, Costa *et al.* (2008) não apresentaram valores de  $a_w$  mas provavelmente estes foram tão ou mais elevados que os obtidos no presente estudo.

### ***Coesividade***

No que diz respeito aos valores médios obtidos para a coesividade na formulação comum, não existiram diferenças significativas entre músculos, sucedendo o mesmo para a formulação alternativa.

Entre formulações verificou-se a existência de diferenças significativas para o músculo *Biceps femoris* assim como para o *Semimembranosus*.

Para o *Biceps femoris* os valores médios obtidos foram de  $0,51 \pm 0,05$  para a formulação comum e  $0,58 \pm 0,10$  para a formulação alternativa.

No *Semimembranosus*, a formulação comum obteve  $0,53 \pm 0,09$  e a alternativa  $0,55 \pm 0,09$

Hernández (2009) obteve para uma zona mais superficial do presunto 0,42 e para as zonas interna e em profundidade 0,45. Aliño *et al.* (2010) para a formulação com a substituição parcial (50%) do NaCl e a formulação comum (100% NaCl) obtiveram para

uma zona mais superficial,  $0,79 \pm 0,06$  e  $0,76 \pm 0,03$ , respectivamente, em profundidade obtiveram  $0,63 \pm 0,05$  e  $0,59 \pm 0,009$ , respectivamente. Costa *et al.* (2008) obtiveram para a zona interior de presunto serrano e de Parma valores médios de  $0,69 \pm 0,03$  e  $0,65 \pm 0,02$ , respectivamente.

No que diz respeito aos resultados apresentados pelos diferentes autores, e os obtidos, pesa-se que os valores médios se encontram de uma forma generalizada abaixo dos indicados, com excepção dos apresentados por Hernández (2009), pelo facto dos valores médios da  $a_w$  apresentados por este autor serem mais baixos que os obtidos. O que significa que as forças de ligação dos músculos dos presuntos estudados foram superiores às dos presuntos estudados pelo referido autor e menores que as dos restantes autores. Pareceu-nos um pouco estranho o facto de Aliño *et al.* (2010) terem obtido valores inferiores em profundidade, o que significa que o produto seria menos coeso, teria uma força de ligação menor entre músculos nesta zona, que geralmente está associada a teores de  $a_w$  e humidade mais reduzidos. Pensamos que a única possibilidade poderá estar associada aos valores de proteína (colagénio), caso esses fossem mais elevados em profundidade, mas não podemos confirmar esta ideia porque Aliño *et al.* (2010) não apresentam valores de proteína.

### ***Mastigabilidade***

No que diz respeito aos valores médios obtidos para a mastigabilidade na formulação comum, verificou-se a existência de diferenças significativas entre músculos, sucedendo o mesmo para a formulação alternativa.

Entre formulações verificou-se a inexistência de diferenças significativas para o músculo *Biceps femoris* assim como para o *Semimembranosus*.

Os valores médios apresentaram uma tendência significativa para serem mais elevados nos músculos *Semimembranosus* de ambas as formulações. Para a formulação comum o valor médio foi de 2924 g e para a formulação alternativa foi de 2234 g. O facto dos *Semimembranosus* terem obtido valores médios mais elevados, provavelmente está associados ao facto de na secção A os valores médios de proteína (colagénio) terem apresentado uma tendência significativa para serem mais elevados que na secção C, isto, se mais uma vez associarmos o *Semimembranosus* à secção A e o *Biceps femoris* à secção C.

Relativamente aos resultados obtidos por outros autores, Hernández (2009) obteve para uma zona mais superficial do presunto 1400 g para uma zona interna 600 g e 300 g em profundidade. Aliño *et al.* (2010) para a formulação com a substituição parcial (50%) do NaCl e a formulação comum (100% NaCl) obtiveram para uma zona mais superficial,  $897 \pm 341$  g e  $8,16 \pm 349$  g, respectivamente, em profundidade obtiveram  $124 \pm 61$  g e  $34 \pm 1$  g, respectivamente. Costa *et al.* (2008) obtiveram para a zona interior de presunto serrano e de Parma valores médios de  $1058,70 \pm 70$  g e  $606,90 \pm 90$  g, respectivamente.

Em relação aos resultados apresentados pelos autores, pensou-se que os resultados obtidos de um modo geral se encontram um pouco elevados, o que poderá estar relacionado com vários factores, como foi referido anteriormente (ver Dureza F1); para além desses, o facto de se utilizarem texturómetros de marcas e modelos diferentes também são factores que poderão ter algum peso sobre os resultados obtidos. Pode ainda constatar-se que a par dos resultados obtidos por Aliño *et al.* (2010), no presente estudo o músculo *Biceps femoris* (profundidade) da formulação alternativa apresentou um valor tendencialmente mais elevado comparativamente com a formulação comum, ainda que em termos estatísticos não existam diferenças significativas.

### ***Gomosidade***

No que diz respeito aos valores médios obtidos para a gomosidade na formulação comum, verificou-se a existência de diferenças significativas entre músculos, sucedendo o mesmo para a formulação alternativa.

Entre formulações verificou-se a inexistência de diferenças significativas para o músculo *Biceps femoris* assim como para o *Semimembranosus*.

Os valores mais elevados couberam aos músculos *Semimembranosus* em ambas as formulações. Para a formulação comum o valor médio foi de 4654 g e para a formulação alternativa foi de 3414 g. Notando-se mais uma vez a necessidade da formulação alternativa de dispor de mais tempo para atingir valores idênticos aos da formulação comum.

A par do que sucedeu para a mastigabilidade, pensamos que o facto dos *Semimembranosus* terem obtido valores médios mais elevados, provavelmente está associados ao facto de na secção A os valores médios de proteína (colagénio) terem apresentado uma tendência significativa para serem mais elevados que na secção C, isto,

se mais uma vez associarmos o *Semimembranosus* à secção A e o *Biceps femoris* à secção C.

Não se encontraram resultados relativos à gomosidade na bibliografia consultada.

#### 4.2.5. Cor

No Quadro 33 abaixo indicado são apresentados os resultados obtidos para os parâmetros da cor: L\*, a\*, b\* C\* e H°.

##### 4.2.5.1. L\*

Para a luminosidade (L\*) na formulação comum verificou-se que existiram diferenças significativas entre músculos, o que também sucedeu para a formulação alternativa.

Entre formulações, verificou-se que não existiram diferenças significativas para o músculo *Biceps femoris*. Relativamente ao *Semimembranosus* verificou-se o oposto, ou seja, a existência de diferenças significativas.

Pode-se verificar que o músculo *Biceps femoris* ( $45,56 \pm 3,19$  formulação comum vs.  $44,52 \pm 2,80$  formulação alternativa) apresentou para ambas as formulações um valor médio de L\* superior ao do *Semimembranosus* ( $34,81 \pm 23,40$  formulação comum vs.  $37,98 \pm 5,21$  formulação alternativa). Podendo ser o teor de humidade a razão para este facto. Se considerarmos que o *Semimembranosus* se situa na secção A do presunto e o *Biceps femoris* na secção C, pode-se constatar que os valores de humidade são superiores neste último, e de acordo com García-Esteban *et al.* (2003) esta razão é suficiente para causar uma concentração maior de pigmentos. Se esta situação se verificasse no *Biceps femoris* poderia ser justificada, por uma maior desnaturação dos pigmentos (Moliner, 2003).

**Quadro 33** - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros da cor, medidos nos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus* para ambas as formulações.

Parâmetros	Formulação comum								Formulação alternativa							
	<i>Biceps femoris</i>				<i>Semimembranosus</i>				<i>Biceps femoris</i>				<i>Semimembranosus</i>			
	n = 20				n = 20				n = 20				n = 20			
	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.	MÉD.	DP	MÍN.	MÁX.
L*	45,56 <sup>a</sup>	3,19	36,39	52,07	34,81 <sup>c</sup>	3,40	27,82	43,15	44,52 <sup>a</sup>	2,80	36,90	51,58	37,98 <sup>b</sup>	5,21	26,49	47,51
a*	12,98 <sup>a</sup>	2,29	5,98	21,14	12,20 <sup>b</sup>	1,99	7,64	16,39	9,77 <sup>c</sup>	1,99	5,98	15,31	9,74 <sup>c</sup>	1,97	4,20	13,84
b*	7,87 <sup>b</sup>	1,11	5,90	11,65	6,16 <sup>c</sup>	1,01	3,74	8,34	8,31 <sup>b</sup>	1,16	5,17	11,36	9,65 <sup>a</sup>	2,80	4,07	15,59
C*	15,22 <sup>a</sup>	2,32	9,56	24,14	13,72 <sup>b</sup>	1,90	8,88	18,07	12,91 <sup>c</sup>	1,81	8,84	17,99	13,91 <sup>b</sup>	2,49	8,58	20,53
H°	31,52 <sup>c</sup>	4,08	23,08	42,27	27,07 <sup>d</sup>	5,08	18,96	45,11	40,80 <sup>b</sup>	6,33	29,66	54,16	44,14 <sup>a</sup>	10,02	24,31	66,57

para p < 0,05

Aliño *et al.* (2010) observaram em presuntos espanhóis quando substituíram parcialmente (50%) o NaCl por KCl tendo uma formulação de controlo (100% NaCl) a inexistência de diferenças significativas para zonas superficiais e internas de ambas as formulações, e a existência de diferenças significativas em profundidade; contudo, importa referir que estes autores obtiveram valores médios de  $a_w$  para ambas as formulações quer à superfície, quer no interior e em profundidade entre 0,932 e 0,939 ou seja, acima dos obtidos no presente estudo para todas as secções de ambas as formulações.

Os valores mais baixos obtidos por estes autores (0,932) foram obtidos na formulação com a substituição parcial do NaCl, à superfície e no interior do presunto.

Os mesmos autores obtiveram valores médios de  $L^*$  na zona superficial entre  $35 \pm 2$  e  $36 \pm 6$  quando substituíram parcialmente o NaCl, quando não substituíram o NaCl, obtiveram valores médios entre  $33 \pm 2$  e  $38 \pm 4$ . Em profundidade obtiveram valores entre  $39,4 \pm 0,7$  e  $41,5 \pm 0,5$  quando não substituíram o NaCl e  $35 \pm 3$  a  $37 \pm 3$  quando substituíram parcialmente o NaCl. Relativamente aos valores obtidos para  $L^*$  pode-se verificar que os resultados obtidos vão ao encontro dos referidos pelos autores.

#### 4.2.5.2. $a^*$

Relativamente aos valores médios obtidos para  $a^*$  verificou-se que na formulação comum existiram diferenças significativas entre músculos, na formulação alternativa tal não sucedeu.

Entre formulações, verificou-se que existiram diferenças significativas para ambos os músculos.

Para o *Biceps femoris* obtiveram-se valores médios de  $12,98 \pm 2,29$  para a formulação comum e  $9,77 \pm 1,99$  para a formulação alternativa.

Relativamente ao *Semimembranosus*,  $12,20 \pm 1,99$  e  $9,74 \pm 1,97$  para as formulações comum e alternativa, respectivamente.

Como se pode observar o valor de  $a^*$  mais elevado coube ao *Biceps femoris* da formulação comum, para ambas as formulações e músculos. O que à partida poderia não ser espectável pois a secção A apresentou valores de  $a_w$  e humidade mais baixos, comparativamente com a secção C. Contudo, para a formulação comum nesta secção, o valor de nitritos foi mais elevado, logo, poderá ter existido um incremento da formação

de nitrosomioglobina. Hernández (2009) e Ruiz-Ramirez *et al.* (2005) também verificaram esta tendência em presuntos ibéricos e serranos, respectivamente, nas zonas mais profundas dos presuntos, quando estes apresentaram maiores concentrações de sais, em particular de nitritos.

Aliño *et al.* (2010) obtiveram valores de  $a^*$  na zona superficial entre  $8,0 \pm 0,8$  e  $8,0 \pm 1,0$  para a formulação constituída por 100% de NaCl e valores de  $7,0 \pm 2,0$  a  $8,0 \pm 0,9$  para a formulação com substituição parcial de NaCl. Em profundidade para a formulação com 100 % NaCl obtiveram  $8,5 \pm 0,5$  e  $7,4 \pm 0,8$ , para a formulação com (50%) KCl,  $8,1 \pm 0,5$  e  $8,0 \pm 1,0$ . De uma forma geral os resultados obtidos no presente estudo são mais elevados que os dos referidos autores, o que significa que possuem uma cor mais avermelhada, o que é uma mais-valia em termos sensoriais. Costa *et al.* (2008) obtiveram para a zona interior de presunto serrano e de Parma valores médios de  $a^*$  de  $12,00 \pm 0,31$  e  $12,08 \pm 0,41$  valores que são similares aos obtidos para ambos os músculos da formulação comum e mais elevados que os da formulação alternativa. O que levou a concluir que a formulação alternativa necessita de mais tempo para atingir valores de  $a^*$  próximos ou iguais aos da formulação comum.

#### 4.2.5.3. $b^*$

Relativamente aos valores médios de  $b^*$  verificou-se que na formulação comum existiram diferenças significativas entre músculos, facto também verificado para a formulação alternativa.

Entre formulações, verificou-se que não existiram diferenças significativas para o músculo *Biceps femoris*. Relativamente ao *Semimembranosus* verificou-se o oposto, ou seja, a existência de diferenças significativas.

Para o *Biceps femoris*, os valores médios obtidos foram de  $7,87 \pm 1,11$  e  $8,31 \pm 1,16$  para as formulações comum e alternativa, respectivamente.

No *Semimembranosus* obtiveram-se valores médios de  $6,16 \pm 1,01$  para a formulação comum e  $9,65 \pm 2,80$  para a formulação alternativa.

Aliño *et al.* (2010) obtiveram valores mais baixos ( $5,3 \pm 2,5$  vs.  $7,5 \pm 1,5$ ) para a zona interna do presunto quando substituíram parcialmente (50%) o NaCl em comparação com a formulação de 100% NaCl. E não encontraram diferenças significativas entre as zonas superficial ( $4,7 \pm 1,6$  vs.  $3,3 \pm 1,5$ ) e em profundidade ( $8,0 \pm 2,0$  vs.  $5,8 \pm 1,4$ ) para a formulação composta por 100% NaCl e a formulação com

substituição parcial (50%) do NaCl, respectivamente. Estes autores associaram os resultados obtidos na zona interna (mais reduzidos), ao facto dos valores de  $a_w$  serem mais baixos (ver 4.2.5.1.) nessa mesma zona; contudo, no presente caso essa situação não se figura tão linear pois os valores médios da  $a_w$  das secções A (secção onde situam os músculos *Semimembranosus* de ambas as formulações) foram significativamente menores que os das secções C (secções onde se situam os músculos *Biceps femoris* de ambas as formulações), o valor médio de  $b^*$  do *Semimembranosus* da formulação comum ( $6,16 \pm 1,01$ ) foi significativamente inferior aos valores médios obtidos para os *Biceps femoris* das formulações comum e alternativa, no entanto, o valor médio do *Semimembranosus* da formulação alternativa foi significativamente superior a todos os outros músculos. Hernández (2009) e Ruiz-Ramirez *et al.* (2005) referem que à medida que o  $a^*$  aumenta é natural que o  $b^*$  também aumente, situação que também não se verificou no presente estudo.

De um modo geral, os resultados obtidos apresentaram-se um pouco mais elevados que os dos referidos autores.

#### 4.2.5.4. C\*

No que diz respeito aos valores médios obtidos para o C\* verificou-se que para a formulação comum existiram diferenças significativas entre os músculos. O mesmo se passa para a formulação alternativa.

Entre formulações, verificou-se que existiram diferenças significativas para o músculo *Biceps femoris*. Relativamente ao *Semimembranosus* verificou-se o oposto, ou seja, a inexistência de diferenças significativas.

Para o *Biceps femoris*, os valores médios obtidos foram de  $15,22 \pm 2,32$  e  $12,91 \pm 1,81$  para as formulações comum e alternativa, respectivamente.

No *Semimembranosus* obtiveram-se valores médios de  $13,72 \pm 1,90$  para a formulação comum e  $13,91 \pm 2,49$  para a formulação alternativa.

Como se pode verificar entre músculos e formulações, o valor médio mais elevado coube ao *Biceps femoris* da formulação comum, no lado oposto aparece o *Biceps femoris* da formulação alternativa. Era espectável que o valor médio mais elevado tenha cabido ao *Biceps femoris* da formulação comum, pois o valor mais elevado de  $a^*$  também coube a este músculo e como se sabe o C\* é influenciado pelo

a\*, e também porque o valor médio da humidade que apresentou uma tendência significativa para ser mais elevado, foi o da secção C da formulação comum (se assumirmos que o *Semimembranosus* se situa na secção A do presunto e o *Biceps femoris* na secção C).

Alino *et al.* (2010) obtiveram valores para a formulação com 100% NaCl entre  $9,30 \pm 1,40$  e  $11,10 \pm 1,00$  para uma zona mais superficial e  $11,00 \pm 1,10$  a  $11,00 \pm 2,00$  em profundidade; para a formulação alternativa obtiveram valores médios entre  $8,00 \pm 2,00$  e  $11,00 \pm 1,00$  para a zona superficial e  $10,00 \pm 1,00$  a  $10,00 \pm 2,00$  em profundidade.

Num cômputo geral os valores obtidos foram superiores aos apresentados pelos autores. O que significa que a cor é mais forte e brilhante e menos acinzentada (mais definida).

#### 4.2.5.5. H°

Relativamente aos valores médios de H° pode-se verificar que existiram diferenças significativas entre todos os músculos das duas formulações.

Os valores médios do músculo *Semimembranosus* seguiram a mesma tendência verificada para o parâmetro b\*, ou seja o da formulação alternativa apresentou o valor mais elevado ( $44,14 \pm 10,02$ ), no lado oposto apareceu o *Semimembranosus* da formulação comum ( $27,07 \pm 5,08$ ).

Entre os músculos *Biceps femoris* das duas formulações, verificou-se que o valor mais elevado coube à formulação alternativa,  $40,80 \pm 6,33$  e  $31,52 \pm 4,08$ , respectivamente. Isto significa que os dois músculos da formulação comum são mais vermelhos, de entre os dois músculos desta formulação, o *Semimembranosus* foi o mais vermelho porque foi o que apresentou o valor mais baixo de H° (27,07). Entre músculos da formulação alternativa e apesar dos valores da  $a_w$  e humidade (*Semimembranosus* localizado na secção A e *Biceps femoris* localizado na secção C) serem menores para o *Semimembranosus*, este apresentou um valor de H° superior, o que indica que é mais alaranjado e menos vermelho que o *Biceps femoris*, o que não seria de esperar.

Aliño *et al.* (2010) obtiveram para a zona mais superficial valores médios para a formulação com 100% NaCl de  $30,00 \pm 7,00$  a  $39,00 \pm 9,00$  e para as zonas mais profundas, valores médios de  $41,00 \pm 6,00$  a  $45,00 \pm 9,00$ . Para a formulação alternativa obtiveram valores médios de  $25,00 \pm 9,00$  a  $36,00 \pm 8,00$  numa zona mais superficial e

32,00 ± 8,00 a 35,00 ± 5,00 em profundidade. Em comparação com os resultados obtidos verificou-se que os resultados apresentados pelos autores são similares aos obtidos neste estudo para a formulação comum, contudo, para a formulação alternativa apresentam-se mais baixos, o que é indicador de que a formulação alternativa necessitava de mais tempo para atingir valores idênticos ou próximos dos referenciados, contudo, importa referir mais uma vez o facto do tempo total de cura para este tipo de presunto se situar entre os 200 e os 210 dias, e neste estudo apenas se terem utilizado 170 dias, pelas razões já indicadas.

Para todos os parâmetros da formulação comum pode-se verificar que existiram diferenças significativas entre músculos. Na formulação alternativa só o parâmetro  $a^*$  é que não apresentou diferenças significativas entre músculos.

Relativamente aos resultados obtidos por outros autores, Aliño *et al.* (2010) concluíram o contrário do que sucedeu no presente estudo, ou seja, não encontraram diferenças significativas nas zonas superficiais para as duas formulações, e encontram diferenças significativas entre formulações para os parâmetros  $b^*$ ,  $c^*$  e  $H^o$  nas zonas mais profundas.

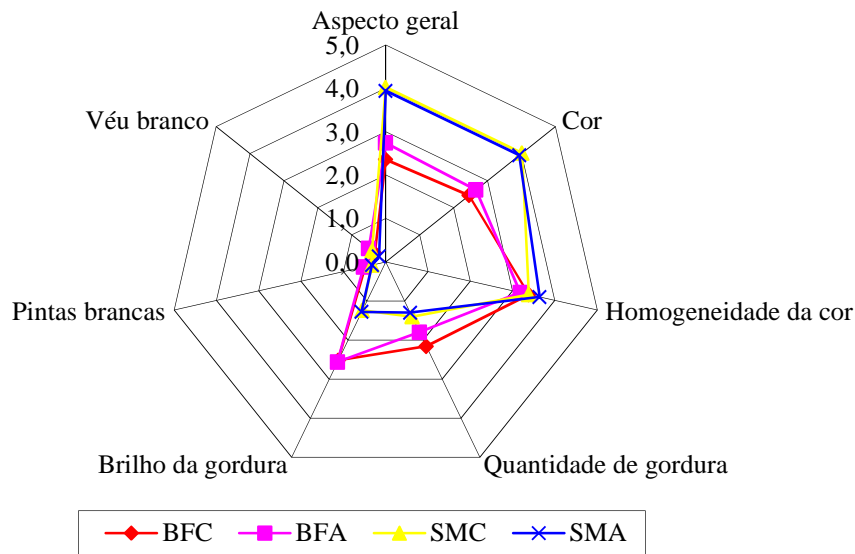
#### **4.2.6. Análise sensorial**

As Figuras 13,14,15,16,17 e 18 mostram a variação da classificação atribuída, na análise sensorial, a cada parâmetro para os diferentes músculos e formulações.

##### **4.2.6.1. Características gerais**

A Figura 13 abaixo indicada mostra a variação das características gerais do presunto entre músculos e formulações.

Relativamente à variação das características gerais entre músculos e formulações e no que diz respeito ao aspecto geral, é de salientar que o *Semimembranosus* da formulação comum (SMC) foi aquele que apresentou o aspecto geral mais próximo do típico, seguido de perto pelo *Semimembranosus* da formulação alternativa (SMA), o que nos levou a concluir que os elementos constituintes do painel não identificaram grandes diferenças entre as formulações para este músculo. Relativamente ao *Biceps femoris* formulação comum (BFC) e *Biceps femoris* formulação alternativa (BFA),



**Figura 13** - Variação das características gerais entre músculos e formulações

Os elementos constituintes do painel consideram mesmo que o BFA apresenta-se mais próximo do aspecto geral típico do presunto que o BFC. Contudo, ambos são pontuados com valores bastante inferiores, comparativamente ao músculo SM de ambas as formulações no que diz respeito ao aspecto geral.

Os resultados obtidos para a cor seguiram a mesma ordenação relativa, referida no parágrafo anterior.

No que diz respeito à homogeneidade da cor os valores foram muito próximos para ambos os músculos e formulações. Importa salientar que neste parâmetro a formulação alternativa aparece como a que apresenta a maior e menor homogeneidade da cor, sendo referenciados os músculos SM e BF, respectivamente.

Relativamente à quantidade de gordura, como seria de esperar, o *Biceps femoris* da formulação comum e o *Biceps femoris* da formulação alternativa (BF's) apresentam uma percentagem superior, comparativamente com o *Semimembranosus* da formulação comum e o *Semimembranosus* da formulação alternativa (SM's).

Os resultados obtidos para o brilho da gordura seguiram a mesma ordenação, referida no parágrafo anterior.

Os resultados obtidos para as pintas brancas (tirosina) apresentam resultados muito próximos, sendo que os BFC e BFA apresentam valores mais elevados que os

SMC e SMA. O facto de existirem pintas brancas não é considerado um factor negativo, pelo contrário, é uma mais-valia para o consumidor, sendo uma situação bastante comum nos presuntos serrano, ibérico e de Parma (Arnau, *et al.*, 1996; Arnau, *et al.*, 1978). No entanto, os mesmos autores alertam para o facto de este fenómeno ocorrer principalmente em presuntos com maturações prolongadas (> 9 meses), sendo menos frequentes em presuntos cujo o tempo de cura tenha uma duração inferior a 5 meses. Virgilli *et al.* (1995) referem ainda que esta situação é mais comum em presuntos cuja matéria-prima tenha sido previamente congelada, uma vez que o rompimento das membranas celulares permite que estas actuem como “centros de nucleação” favorecendo a formação das referidas pintas.

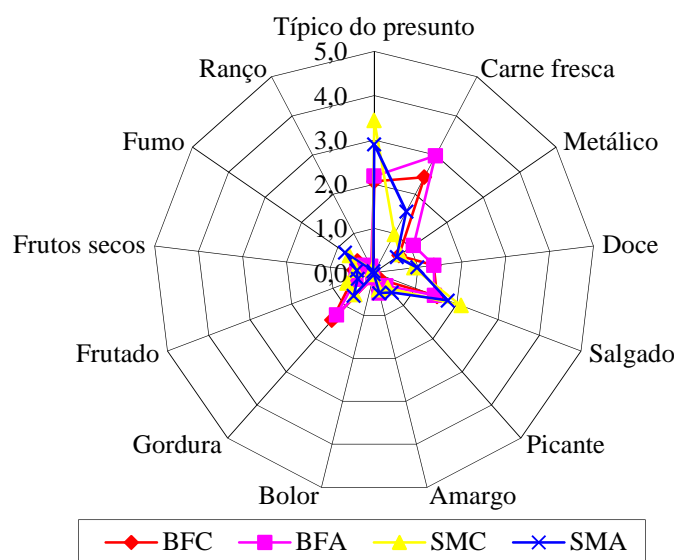
No que diz respeito ao véu branco (precipitado de tirosina), os resultados foram quase nulos para ambos os músculos e ambas as formulações. O que é benéfico para a qualidade final do presunto, uma vez que, o precipitado de tirosina é considerado um factor depreciativo da qualidade do presunto (Arnau, *et al.*, 1996; Arnau, *et al.*, 1994; Toldrá, *et al.*, 1990; Arnau, *et al.*, 1978). No entanto, os BFC e BFA apresentaram mesmo assim uma percentagem ligeiramente superior comparativamente aos SMC e SMA o que coincide com outros autores (Molinero, 2003; Arnau, 1991). Esta situação deveu-se ao facto do músculo BF apresentar um conteúdo aquoso superior durante o processo produtivo e uma menor relação NaCl/H<sub>2</sub>O. Estes dois factores permitem uma maior actividade das enzimas proteolíticas, a qual se reflecte num aumento do índice de proteólise (Hernández, 2009; Molinero, 2003).

#### **4.2.6.2. Aroma**

A Figura 14 abaixo indicada mostra a distribuição de 13 parâmetros da análise sensorial, relativa à variação do aroma entre músculos e formulações.

Relativamente à variação dos parâmetros do aroma entre músculos e formulações, pode-se verificar para o parâmetro aroma típico do presunto que as preferências recaem sobre o SMC, seguido pelo SMA, BFA e BFC ainda que estes dois últimos sejam praticamente iguais.

Para o aroma a carne fresca verificou-se exactamente o contrário.



**Figura 14** - Variação dos parâmetros do aroma entre músculos e formulações.

Para o aroma metálico, os valores médios obtidos são quase nulos, no entanto é o BFA que apresenta um valor mais elevado (1,1) seguido do BFC e do SMC ambos com 0,7 e por fim o SMA com 0,6, o que significa que a substituição parcial (25%) do NaCl por KCl não teve um impacto notório no incremento do aroma metálico referido por alguns autores, tais como (Toldra *et al.*, 2006<sup>a</sup>; Sofos, 1983).

No que diz respeito ao aroma doce pode-se verificar que o BFC e BFA apresentaram o mesmo valor (1,4) os SMC e SMA apresentam valores mais baixos e bastante próximos um do outro, 0,9 e 1,0, respectivamente.

Relativamente ao aroma salgado, pode-se verificar que são os músculos SM que apresentam um valor mais elevado, o que é natural devido à sua localização na perna: 2,1 para o SMN e 1,8 para o SMA, no que diz respeito aos BF's apresentaram valores iguais (1,5) para as duas formulações.

Para o aroma picante os valores foram quase nulos para os músculos de ambas as formulações, contudo a tendência foi a mesma do aroma salgado, ou seja os SM's de ambas as formulações apresentaram valores mais elevados, de 0,6 para o SMA e 0,5 para o SMC; os BF'S ficaram-se pelos 0,4 para a formulação alternativa e 0,2 para a formulação normal. O aroma amargo também foi pouco notado: 0,4 para os músculos da formulação comum e 0,5 para os da formulação alternativa.

O aroma a bolor não foi identificado para os SM's de ambas as formulações e para os BF'S foi praticamente nulo: 0,1 para ambas as formulações.

Para o aroma a gordura os BF's apresentaram valores mais elevados mas bastante próximos entre si, de 1,4 para a formulação comum e 1,3 para a formulação alternativa, os SM'S apresentaram valores idênticos (0,7).

O aroma frutado também foi pouco identificado, contudo foram os músculos da formulação comum que apresentaram valores mais elevados ainda que de forma ligeira, 0,7 para o SM e 0,5 para o BF, quanto à formulação alternativa os valores obtidos foram de 0,4 para os dois músculos.

O aroma a frutos secos também foi identificado em todos os músculos. Os resultados obtidos foram de 0,4 para os músculos SM's de ambas as formulações e BFA; o BFN apresentou o valor de 0,5.

O aroma a fumo também foi pouco identificado pelos indivíduos; contudo, os valores mais baixos couberam aos BF's de ambas as formulações, de 0,5 para a formulação comum e de 0,3 na formulação alternativa. Os SM's obtiveram valores de 0,7 e 0,8 para as formulações, comum e alternativa, respectivamente.

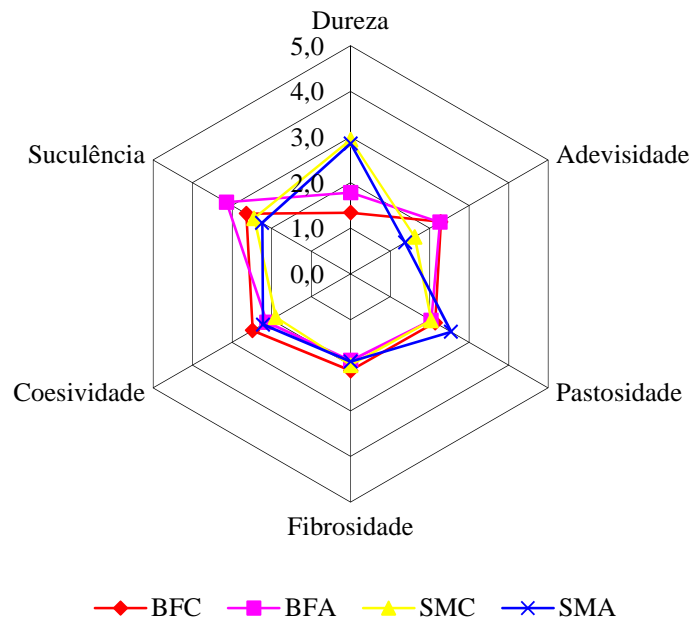
O aroma a ranço não foi identificado para o SMA, quanto aos músculos da formulação normal, ambos apresentaram o valor médio de 0,1; para o BFA o valor médio foi 0,2.

#### **4.2.6.3. Textura**

A Figura 15 mostra a distribuição de 6 parâmetros da análise sensorial, relativa à variação da textura entre músculos e formulações.

Relativamente à variação dos parâmetros de textura entre músculos e formulações, pode-se verificar que para a dureza sensorial os valores médios obtidos para os SM's são exactamente iguais. Para os BF's, os indivíduos que participaram na prova, consideram que o BFA apresentou maior dureza que o BFC. O facto dos SM's apresentarem valores médios mais elevados, é consistente com aos valores médios obtidos para os parâmetros de textura medidos no texturómetro, os quais também indicaram essa tendência.

Para a adesividade os BF's apresentaram valores iguais (2,3) e os SM's apresentaram valores mais baixos, de 1,6 e 1,4 para as formulações comum e alternativa, respectivamente.



**Figura 15** - Variação dos parâmetros de textura entre músculos e formulações.

Relativamente à pastosidade, os valores médios obtidos são próximos para os dois músculos das duas formulações: os valores situaram-se entre 2,0 para o SMC e o BFA, 2,1 para o BFC e 2,5 par o SMA.

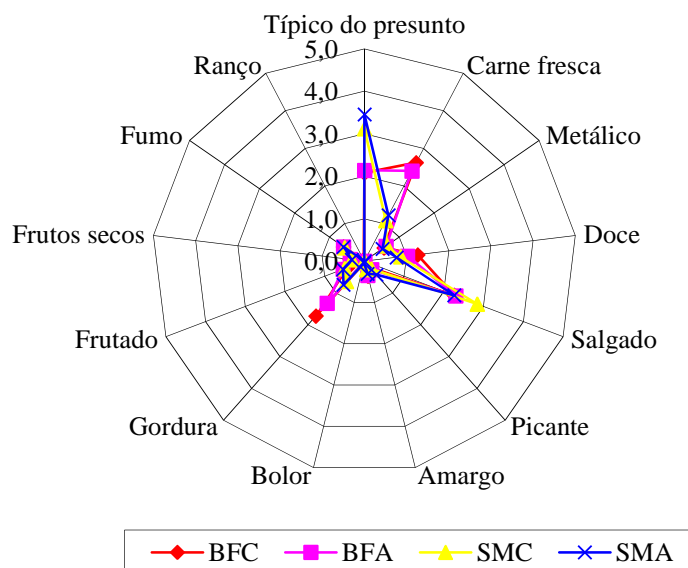
A tendência para valores médios bastante próximos também se verificou para o parâmetro fibrosidade: 1,9 para os músculos da formulação alternativa, 2,0 para o SMC e 2,1 para o BFC.

Relativamente à coesividade, os valores médios indicam que o músculo mais coeso foi o BFC (2,5) seguido pelo SMA (2,2), BFA (2,1) e por fim o SMC com 1,9. Em contrapartida nos valores médios obtidos através do texturómetro registou-se uma tendência significativa para os BFA e SMA apresentarem valores mais elevados.

Quanto à suculência a pontuação mais elevada coube ao BFA (3,1) seguida do BFC (2,6) e por fim os SM's, com 2,4 para formulação comum e 2,2 para a formulação alternativa.

#### 4.2.6.4. Sabor

A Figura 16 abaixo indicada mostra a distribuição de 13 parâmetros da análise sensorial, relativa à variação dos parâmetros do sabor entre músculos e formulações.



**Figura 16** - Variação dos parâmetros do sabor entre músculos e formulações

Relativamente à variação dos parâmetros do sabor entre músculos e formulações, pode-se verificar que para o parâmetro “sabor típico do presunto” os SM’s são os músculos que apresentam um sabor mais próximo do típico do presunto, com a curiosidade do SMA apresentar um valor mais elevado 3,5 vs. 3,1, o que significa que para este músculo o painel considerou que a formulação alternativa apresentava um sabor mais próximo do típico.

Para o sabor a carne fresca os valores foram mais elevados para os músculos BF’s, o que é natural atendendo aos valores médios dos parâmetros físico-químicos  $a_w$  e humidade (ver Quadros 25, 26, 27 e 28) que se observou serem mais elevados na secção C dos presuntos das duas formulações, secção essa onde se situa o BF na perna de suíno. Entre formulações o valor mais elevado coube ao BFC que obteve o valor médio de 2,6 e o BFA de 2,4; estes valores seguem a tendência do teor de humidade que também apresentou valores médios mais elevados para a formulação comum. Os SM’s apresentam valores mais baixos, mas muito próximos entre si, com 1,2 e 1,1 para a formulação alternativa e comum, respectivamente.

O sabor metálico apresentou valores muito próximos entre músculos e formulações, cabendo o valor médio de 0,6 aos BF’s e ao SMC e de 0,5 para o SMA: um valor mais baixo, ainda que ligeiramente, o que significa que o painel praticamente não encontrou diferenças entre as formulações.

O sabor doce foi melhor identificado nos BF's, com 1,3 para a formulação comum e 1,0 para a alternativa; os SM's apresentaram valores de 0,9 e 0,8 para a formulação comum e alternativa, respectivamente.

O sabor salgado obteve valores médios idênticos para os BF's e para o SMA (2,3) e superior (2,8) para o SMC, que vai de encontro aos valores médios para os teores de sódio e de potássio obtidos para a secção A dos presuntos, zona essa onde se situa o SM na perna de suíno. Com efeito, não obstante não terem sido reveladas diferenças significativas entre formulação e secções (muito devido à própria dispersão dos resultados obtidos), apresenta-se a tendência para serem mais elevados aqueles teores na referida secção, que é a mais superficial das zonas de amostragem.

Na outra face da questão, o sabor salgado é conferido ao presunto principalmente pela presença de ião cloreto, ainda que a intensidade daquele sabor seja influenciada secundariamente pela natureza do catião metálico do sal. Para um mesmo teor de cloretos, a intensidade máxima do sabor salgado obtém-se com o cloreto de sódio (NaCl); o sabor é menos marcado na presença de iões cálcio e magnésio, podendo apresentar um travo metálico e uma certa adstringência e amargor no caso do cloreto de potássio (adaptado de Tomar, 1999).

No que diz respeito ao sabor picante, os valores médios obtidos para a formulação comum foram iguais para os dois músculos (0,2), na formulação alternativa verificaram-se valores ligeiramente mais elevados, com 0,4 para o SMC e 0,3 para o SMA.

Para o sabor amargo verificou-se uma tendência oposta ao sabor picante, ou seja a formulação alternativa apresentou valores iguais para os dois músculos (0,3); quanto à formulação normal os resultados médio obtidos foram de 0,4 e 0,2 para a formulação comum e alternativa, respectivamente.

A apreciação dos indivíduos é aparentemente contraditória com as características gustativas do KCl, adicionado à formulação alternativa. No entanto, quando se recorre a um painel não treinado, é frequente a confusão entre termos de prova e mesmo entre diferentes gostos e sensações tácteis, como adstringência, picante, amargor e acidez. É possível que os resultados da análise sensorial possam estar viciados pela falta de formação específica do painel usado neste estudo. Na outra face da questão, a opção pela composição específica da mistura salina usada na formulação alternativa deste estudo, levou em consideração as conclusões dos diversos estudos realizados sobre esta

matéria, entre as quais a necessidade de minimizar os gostos desagradáveis conferidos pelo cloreto de potássio em proporções mais elevadas.

O sabor a bolor não foi identificado.

O sabor a gordura foi mais intenso nos BF's de ambas as formulações comparativamente com os SM's. O mesmo não se verificou na análise química, com os teores de gordura determinados para as secções A, B e C (ver Quadros 25, 26, 27 e 28), em que a secção A apresentou uma tendência para os valores médios serem superiores em relação à secção C.

O sabor frutado apresentou valores médios iguais para os SM's e para o BFA (0,5) e um valor médio ligeiramente mais baixo para a o BFC (0,4).

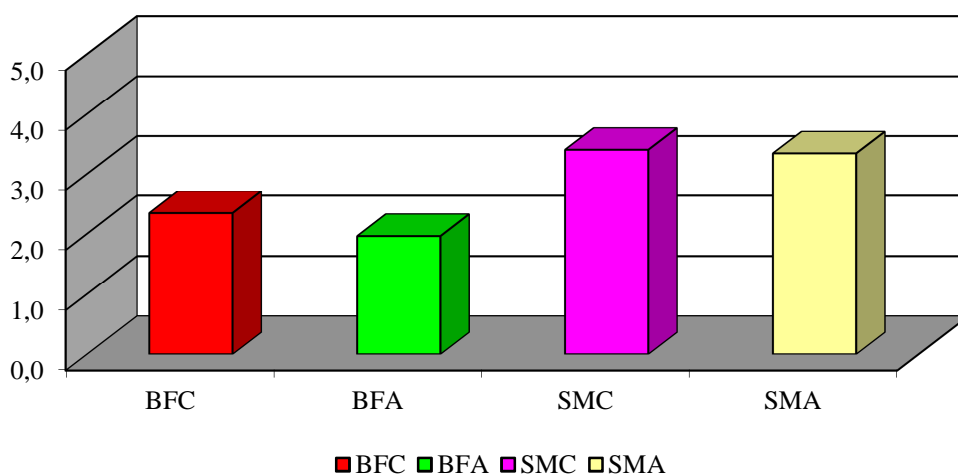
O sabor a frutos secos obteve o valor médio de 0,3 para todos os músculos de ambas as formulações.

Relativamente ao sabor a fumo, os resultados seguiram a mesma tendência do sabor a frutos secos, uma vez que os resultados médios obtidos foram de 0,6 para todos os músculos de ambas as formulações.

O sabor a ranço não foi identificado.

#### 4.2.6.5. Aceitabilidade global

A Figura 17 mostra a distribuição relativa à variação da aceitabilidade global entre músculos e formulações.

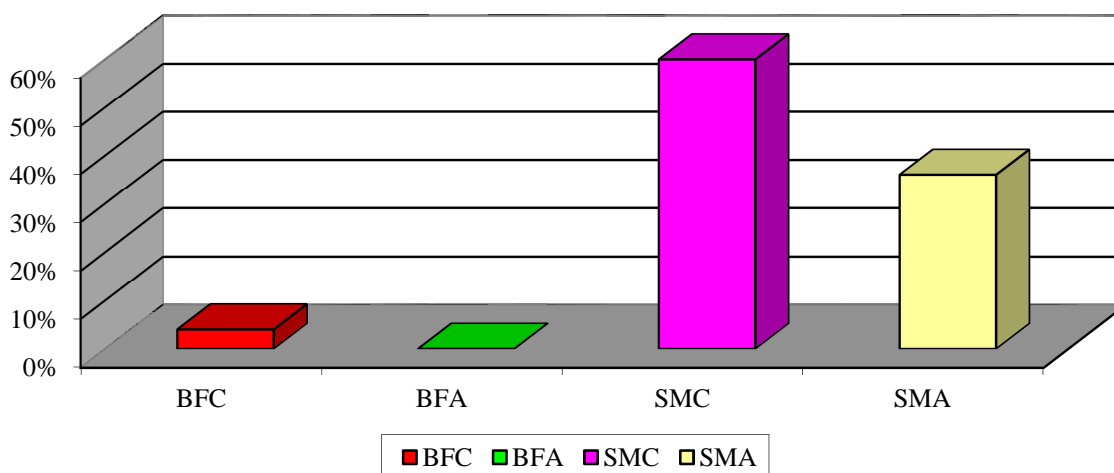


**Figura 17** - Variação da aceitabilidade global entre músculos e formulações.

Relativamente à aceitabilidade global entre músculos e formulações, pode-se verificar que os membros do painel classificaram os músculos SM de ambas as formulações como mais aceitáveis em relação aos BF's; contudo, não existiu uma evidência clara da aceitabilidade geral perante um músculo de uma formulação, pois os valores médios obtidos para os SM's foram de 3,4 vs. 3,3 para as formulação comum e alternativa, respectivamente. Para os BF's também não se verificou uma diferença clara, já que o BFC obteve o valor médio de 3,3 e o BFA de 2,0.

#### 4.2.6.6. Preferência entre músculos e formulações

A Figura 18 mostra a distribuição relativa à variação das preferências entre músculos e formulações.



**Figura 18** - Variação das preferências entre músculos e formulações.

No que diz respeito à preferência entre músculos e formulações, ao contrário do que se constatou para a aceitabilidade global, verificou-se claramente que o músculo SMC foi o músculo preferido dos elementos (60%) que participaram na prova, seguido do SMA (36%), BFC (4%) e BFA (0%). Importa referir que o músculo SM se situa na zona superficial do presunto, enquanto o BF se situa numa zona mais profunda, junto ao toucinho que se encontra recoberto pelo courato. Esta localização permite ao SM atingir valores médios da  $a_w$  e do teor de humidade mais baixos, para além de outros parâmetros já referidos ao longo do trabalho, que permitem modificar o sabor, aroma, *flavour*, textura, entre outros.

## 5. CONCLUSÕES GERAIS

Apesar dos valores médios dos pesos das pernas terem apresentado diferenças significativas, com o conjunto das pernas alocadas à formulação comum a pesarem mais que as do grupo que foi comparado e de não terem existido diferenças significativas nos valores médios relativos à espessura do toucinho, pôde-se verificar que em termos da percentagem da perda de peso no presunto, não ocorreram diferenças significativas entre formulações. Isto sugere que se as pernas tivessem valores médios de peso iguais seria necessário aumentar o tempo de cura na formulação alternativa para se atingirem valores iguais ou aproximados, no que diz respeito à percentagem de perda de peso.

Relativamente aos valores médios do valor do pH nas pernas, observou-se que não existiram diferenças significativas entre músculos e formulações e todos foram concordantes com os apresentados por outros autores.

Para os valores médios do valor do pH nos presuntos, em ambas as formulações, observou-se que este parâmetro diminuiu durante o processamento, sendo esta diminuição menor no *Semimembranosus* na formulação comum.

No que diz respeito aos parâmetros microbiológicos das pernas, verificou-se a ausência de *Escherchia coli* e *Salmonella* spp. o que reforça a inexistência de contaminação de origem fecal. No entanto, os valores médios da contagem de aeróbios mesófilos a 30°C, ultrapassaram os valores limite indicados no Regulamento (CE) N.º 1441/2007, da Comissão de 5 de Dezembro de 2007, que altera o Regulamento (CE) N.º 2073/2005, da Comissão de 15 de Novembro de 2005. E, de acordo com o mesmo regulamento, pode-se concluir que poderá ter existido falta de higiene durante o abate e a desmancha ou noutra etapa posterior.

No presunto, verificou-se de uma forma generalizada que os valores médios de todos os grupos microbianos com excepção dos halotolerantes na secção A, foram iguais ou mais elevados na formulação comum, quando comparada com a alternativa. O que nos indica que a estabilidade microbiológica não foi afectada pela substituição parcial do NaCl pelo KCl.

No que diz respeito aos parâmetros químicos, comparando as duas formulações, e apesar de terem existido diferenças significativas entre os valores médios da maioria dos parâmetros, em profundidade (secções A, B e C), não se encontraram diferenças muito pronunciadas entre os dois grupos de pernas. Do mesmo modo, o padrão de

evolução em profundidade dos valores dos parâmetros estudados foi semelhante nas duas formulações.

À mesma profundidade na massa do presunto, secção a secção (A, B ou C), entre as duas formulações, verificou-se que na maioria dos parâmetros não houve diferenças significativas, apesar dessa tendência geral:

- na secção A pode-se observar que o azoto não proteico – e, conseqüentemente, o índice de proteólise - apresentou uma tendência significativa para apresentar valores mais elevados na formulação comum; para além desse, os nitritos apresentaram uma tendência significativa para serem mais elevados na formulação comum, apresentando os nitratos uma tendência significativa contrária

- na secção B, na formulação comum a gordura, o azoto não proteico, os nitritos e o índice de proteólise apresentaram uma tendência significativa para serem mais elevados; na formulação alternativa, os ácidos aminados livres e os nitratos apresentaram uma tendência significativa para serem mais elevados;

- na secção C, ao nível dos cloretos, da humidade, da gordura, do azoto não proteico, dos nitritos e do índice de proteólise houve uma tendência significativa para terem valores médios mais elevados na formulação comum; na formulação alternativa, tal como sucedeu na secção B, houve uma tendência significativa para serem mais elevados, os ácidos aminados livres e os nitratos.

Na secção T, na formulação comum verificou-se uma tendência significativa para serem o teor de Na e Na, como NaCl serem elevados. Por sua vez, na formulação alternativa a tendência, significativa, foi para os valores médios de K, K, como NaCl, cinzas, azoto não proteico e índice de proteólise serem mais elevados.

O facto de a secção T da formulação alternativa apresentar uma tendência significativa para os valores médios do azoto não proteico e do índice de proteólise serem mais elevados que os da formulação comum, levanta algumas dúvidas, uma vez que, nas outras três secções verificou-se exactamente o contrário. Esta aparente discrepância pode estar associada a erros na amostragem ou nas técnicas analíticas. Estes erros poder-se-ão atribuir, entre outros, ao facto da distribuição do azoto não proteico na massa do presunto não ser homogénea, provavelmente devido à distribuição de agentes que condicionam a sua produção não ser, também ela,

homogénea. Outra possibilidade, ainda, é o facto de estatisticamente as diferenças entre os valores médios destes parâmetros, medidos nas secções A, B e C, nas duas formulações, não serem muito elevadas porque terão sido estatisticamente menos representativas do que a amostragem conseguida na secção T, em que se colheram porções de presunto que deram origem a uma amostra mais homogénea e mais representativa do conjunto da massa/presunto.

Relativamente aos parâmetros de textura medidos em texturómetro, de um modo geral - quer pela sua localização na perna, e por estar mais exposto à acção do sal e a todas as acções que vão decorrendo ao longo do processamento, para além de não se encontrar recoberto por toucinho e pelo courato - o músculo *Semimembranosus* - quando comparado com o BF -, em ambas as formulações, alcançou valores médios significativamente mais elevados e evidentes em parâmetros importantes para a aceitabilidade do produto por parte dos clientes e/ou consumidores, como, por exemplo, a dureza, a mastigabilidade e a gomosidade. A outra conclusão a que se pode chegar é de que a formulação alternativa provavelmente necessitaria de mais tempo de cura para atingir valores similares aos registados na formulação comum.

No que diz respeito aos parâmetros da cor medidos com colorímetro, e de uma forma geral, em comparação com o BF, observou-se que no músculo *Semimembranosus*, de ambas as formulações os valores médios de luminosidade (L\*) foram significativamente mais baixos e mais próximos dos expectáveis para presunto, de acordo com os autores consultados. O menor valor foi verificado no *Semimembranosus* da formulação comum, podendo o seu, também, menor teor em humidade ser uma das razões para este facto. Se considerarmos que o *Semimembranosus* se situa na secção A do presunto e o *Biceps femoris* na secção C, pode-se constatar que os valores médios de humidade foram superiores neste último, o que de acordo com alguns autores é suficiente para causar uma maior concentração de pigmentos.

Relativamente ao parâmetro a\* (vermelho/verde) foi nos músculos da formulação comum que se obtiveram os valores médios considerados como mais próximos dos expectáveis (mais elevados, mais vermelhos), de acordo com os autores consultados. Contudo, foi o músculo *Biceps femoris* que se alcançou o valor mais elevado, o que à partida não seria expectável.

O parâmetro b\* (amarelo/azul) foi um parâmetro pouco conclusivo, pois o valor médio mais elevado coube ao *Semimembranosus* da formulação alternativa, enquanto

no extremo oposto situou-se o mesmo músculo da formulação comum, não existindo diferenças significativas entre os *Biceps femoris*. Os autores consultados associaram valores mais baixos de  $b^*$  a valores mais baixos da  $a_w$ , o que não se verificou no nosso estudo.

No que diz respeito à quantidade ou saturação da cor ou parâmetro  $C^*$ , foi nos músculos da formulação comum e no *Semimembranosus* da formulação alternativa que se registaram os valores médios mais elevados. O valor mais elevado de todos foi medido no *Biceps femoris* da formulação comum. Talvez, porque, mais uma vez, o valor médio da humidade na secção C do presunto (formulação comum), foi o que apresentou uma tendência significativa para ser mais elevado. O que significa que a cor foi mais forte e brilhante e menos acinzentada (mais definida) neste músculo.

Relativamente à tonalidade ( $H^o$ ) os valores médios mais elevados couberam aos músculos da formulação alternativa, o que indica que terão sido mais alaranjados e menos vermelhos. No lado oposto aparecem os músculos da formulação comum, com uma tonalidade mais vermelha e menos alaranjada. Se continuarmos a considerar que o *Semimembranosus* se situa na secção A e o *Biceps femoris* na secção C do presunto, à partida, não seria de esperar que o músculo *Semimembranosus* da formulação alternativa obtivesse valores médios mais elevados que o *Biceps femoris* da formulação comum porque os valores médios da  $a_w$  e da humidade foram mais reduzidos na secção A para as duas formulações, quando comparada com a secção C, isto.

De uma forma geral e observando os resultados obtidos para os parâmetros da cor, podemos concluir que a formulação alternativa necessita de mais tempo para atingir valores próximos ou iguais aos da formulação comum. Em termos da validade industrial do presente estudo, outro factor a ter em conta, será o cumprimento do tempo habitual do processamento para este tipo de presunto. No presente estudo, por necessidade de entrega da dissertação, o tempo total de cura - para a formulação e processamento definidos - não foi cumprido.

Relativamente à análise sensorial - apesar dos elementos do painel não terem identificado diferenças significativas entre os músculos das duas formulações para a maioria dos parâmetros - quanto à aceitabilidade global e à preferência notou-se claramente que as amostras preferidas foram as da formulação comum. O que significa que esta formulação apresentou características mais próximas daquelas a que os elementos do painel estão habituados a perceber nos presuntos correntemente comercializados. Importa referir que o sabor metálico apontado por alguns autores

referenciados na revisão bibliográfica, como potenciado pela adição do potássio, não se evidenciou a percepção deste efeito.

No músculo *Biceps femoris* da formulação alternativa o aroma metálico apresentou um valor ligeiramente superior ao percebido nas restantes porções musculares de ambas as formulações.

Por fim, podemos concluir, que, em presunto não acabado (com 170 dias de cura), a redução de 25% (proporção molar) do teor de sódio pode ser conseguida sem prejuízo nas características físico-químicas, reológicas, microbiológicas e sensoriais do produto pela simples substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio. De uma forma geral, pode-se considerar que a utilização do cloreto de potássio em substituição parcial do cloreto de sódio é uma alternativa viável para a redução do teor de sódio no presunto, resultando em produtos que atendem às expectativas dos clientes e/ou consumidores quanto às características intrínsecas do presunto e no que se refere à prevenção de doença por redução do teor de sódio. Ficamos, contudo, com a necessidade de testar – sem constrangimentos académicos - a mesma formulação alternativa em presuntos com os 200-210 dias de cura indicados para a combinação formulação-processamento adoptados.

Pensamos que, de um modo geral, não será necessário modificar especificamente nenhuma etapa do processo de fabrico do presunto, quando se faz a substituição parcial do cloreto de sódio pelo cloreto de potássio (25 %). No entanto, há parâmetros medidos na formulação alternativa que nos conduzem a pensar que seria adequado testar um período de cura mais longo para esta formulação.

A comercialização de presunto com baixo teor de sódio poderá ser uma realidade em Portugal que certamente contribuirá para a divulgação do presunto português em geral, e o do conelho de Mação - onde decorreu o processamento do presunto - em particular, com benefícios económicos para as regiões produtoras e benefícios ao nível da saúde para os consumidores deste produto tradicional.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Adamsen, C.E.; Møller, J.K.S.; Laursen, K.; Olsen, K.; Skibsted, L.H. (2006) - Zn-Porphyrin formation in cured meat products: effect of added salt and nitrate. *Meat Science*, **72**, 672-679.;
- Aliño, M.; Grau R.; Toldrá, F.; Blesa, E.; Pagán, M.J.; Barat, J.M. (2009) - Influence of sodium replacement on physicochemical properties of dry-cured loin. *Meat Science*, **83**, 423-430.;
- Aliño, M.; Grau R.; Toldrá, F.; Barat, J.M. (2010<sup>a</sup>) - Physicochemical changes in dry-cured hams salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. *Meat Science*. Accept manuscript. 31 pp.;
- Aliño, M.; Grau, R.; Fuentes, A.; Barat, J.M. (2010<sup>b</sup>) -Influence of low-sodium mixtures of salts on the post-salting stage of dry-cured ham process. *Meat Science*, **99**, 198-205;
- Andrés, A. I. e Ruiz, J. (2001) – Tecnología del salazonado del jamón ibérico. *In: Tecnología del jamón ibérico: de los tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma*. Ed. By Barroso, J. V. - Ediciones Mundi-Prensa: Madrid: 227-253.;
- Andrés, I.; Cava, R.; Ventanas, J.; Thovar,V.; Ruiz, J. (2004) - Sensory characteristics of Iberian ham: Influence of salt content and processing conditions. *Meat Science*, **68**, 45-51.;
- Andrés, A.; Cava, R.; Ventanas, J.; Muriel, E.; Ruiz, J. (2004) - Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured Iberian hams with different salt contents and processing conditions. *Food Chemistry*, **84** (3), 375-381.;
- A.O.A.C. Official Methods of Analysis (14th ed.) (1984) - Washinhton, DC: association of Official Analytical Chemists, 330-352.;

- Arboix, D. J. A. (2000)- Efecto del Proceso Tecnológico Sobre las Características Sensoriales. *II Jornadas el Cerdo Ibérico y Sus Productos*. Salamanca, Spain 116-125.:
- Aristoy, M.C. e Toldrá, F. (1991) - Deproteinization techniques for HPLC amino acid analysis in fresh pork muscle and dry-cured ham. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **39**, 1792-1795.;
- Armero, E.; Flores, M.; Toldrá, F.; Barbosa, J.A.; Olivet, J.; Pla, M.; Baselga, M. (1999) - Effects of pig sire type and sex on carcass traits, meat quality and sensory quality of dry-cured ham. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **79 (9)**, 1147-1154.;
- Armenteros, M.; Ariatoy, M. C.; Toldrá, F. (2009<sup>a</sup>) - Effects of sodium, potassium, calcium and magnesium chloride salts on porcine muscles proteases. *European Food Research Technology*, **222**, 93-98.;
- Armenteros, M., Aristoy, M. C., Barat, J. M., & Toldrá, F. (2009<sup>b</sup>). Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl. *Food Chemistry*, **117**, 627–633.;
- Arnau, J.; García-Regueiro, J.A. (1978) – La tirosina en el jamon curado. *In: El Jamon Curado:Aspectos Tecnicos*. Ed. Arnau, J.; García-Regueiro, J.A. – Grafis - Sant, S.A: Barcelona: 91-116.;
- Arnau, J. (1993) – Tecnología de elaboración del jamón curado, **SEM**, **9**, 3-9.;
- Arnau, J.; Guerrero, L.; Gou P. (1994) - The effects of freezing, meat pH and storage temperature on the formation of white film and tyrosine crystals in dry-cured hams. *Journal of Food Chemistry*, **66**, 279-282.;
- Arnau, J.; Guerrero, L.; Casdemont, G.; Gou, P. (1995) - Effects of temperature during the last month of ageing and of salting time on dry-cured ham aged for six months. *Journal of Food Chemistry*, **52**, 63-69.;

- Arnau, J.; Guerrero, L.; Hortós, M.; García-Regueiro, J.A. (1996) - Film and white crystals found in fry-cured hams. *Journal of Science and Food Agriculture*, **70**, 449-452.;
- Arnau, J.; Guerrero, L.; Gou, P. (1997) - Effects of temperature during the last month of ageing and of salting time on dry-cured ham aged for six months. *Journal of Science and Food Agriculture*, **74**, 193-198.;
- Arnau, J.; Guerrero, L.; Sárraga, C. (1998<sup>a</sup>) - The effect of green ham pH and NaCl concentration on cathepsin activities and sensory characteristics of dry-cured ham. *Journal Science of Food and Agriculture*, **77**, 387-392.;
- Arnau, J.; Guerrero, L.; Gou, P. (1998<sup>b</sup>) - Effect of meat pH and the amount of added nitrite and nitrate on colour uniformity of dry-cured hams. *Proc. 44th International Congress of Meat Science and Technology*. Barcelona, Spain.;
- Arnau, J. (2000) - Aspectos tecnológicos que afectan al desarrollo de la textura y del flavor. *II Symposium Internacional del jamón curado*, 27-40, Barcelona.;
- Arnau, J.; Gou, P. (2001) - Effect of air relative humidity on ham rind and subcutaneous salted fat during the resting period. *Meat Science*, **58**, p.65-68.;
- Arnau, J.; Gou, P. y Comaposada, J. (2003) - Control del secado para uniformizar la textura del jamón curado. *Eurocarne*, **115**, 51- 58.;
- Arnau, J.; Picouet, P. (2007<sup>a</sup>) - Technologie de production du jambon sec en Espagne. *Journées Recherche Porcine*, **39**, p.02-06.;
- Arnau, J.; Serra, X.; Comaposada, J.; Gou, P.; Garriga, M. (2007<sup>b</sup>) - Technologies to shorten the drying period of dry-cured meat products. *Meat Science*, **77**, p.81-89.;
- Aust, L.B.; Gacula, M.C.; Beard, S.A.; Washam, R.W. (1985) - Degree of difference test method in sensory evaluation of heterogeneous product types. *Journal of food science*, **50**, 511-513.;

- Baldini, P.; Bernardi, E.P.; Raczynski, R. (1977) - Indagini sul prosciutto típico di Parma: influenza della fase di salagione sull'evoluzione dei parametri chimico fisici della popolazione batterica. *Industria Conserve*, **52 (1)**: 16-27.;
- Bañón, S.; Gil, M.D.; Garrido, M.D. (2003) - The effects of castration on the eating quality of dry-cured ham. *Meat Science* **65 (3)**, 1031-1037.;
- Barat, J. M.; Grau, R.; Pagán-Moreno, M. J.; Fito, P. (2004) - Simultaneous brine thawing-salting operation during Spanish cured ham manufacturing. *Meat Science*, **66**, 603-608.;
- Barat, J. M.; Grau, R.; Ibéñez, J. B.; Pagán, M. J.; Flores, M.; Toldrá, Fidel.; Fito, P. (2006) - Accelerated processing of dry-cured ham. Part I. Viability of the use of brine thawing/salting operation. *Meat Science*, **72**, 757-765.;
- Barroso, J.V. e López, R.C. (2001) - Dinámica y control del proceso de secado del jamón Ibérico en secaderos y bodegas naturales y en cámaras climatizadas. *In: Tecnología del jamón ibérico: de los tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma*. Ed. By Barroso, J. V. - Ediciones Mundi-Prensa: Madrid: 254-292.;
- Barroso, J. V. (2001) – *Tecnología del jamón ibérico: de los tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 512 pp.;
- Berdague, J.L.; Bonoaud, N.; Rousset, S.; Touraille, C. (1993) - Influence of pig crossbreed on the composition, volatile compound content and flavour of dry-cured ham. *Meat Science*, **34**, 119-129.;
- Bertino, M.; Beauchamp, G.K; Engelman, K. (1982) - Long-term reduction in dietary sodium alters the taste of salt. *American Journal of Clinical Nutrition*, **36**, 1134-1144.;
- Blesa, A.; Alinño, A.; Barat, J.M.; Grau, R.; Toldrá, F.; Pagán, M. J. (2008) - Microbiology and physico-chemical changes of dry-cured ham during the post-salting

stage as affected by partial replacement of NaCl by other salts. *Meat Science*, **78**, 135-142.;

- Brandt, M. A. ; Skinner, E.Z. ; Coleman, J.A. (1963 - Texture profile method. *Journal of Food Science*, **28**, 404-409.;

- Borch E.; Kant-Muermans, M.L.; Blixt, Y. (1996) - Bacterial spoilage of meat and cured meat products." *International Journal of Food Microbiology*. 33:103-120.;

- BOE (1993) - Orden Ministerial, del 3 de noviembre de 1993, por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación de Origen “Jamón de Teruel” y de su Consejo Regulador. Boletín Oficial del Estado del 30 de noviembre de 1993, nº 286. Aranzadi: Repertorio cronológico de legislación, 1993. Volumen V, marginal 3222, 12685-12696.;

- BOE (2004) - Orden APA 2859/2004, 2 de agosto, por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación Específica “Jamón de Trevélez” y de su Consejo Regulador. Boletín Oficial del Estado del 25 de agosto del 2004, nº 205; 29864-29870.;

- Buchanan, R.L.; Solberg, M. (1972) – Interaction of sodium nitrite, oxygen and pH on growth of *Staphylococcus aureus*. *Journal of Food Science*, **37**, 81-85.;

- Buege, D. (2002) - Variation in pork lean quality, Pork Quality Facts, National Pork Board, Des Moines.;

- Buscailhon, S.; Berdagué, J.L, Monin, G. (1993) - Time-related changes in volatile compounds of lean tissue during processing of French dry-cured ham. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **63**,69-75.;

- Buscailhon, S.; Berdague, J.L.; Rousset, J.; Cornet, M.; Gandemer, G.; Touraille, C.; Monin, G. (1994) - Relations between compositional traits and sensory qualities of French dry-cured ham. *Meat Science*, **37**, 29-243.;

- Buscailhon, S.; Touraille, C.; Girard, P.; Monin, G. (1995) - Relationship between muscle tissue characteristics and sensory qualities of dry-cured ham. *Journal of Muscle Foods*, **6**, 9-22.;
- Careri, M.; Mangia, A.; Barbieri, G.; Bolzoni, L.; Virgili, R.; Parolari, G. (1993) - Sensory property relationships to chemical data of Italian-type dry-cured ham. *Journal of Food Science*, **58**, 968-972.;
- Carpena, C. M. (2006) - *Elaboración del jamón mediante un proceso acelerado simultáneo de estabilización y aromatización (pasea) con control integrado de ácaros (cia)* - Tese com vista à obtenção do grau de Doutor em Veterinaria, Faculdade de Veterinária, Córdoba, Universidade de Córdoba, 240 pp.;
- Carrapiso, A.I.; Bonilla, F.; García, C. (2003) - Effect of crossbreeding and rearing system on sensory characteristics of Iberian ham. *Meat Science*, **65** (1), 623-629.;
- Carrascosa, A.V.; Marín, M.E.; Avendaño, M.C.; Cornejo, I. (1988) - Jamón serrano. Cambios microbiológicos y fisico-químicos durante el curado rápido. *Alimentaria*, **194**, 9-12.;
- Centro de Segurança Alimentar e Nutrição (2007) - *Tabela da composição de Alimentos*. Centro de Segurança Alimentar e Nutrição, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Lisboa: Editorial do Ministério da Educação. 355 pp;
- Chemello, E. (2005) - *A Química na Cozinha: O Sal*. Disponível em: <http://www.ciadaescola.com.br/zoom/materia.asp?materia=277>. Consulta efectuada em 11 de Fevereiro de 2010;
- Chizzolini, R.; Novelli, E.; Campanini, G.; Dazzi, G.; Madarena, G.; Zanardi, E.; Pacchioli, M.T.; Rossi, A. (1996) - Lean color of green and matured Parma hams: comparative evaluation and technological relevance of sensory and objective data. *Meat Science*, **44**, 159-172.;

- Chizzolini, R.; Novelli, E.; Zanardi, E. (1998) - Oxidation in Traditional Mediterranean Meat Products. *Meat Science*, **49**, 87-99.;
  
- Cilla, I.; Martínez, L.; Beltrán, J. A.; e Roncalés, P. (2005) - Factors affecting acceptability of dry-cured ham throughout extended maturing under “bodega” conditions. *Meat Science*, **69**, 789-795.;
  
- Cilla, I.; Martínez, L.; Beltrán, J. A.; e Roncalés, P. (2006) - Dry-cured ham quality and acceptability as affected by the preservation system used for retail sale. *Meat Science*, **73**, 581–589.;
  
- Comaposada, J.; Arnau, J.; Gou, P. (2007) - Sorption isotherms of salted minced pork and of lean surface of dry-cured hams at the end of the resting period using KCl as substitute for NaCl. *Meat Science*, **77**, 643–648.;
- Comission Internationale de l'Eclairage (1978) - Recommendations on uniform color spaces - color difference equations - psychometric color terms. CIE Publication No. 15 (E-1.3.1) 1971/(TC-1.3), Supplement No. 2. Paris: Comission Internationale de l'Eclairage, 8-12;
  
- Conejo, I.; Carrascosa, A.V.; Marin, M.E.; Avendaño, M.C. (1988) - Influencia del salado, el lavado y el reposo sobre la flora superficial del jamón curado. *Cárnica 2000*, **58**, 34-35.;
  
- Cornejo, I.; Carrascosa, A.V.; Marin, M.E.; Martin, P.J. (1992) – Considerations about the origin of microorganisms that grow on the deep muscular tissues of dry- cured spanish hams during processing. *Fleischwirtschaft*, **72**,1405-1407.;
  
- Córdoba, J.J.; Antequera, T.; García, C.; Ventanas, J.; López-Bote, C.; Asensio, M.A. (1994)- Evolution of free amino acids and amines during ripening of Iberian cured ham. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **42**, 2296-2301.;
  
- Córdoba, J.J.; Aranda, E.; Benito, M.J. (2001) – Alteraciones originadas por microorganismos, ácaros e insectos en jamones ibéricos. *In: Tecnología del jamón*

*ibérico: de los tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma*. Ed. By Barroso, J. V. - Ediciones Mundi-Prensa: Madrid: 465-487.;

- Coretti, K. (1986) - *Embutidos: elaboración y defectos*. Zaragoza: Editorial Acribia. 264 pp.;

- Correia, C. (2004) - *Textura del jamón curado con distintos niveles de sal, pH y humedad* - Trabajo final de carrera en Ingeniería Alimentaria, Girona, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Girona, 88 pp.;

- Costa, A.; Guàrdia, M.D.; Gou, P. (2008) - La adición de lactato potásico en productos cárnicos crudos-curados con un contenido reducido de sodio. *Eurocarne*, **171**, 1-7.;

- Costa, M.R.; Filho, W.B.; Silveira, E.T.F.; Felício, P.E. (2008) - Colour and texture profiles of boneless restructured dry-cured hams compared to traditional hams. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **65**, 169-173.;

- Costell, E. e Durán, L. (1981) - El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. I. Introducción. *Revista Agroquímica. Tecnología. Alimentar*, **21**, 1-10.;

- Coutron-Gambotti, C. e Gandemer, G. (1999) - Lipolysis and oxidation in subcutaneous adipose tissue during dry-cured ham processing. *Food Chemistry*, **64**, 95-101.;

- Cross, H. R.; Overby, A. J. (1998) – *World animal science. Meat science, milk science and technology*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers. B.V. 458 pp.;

- Coutron, C.C.; Gandemer, G.; Rousset, S.; Maestrini, O.; Casabianca, F. (1999) - Reducing salt content of dry-cured ham: effect of lipid composition and sensory attributes. *Food Chemistry* **64**, 13-19.;

- Davey, C. L.; Gilbert, K. V. (1974) - Temperature-dependant cooking toughness in beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **25**, 931-938.;

- Debrot, J. (1972) - Protection des animaux e qualité de la viande. *Euroviande*, **12**, 21-24.;
- Debrot, S. (1974) - La viande des porcs provenant d'élevages industriels. *Euroviande*, **15**, 17-21.;
- Decreto-Lei n.º 33/2008 – *Diário da República*, 1.ª série. N.º 39 de 25 de Fevereiro de 2008, 1217-1218;
- Desmond, E. (2006) - Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science* **74**, 188-196.;
- Drewnowski, A.; Henderson, S.A.; Driscoll, A.; Rolls, B.J. (1996) - Salt taste perception and preferences are unrelated to sodium consumption in healthy older adults. *Journal of the American Dietetic Association*, **96 (5)**: 471-474.;
- Edideco - Editores para a defesa do consumidor (1996) - Conhecer os alimentos. Lisboa. 207pp.;
- Elias, M. N. G. V. S. (1993) - *Caracterização de presuntos artesanais e industriais de suíno alentejano. Modificações introduzidas pela embalagem sob vácuo*. Dissertação com vista à obtenção do grau de mestre, Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa, 229 pp.;
- European Commission (2008) - *Collated Information on Salt Reduction in the EU*. pp. 3 e 26. Editado em Abril;
- Fang, C.S.; Post, L.S.; Solberg, M. (1985) - Antimicrobial effect and disappearance of sodium nitrite in *Staphylococcus aureus* cultures. *Journal of Food Science*, **50**, 1412-1416.;
- Fernández, X.; Gilbert, S.; Vendevre, L. (2002) - Effects of halothane genotype and pre-slaughter treatment on pig meat quality. Part 2. Physico-chemical traits of cured

cooked ham and sensory traits of cure-cooked and dry-cured hams. *Meat Science* **62**, 439-446.;

- Filho, W. B. (2005) - *Processamento de presunto cru com carne desossada, curada, e moldada com transglutaminase (activa tg-b®). desenvolvimento e análises físico-químicas*. Tese com vista à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia dos Alimentos, Campinas-São Paulo, 92 pp.;

- Fjelkner-Modig, S. e Ruderus, H. (1983) - The influence of exhaustion and electrical stimulation on the meat quality of young bulls: Part 2 – Physical and sensory properties. *Meat Science*, **8**, 203-220.;

- Flores, J.; Nieto, P.; Bermell e Miralles, M.C. (1985) - Cambios en los lípidos del jamón durante el proceso de curado lento y rápido, y su relación con la calidad. *Revista Agroquímica. Tecnología. Alimentar*, **24**, 503-509.;

- Flores, M.; Aristoy, M.C.; Spanier, A.M.; Toldrá, F. (1997<sup>a</sup>) - Non-volatile components effects on quality of “Serrano” dry-cured ham as related to processing time. *Journal of food science*, **62**, 1235-1239.;

- Flores, M.; Ingram, D.A.; Bett, K.L.; Toldrá, F.; Spanier, A.M. (1997<sup>b</sup>) - Sensory characteristics of spanish “serrano” dry-cured ham. *Journal of sensory studies*, **12**, 169-179.;

- Flores, M.; Marina, M.; Toldrá, F. (2000) - Purification and characterization of a soluble methionyl aminopeptidase from porcine skeletal muscle. *Meat Science*, **56**, 247-254.;

- Flores, M.; Barat, J.M.; Aristoy, M.C.; Peris, M.M.; Grau, R.; Toldrá, F. (2006) - Accelerated processing of dry cured ham. Part 2: Influence of brine thawing/ salting operation on proteolysis and sensory acceptability. *Meat Science* **72**, 766-772.;

- Forrest, J. C.; Aberle, E. D.; Hedrick, H. B.; Judge, M. D.; Merkel, R. A. (1979) - In: *Fundamentos de Ciência de la Carne*, Acribia, Zaragoza; pp. 65.
- Francisco, J. J.; Gutierrez, L. M.; Mena, L.; Garcia, M. L.; Diez, V.; Moreno, B. (1981)- Flora microbiana del jamón crudo curado. *Anales Bromatologia* (33): 259.;
- García-Garrido, J.A.; Quiles-Zafra, R.; Tapiador, J.; Luque De Castro, M.D. (1999) Sensory and analytical properties of Spanish dry-cured ham of normal and defective texture. *Meat Science* 67, 423-427.;
- García, C.; Martín, A.; Timón, M.L.; Córdoba, J.J. (2000) – Microbial populations and volatile compounds in the ‘bone taint’ spoilage of dry cured ham, *Applied Microbiology*, 30, 61-66.;
- García Reguerio, J. A. (2005) - Situación del jamón curado en las tendencias nutricionales actuales (transición nutricional).III. *Congreso Mundial del Jamón*. Teruel: 137-142.;
- García-Rey R.M.; García-Garrido, J.A.; Quiles-Zafra, R.; Tapiador, J.; Luque De Castro, M.D. (2004) - Relationship between pH before salting and dry-cured ham quality. *Meat Science* 67 (4), 625-632.;
- Gelabert, J.; Gou, P.; Guerrero, L.; Arnau, J. (2003) - Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 65, 833-839.;
- Gimeno, O.; Astiasarán, I.; Bello, J. (2001). Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl<sub>2</sub> on microbiological evolution of dry fermented sausages. *Food Microbiology*, 18, 329–334.;
- Giolitti, G.; Cantoni, C.; Bianchi, M. A.; Renon, P. (1971a) - Microbiology and chemical changes in raw hams of italian type. *Journal Applied Bacterol*, 34, 51.;

- Giolitti, G.; Cantoni, C.; Bianchi, M. A.; Renon, P.; Beretta, G. (1971b) - Microbiologia e cambiamenti biochimici nei prosciutti crudi durante la stagionatura. *Archivio Veterinario Italiano*, **22**, 61-84.;
- Girard, J. P. (1991) – *Tecnología de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza; Editorial Acribia. 300 pp;
- Giuliani, M. (2005) - Ahorro energético en sistemas de control de la curación del jamón mediante aprovechamiento del aire exterior. *III. Congreso Mundial del Jamón*. Teruel: 223-232.;
- Gonçalves, M.L.S.S. (1983) - *Métodos instrumentais para análise de soluções: Análise quantitativa*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1983;
- González-Méndez, N. F.; Gross, J. B.; Poma, J. P.; Ramos, E. (1985) - Influencia de la congelación sobre la difusión del NaCl en el músculo *Longissimus dorsi* de cerdo. *Revista de Agroquímica e Tecnología de Alimentos*, **25 (2)**: 279-284.;
- González, M.A.; Bondoso, W.; García-Ruiz, A. (2003) - Estudio comparativo de las características físico- químicas y sensoriales de jamones ibéricos y serranos según el tipo de músculo. *Eurocarne* **113**, 1-6.;
- Gou, P.; Guerrero, L.; Arnau, J. (1995) - Sex and crossbreed effects on the characteristics of dry-cured ham. *Meat Science* **40**, 21- 31.;
- Gou, P.; Guerrero, L.; Gelabert, J. and Arnau, J. (1995) - Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science* **42**, 37- 48.;
- Gou, P.; Arnau, J.; Guàrdia M.D. (2000) - Efecto del tipo de pulido (con corteza o corte V) en algunas características sensoriales del jamón curado. *II symposium internacional del jamón curado*. Barcelona.;

- Gou, P.; Composada, J.; Arnau, J. NaCl (2003) -Content and temperature effects on moisture diffusivity in the *Gluteus medius* muscle of pork ham. *Meat Science*, **63**, 29-34.;
- Goutefongea, R. (1991) – La Salazon. In: *Tecnología de la carne y de los productos cárnicos*. Ed. By Girard, J. P. – Editorial Acribia: Zaragoza: 125-150;
- Guàrdia, M. D.; Guerrero, L.; Gelabert, J.; Gou, P.; Arnau, J. (2006) - Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium contents. *Meat Science* **73**, 484-490.;
- Guerrero L.; Gou P.; Arnau J. (1995) - Dry-cured hams. Chemical methods to control mites. *Fleischwirtschaft* **75**, 449-450.;
- Guerrero, L.; Gou, P.; Alonso, P.; Arnau, J. (1996) - Study of the physicochemical and sensorial characteristics of dry-cured hams in three pig genetic types. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **70 (4)**, 526-530.;
- Guerrero L.; Gou P.; Arnau J. (1999) - The influence of pH on the mechanical and texture properties of dry-cured ham. *Meat Science* **52**, 267-273.;
- Guerrero, L. (2002) - Problemática de los perfiles descriptivos en productos poco homogéneos: la carne y algunos derivados cárnicos. CS2002, *I Encuentro Internacional, Ciencias Sensoriales y de la Percepción*. Barcelona y Sant Sadurní d'Anoia, 20-22 Junio, 65-68.;
- Guerrero, L.; Gobantes, I.; Oliver, M.A.; Arnau, J.; Guàrdia, M.D.; Elvira, J.; Riu, P. N. J.M. (2004<sup>a</sup>) - Green hams electrical impedance spectroscopy (EIS) measures and pastiness prediction of dry-cured hams. *Meat Science* **66**, 289-294.;
- Guerrero, L.; Guàrdia, M.D.; Arnau, J. (2004<sup>b</sup>) - Análisis sensorial de carne y productos cárnicos. En: *Análisis sensorial de productos alimentarios. Metodología y aplicación al mercado español*. 195-218. Ed. Briz J. Y García R. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.;

- Guerrero, L.; Guardia, M. D.; Arnau, J. (2005) – Propuesta metodológica de análisis sensorial en jamón curado: criterios a considerar y sistemas de validación. *III. Congreso Mundial del Jamón*. Teruel: 187-194.;
  
- Guerrero, R.A. (2006) – *Selección de Penicillium Productores de Péptidos Antifúngicos para su Utilización en Productos Cárnicos Madurados*, Tesis com vista à obtenção do grau de Doctorado en Zootenia, Facultad de Veterinária, Departamento de Veterinaria, Cáceres, Universidad de Extremadura, 305 pp.;
  
- Hamm, R. (1960) - Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food Research.*, **10**, 355-463.;
  
- Hamm, R. (1975) - Water-holding capacity of meat. *In Meat*, Cole, D. J. A. e Lawrie, R. eds. London: Butterworths e Co. (Publishers), Ltd., 321-338;
  
- Hansen-Moller, J. (1997) - Avaluation of peptides generated in Italian-style dry - cured ham during processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **45**, 3123-3128.;
  
- Hinrichsen, L.L.; Pedersen, S.B. (1995) - Relationship among flavor, volatile compounds, chemical changes, and microflora in Italian-type dry-cured ham during processing. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **43**, 2932-2940.;
  
- Henry, M. (1981) - L'amélioration de la qualité de la viande de porc par modification de l'alimentation avant abattage, *Médecine et Nutrition*, **17**, 279-286.;
  
- Hernández, E.; Huerta, T. (1993) - Evolución de los parámetros microbiológicos del jamón curado. *Microbiolía, SEM*, **9**, 10-19.;
  
- Hernández, W. A. (2009) - *Salado y descongelado simultáneo en salmuera para la obtención de jamón curado de cerdo de raza ibérica*, Tesis com vista à obtenção do grau de Doctorado em Tecnología de los alimentos, Departamento de Tecnología de Alimentos, Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, 221 pp.;

- Hodgson, T. (1970) - The effect of air velocity and evaporator size on product weight losses in carcass-chilling rooms, In *Pertes de masse des denrées alimentaires*, Institut International du Froid, Paris, 161-167;
  
- Honikel, K. O. (1987a) - The water binding of meat. *Die Fleischwirtschaft*, **67**, 1098-1102.;
  
- Honikel, K. O. (1987b) - How to measure the water-holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. In *Evaluation and control of meat quality in pigs*, eds. Tarrant, P. V.; Eikelenboom, G. e Monin, G.; a seminar in the CEC Agricultural Research Programme, 1985, Dublin. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 129-142.;
  
- Honikel, K.O. (2008) - The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*,**78**, 68–76.;
  
- Huerta, T.; Sanchís, V.; Hernández, J.; Hernández, E (1987) - Mycoflora of dry-salted spanish ham. *Microbiologie, Aliments, Nutrition*, **5**,247.;
  
- Huerta, T.; Hernández, J.; Guamis, B.; Hernández, E. (1988) - Microbiological and physico-chemical aspects in dry salted spanish ham. *Zentralbl Mikrobiol*, **43**, 475.;
  
- Hutton,T. (2002) - Sodium: technological functions of salt in the manufacturing of food and drink products. *British Food Journal* **104** (2): 126-152.;
  
- Ibañez, C.; Quintanilla, L.; Irigoyen, A.; Garcia-Jalón, I.; Cid, C.: Astiasarán, I. - (1995) - Partial replacement of NaCl with KCl in dry fermented sausages: influence on carbohydrate fermentation and the nitrosation process. *Meat Science*, **40**, 45-53.;

- Inmetro Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (2005) – *Sal para consumo Humano*. <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/sal2.asp>. Consulta efectuada em 20 de Novembro de 2009;
  
- Isabel, B.; López-Bote, C.; Rey, A.; Sanz Arias, R. (1999) - Influence of dietary alpha-tocopheryl acetate supplementation of pigs on oxidative deterioration and weight loss in sliced dry-cured ham. *Meat Science* **51**, 227-232.;
  
- Institute of Food Research (2005) - *Microbial risks associated with salt reduction in certain food. Options for the preservation*. Editado em Outubro de 2008. Disponível em: <http://www.saltsense.co.uk/documents/G2438dFSASubmission.pdf>. Consulta efectuada em 02 de Outubro de 2009;
  
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) (2005) – *Microorganisms in Foods 6 (2ª ed.). Microbial Ecology of Food Commodities*. Londres: Blackie Academic e Professional. 763 pp.;
  
- ISO/FDIS 6579 (2002) – *Microbiology of food and animal feeding stuffs- horizontal method for the detection of Salmonella spp.*. Geneva: International Organization for Standardization .27 pp.;
  
- ISO/FDIS 17604 (2003) – *Microbiology of food and animal feeding stuffs- Carcass sampling for microbiological analysis*. Geneva: International Organization for Standardization .14 pp.;
  
- Jay, J. M. (1981) - *Microbiologia moderna de los alimentos*. (2ª ed.) Zaragoza: Editorial Acribia, S.A. 608 pp.;
  
- Jay, J. M. (2002) - *Microbiologia moderna de los alimentos*. (4ª ed.). Zaragoza: Editorial Acribia, S.A. 615 pp.;
  
- Jeremiah, L.; Carpenter, Z.; Smith, G. (1972) -Beef Color as related to consumer acceptanceand palatibility. *Journal of Food Science*, **37**, 476-479.;

- Jiménez, F. C.; Ayo, M.J.; Carballo, J. (2005) - Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate. *Meat Science* **69**, 781-788.;
  
- Jovita M. R.; González, A. M.; Breña, F. A. (2001) – Población microbiana del jamón ibérico y su contribución en la maduración. Cultivos iniciadores. In: *Tecnología del jamón ibérico: de los tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma*. Ed. By Barroso, J. V. - Ediciones Mundi-Prensa: Madrid: 343-389.;
  
- Jones, S. J.; Burson, D. E. (2000) – [CD\_ROM] : Porcine myology. Lincoln: University of Nebraska Lincoln;
  
- Juan, M. P. (2006) - *Interacción de los compuestos aromáticos del jamón curado con la matriz proteica* - Tese com vista à obtenção do grau de Doutor em Tecnologia dos Alimentos , Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 207 pp.;
  
- Kenney, P. B.; Hunt, M. C. (1990) - Effect of water and salt content on protein solubility and water retention of meat products. *Meat Science*, **27**, 173.;
  
- Kerens, G. (1976) - The effect of environmental conditions on the chilling time and moisture losses of beef carcasses, In *Pour une chaîne de froid idéale*, Institut International du Froid, Paris, 331-338;
  
- Lambooij, E. (2000) - Transport of pigs, in *Livestock handling and transport*, 2<sup>nd</sup> ed., Grandin, T. ed. Wallingford: CABI Publishing, 275-296;
  
- Lawless, H.Y.; e Heymann, H. (1999) - *Sensory evaluation of food. Principles and practices*. New York: Chapman e Hall, 827 pp.;
  
- Larrea, V.; Hernando, I.; Quiles, A.; Lluch, M.A.; Pérez-Munuera, I. (2006) - Changes in proteins during Teruel dry-cured ham processing. *Meat Science*, **74**, 586-593.;
  
- Lawrie, R. A. (1966) - Metabolical stresses which affect muscle. The physiology and

biochemistry of muscle as food, *In Physiology and biochemistry of muscle as food*, Briskey, E.; Cassens, R.; e Trautman, J. eds.. Madison: University of Wisconsin Press, 137-164;

- Lawrie, R. A. (1985) - Chemical and biochemical constitution of muscle. In: *Meat Science*. Ed. M. C. Robert Maxwell, Oxford; pp. 43.

- Lawrie, R. A. (2005) – *Ciência da Carne 6.ª edição*. Porto Alegre: Artmed. 384 pp.;

- Lebret, B.; Massabie, R.; Granier, R.; Juin, H.; Mourot, J.; Chevillon, P. (2002) - Influence of outdoor rearing and indoor temperature on growth performance, carcass, adipose tissue and muscle traits in pigs, and on the technological and eating quality of dry-cured hams. *Meat Science*, **62**, 447-455.;

- Leistner, L. (1995) - Allgemeines über Rohwurst und Rohschinken. In: *Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken. Bundesanstalt für Fleischforschung*. **90**, 6606-6611.;

- León Crespo, F.; Martins, C.; Penedo, J. C. P.; Barranco, A. S.; Moreno, C. M.; Heredia, F. B. (1986) - Diferencias en la composición química de ocho regiones anatómicas del jamón serrano ibérico. *Alimentaria*, **177**, 23-27.;

- Lima, M.G.O.L.B. (2007) - *Análise sensorial* - Apontamentos das sessões apresentadas ao curso de ciência e tecnologia dos alimentos - Escola Superior Agrária de Santarém ( ciclostilado), 146 pp.;

- López, A. N.; Viadel, B. C.; Navarro, F. M. T. (2005) -El jamón curado como alimento saludable para grupos especiales (adolescencia y tercera edad). *III. Congreso Mundial del Jamón*. Teruel: 143-149.;

- Losantos, A.; Sanabria, C.; Cornejo, I.; Carrascosa, A.V. (2000) - Characterization of Enterobacteriaceae strains isolated from spoiled dry-cured hams. *Food Microbiology*, **17**, 505-512.;

- Lotter, L. P.; Leistner, L. (1978) - Minimal water activity for enterotoxin A production and growth of *Staphylococcus aureus*. *Applied Environmental Microbiology*, **36**, 386.;
  
- Louro, A. (2010) – Presunto de Mação “ é o melhor” de Portugal. *Abarca*, **237**, 9.;
  
- Lücke, F.K. (1986) – Microbiological processes in the manufacture of dry sausage and raw ham. *Fleischwirtsch*, **66**, 1505-1509.;
  
- Lyon, H.; Francombe, M.A.; Hasdell, T.A.; Lawson, K. (1992) - *Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control*. London (UK): Chapman e Hall, 131-179.;
  
- Mabry, J. W. e Baas, T. J. (2002) - The impact of genetics on pork quality. *Pork Quality Facts*. Des Moines: National Pork Board;
  
- Malagón, C. P. (1988) - Maduración del jamón de cerdo ibérico (jabugo): Fenómenos Proteolíticos. Tese com vista à obtenção do grau de Doutor, Facultad de Veterinaria de Leon, Leon, Universidad de León, 242 pp.;
  
- Malherbe, M.; Walsh, C.M.; van der Merwe, C.A. (2003) - Consumer acceptability and salt perception of food with a reduced sodium content. *Tydskrif vir Gesinsekologie en Verbruikerswetenskappe*, **31**, 12-20.;
  
- Matulis, R. J.; McKeith, F. K.; Sutherland, J.W.; Brewer, M. S. (1995) -Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt and pH. *Journal of Food Science* **60** (1): 42-47.;
  
- Martín, A.; Benito, M. J.; Hernández, A.; Pérez-Nevado, A.; Córdoba, J. J.; Córdoba, M. G. (2008) - Characterisation of microbial deep spoilage in Iberian dry-cured ham. *Meat Science*, **78**, 475-484.;

- Melger, J.; Cid, C.; Astiasaran, I.; Bello, J. (1993) - Influencia de la alimentación del cerdo ibérico en las características de los compuestos relacionados con la grasa del jamón curado. *Carnica 2000*, **111**, 44-48.;
- Mendes, B. e Oliveira, J.F.S. (2004) - *Qualidade da água para consumo humano*. Lisboa: Lidel. 626 pp.;
- McCarty, M. F. (2004) - Should we restrict chloride rather than sodium?. *Medical Hypothesis*, **63**, 138–148.;
- Miller, R. K.; Moeller, S. J.; Goodwin, R. N.; Lorenzen, C. L.; Savell, J. W. (2000) - Consistency in meat quality. *In Proceedings of the 46th International Congress of Meat Science and Technology*. Buenos Aires, 566-580.;
- Mohler, K. (1982) - *El curado*. Zaragoza: Editorial Acribia. 116 pp.;
- Molinero, F. S. (2003) - *Modificaciones tecnológicas para mejorar la seguridad y calidad del jamón curado*, Tesis com vista à obtenção do grau de Doctorado em Tecnologia Agroalimentàries, Departament de Tecnologia de Processos, Girona, Universitat de Girona, 257 pp.;
- Moll, N.; Moll, M. (1990) - *Additifs alimentaires et auxiliaires technologiques*. Paris. Editora Masson. 146 pp.;
- Monin, G. (1981) - Causes d'obtention de deux types défectueux de viande de porc, les viandes exsudatives et les viandes à pH élevé. *Viandes et Produits Carnés*, **2**, 6-10.;
- Monin, G.; Talmant, A.; Laborde, D.; Zabari, M.; e Sellier, P. (1986) - Compositional and enzymatic characteristics of the longissimus dorsi muscle from Large White, halothane-positive and halothane-negative Pietrain, and Hampshire pigs. *Meat Science*, **16**, 307-316.;
- Monin, G. (1988) - Évolution post-mortem du tissu musculaire et conséquences sur les

qualités de la viande de porc. *Journées de Recherche Porcine en France*, **20**, 201-214.;

- Monin, G.; Marinova, P.; Talmant, A.; Martin, J.F.; Cornet, M.; Lanore, D.; Grasso, F. (1997) - Chemical and structural changes in dry-cured hams (Bayonne hams) during processing and effects of the dehairing technique. *Meat Science*, **47**, 29-47.;

- Monte, E.; Villanueva, J. R.; Dominguez, A. (1986) - Fungal profiles of spanish country-cured hams. *International Journal of Food Microbiology*, **3**, 355.;

- Muller, H. G. e Tobin, G. (1995) – Alimentos de origen animal *In: Nutricion y ciencia de los alimentos*. – Editorial acribia, S.A. : Zaragoza: 204-234.;

- Muriel, E.; Andres, A. I.; Petron, M.J.; Antequera, T.; Ruiz, J. (2007) - Lipolytic and oxidative changes in Iberian dry-cured loin, *Meat Science*, **75**, 315-323.;

- Murray, A. C. (1995) - The evaluation of Muscle Quality. *In Quality and grading of carcasses of meat animals*, ed. Jones, S. D. M. Boca Raton: CRC Press, 83-107;

- National Pork Producers Council (2000) - pH implications for pork quality. Documento electrónico. Des Moines: National Pork Producers Council.;

- Nascimento, R.; Campagnol, P.C.B.; Monteiro, E.S.; Pollonio, M.A.R. (2007) - substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio: influência sobre as características físico-químicas e sensoriais de salsichas. *Alimentação e nutrição* **18**, 297-302.;

- NP 1847-1 (2009) – Informação e documentação. *Carnes e produtos cárneos. Determinação do teor de nitratos Parte 1: Método de referência*. Caparica: Instituto Português da Qualidade. 10 pp.;

- NP 1624-2 (2009) – Informação e documentação. *Carnes e produtos cárneos. Determinação do teor de humidade. Método de referência*. Caparica: Instituto Português da Qualidade. 5 pp.;

- NP 1614-1 (2009) – Informação e documentação. *Carnes e produtos cárneos. Determinação do teor de humidade. Parte 1: Método de referência.* Caparica: Instituto Português da Qualidade. 5 pp.;
- NP 3441 (2008) – Informação e documentação. *Carnes, derivadas e produtos cárneos. Medição do pH. Método de referência.* Caparica: Instituto Português da Qualidade. 8 pp.;
- NP 1130 (2008) – Informação e documentação. *Carnes e produtos cárneos. Presunto. Definição, classificação e características.* Caparica: Instituto Português da Qualidade. 4 pp.;
- NP 1612 (2006) – Informação e documentação. *Carnes e produtos cárneos. Determinação do teor de azoto total. Método de referência.* Caparica: Instituto Português da Qualidade. 6 pp.;
- NP 1846 (2006) – Informação e documentação. *Carnes e produtos cárneos. Determinação do teor de nitratos: Método de referência.* Caparica: Instituto Português da Qualidade. 8 pp.;
- NP 4405 (2002) – Informação e documentação. *Regras gerais para a contagem de microrganismos. Contagem de colónias totais a 30°C.* Caparica: Instituto Português da Qualidade. 9 pp.;
- NP 4396 (2002) – Informação e documentação. *Regras gerais para a contagem de Escherichia coli. Método corrente.* Caparica: Instituto Português da Qualidade. 10 pp.;
- NP 2000 (2002) – Informação e documentação. *Regras gerais para a contagem de Estafilo- cocos coagulase positiva (Staphilococcus aureus e outras espécies. Técnica com confirmação de colónias (Método corrente).* Monte da Caparica: Instituto Português da Qualidade. 16 pp.;

- NP 1615 (2002) – Informação e documentação. *Carnes e produtos cárneos. Determinação da cinza total. Método de referência.* Caparica: Instituto Português da Qualidade. 6 pp.;
  
- NP 1224 (2002) – Informação e documentação. *Carnes e produtos cárneos. Determinação do teor de matéria gorda livre. Método de referência.* Caparica: Instituto Português da Qualidade. 6 pp.;
  
- NP 3442 (1990) – Informação e documentação. *Carnes, derivadas e produtos cárneos. Determinação do teor de azoto não proteico. Processo corrente.* Monte da Caparica: Instituto Português da Qualidade. 5 pp.;
  
- NP 3444 (1990) – Informação e documentação. *Carnes e produtos cárneos. Determinação do teor de azoto amoniacal. Processo corrente.* Monte da Caparica: Instituto Português da Qualidade. 5 pp.;
  
- NP 3443 (1990) – Informação e documentação. *Carnes, derivadas e produtos cárneos. Determinação do teor de azoto dos ácidos amínicos livres.* Lisboa: Instituto Português da Qualidade. 5 pp.;
  
- NP 3277-1 (1987) – Informação e documentação. *Contagem de bolores e leveduras. Parte 1: Incubação a 25°C.* Lisboa: Instituto Português da Qualidade. 8 pp.;
  
- NP 2262 (1986) – Informação e documentação. *Regras gerais para a pesquisa de esporos de clostrídeos sulfito-redutores.* Lisboa: Instituto Português da Qualidade. 8 pp.;
  
- NP 1845 (1982) – Informação e documentação. *Carnes e produtos cárneos. Determinação do teor de cloretos. Método corrente* Lisboa: Instituto Português da Qualidade. 2 pp.;
  
- Offer, G.; Trinick, J. (1983) - On the Mechanism of Water Holding in Meat: The Swelling and Shrinking of Myofibrils. *Meat Science*, 8, 245-281.;

- Offer, G. e Knight, P (1988a) - The structural basis of water-holding in meat processing, Part 1, *In Developments in meat science - 4*, Lawrie, R. ed.. London: Elsevier Applied Science, 63-171;
- Offer, G. e Knight, P. (1988b) - The structural basis of water-holding in meat processing, Part 2, *In Developments in meat science - 4*, Lawrie, R. ed. London: Elsevier Applied Science, 173-243.;
- Offer, G.; Knight, P.; Jeacocke, R.; Almond, R.; Cousins, T.; Elsey, J.; Parsons, N.; Sharp, A.; Starr, R.; e Purslow, P. (1989) - The structural basis of water-holding, appearance and toughness of meat and meat products. *Food Microstructure*, **8**, 151-170.;
- Offer, G.; Trinick, J. (1983) - On the Mechanism of Water Holding in Meat: The Swelling and Shrinking of Myofibrils. *Meat Science*, **8**, 245-281.;
- Ohene-Adjei, S.; Ellis, M.; McKeith, F. K.; e Brewer, M. S. (2003) – Halothane genotype, chilling and location within muscle: effects on pork quality. *Journal of Muscle Foods*, **14**, 107-118.;
- Ordóñez, J.A.; Asensio, M.A.; Hoz, L.(2005) - Riesgos microbianos asociados al jamón curado. *III. Congreso Mundial del Jamón*. Teruel: 101-113.;
- Ohlweier, O.A. (1981) – *Química analítica quantitativa 2*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Vol.2. ISBN 85-216-0085-2. Cap. 19, p.111-127;
- Paarup, T.; Nieto, J.C.; Peláez, C. (1999) – Microbiological and physic chemical characterisation of deep spoilage in Spanish dry-cured hams and characterisation of isolated *Enterobacteriaceae* whith regard to salt and temperature tolerance. *European Reserch Technology*, **209**,366-371.;

- Palmia, F.; Mazoyer, C.; Diaferia, C.; Baldini, P.; Porretta, A. (1992) - Salt and water distribution in typical Italian hams. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, **32**, (1),71-83.;
  
- Palmia, F.; Rivaldi, P.; Fortini, G. (1993) - Dry curing of raw ham: evaluation of the salt uptake by a method based on the theory of diffusion. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, **33**,(5),548-553.;
  
- Pangborn, R.M. e Pecore, S. (1982) - Taste perception of sodium chloride in relation to dietary intake of salt. *The American Journal of Clinical Nutrition* **35**, 510- 520.;
  
- Parolari, G.; Virgili, R.; Schivazappa, C. (1994) - Relationship between cathepsin B activity and compositional parameters in dry-cured hams of normal and defective texture. *Meat Science*, **38**, 117-122.;
  
- Parolari, G. (1996) - Achievements, needs and perspectives in dry-cured ham technology: the example of Parma ham. *Food Science and Technology International*, **2**, 69-78.;
  
- Parolari, G.; Gabba, L.; Bertoli, C. (2005) - El problema del color en jamones curados sin nitritos. *III. Congreso Mundial del Jamón*. Teruel: 215-224.;
  
- Pastorelli, G.; Magni, S.; Rossi, R.; Pagliarini, E.; Baldini, P.; Dirink, P.; Van Opstaele, F.; Corino, C. (2003) - Influence of dietary fat, on fatty acid composition and sensory properties of dry-cured Parma ham. *Meat Science*, **65** (1), 571-580.;
  
- Patin, A. (1969) - Modifications physiques dues à la déshydratation des viands refrigerées, 12<sup>ème</sup> Congrès International du Froid, 1967, Progrès dans la science et la technique du froid, Vol. 3, Centro Experimental del Frio, Madrid, 209-217;
  
- Pearson, A. M. e Young, R. B. (1989) - Muscle and meat biochemistry. New York: Academic Press;

- Penny, I. F. (1975) - Use of a centrifuging method to measure the drip of pork *Longissimus dorsi* slices before and after freezing and thawing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **26**, 1593-1602.;
  
- Pham, A.J.; Schilling, M.W.; Mikel, W.B.; Williams, J.B.; Martin, J.M.; Coggins, P.C. (2008) - Relationships between sensory descriptors, consumer acceptability and volatile flavor compounds of American dry-cured ham. *Meat Science*, **80**, 728-737.;
  
- Polo, M.E.B. e Ramos, M.G.C. (2001)- El sacrificio del cerdo ibérico. Manejo ante y post-mortem. Obtención y perfilado del pernil. *In: Tecnología del jamón ibérico: de los tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa: 161-200.;
  
- Poma, J. P. (1977) - Le jambon sec. Sa fabrication. Problèmes liés a la qualité de la matière première. *Bulletin.Technique. C.R.Z.V.* **27**, 31-36;
  
- Poma, J. P. (1980) – Etudes de quelques facteurs influençant la fabrication du jambon sec. *Viandes et Produits Carnes*, **1**, 35-41;
  
- Parolari, G.; Virgili, R.; Sc Hivazappa, C. (1994) - Relationship between cathepsin B activity and compositional parameters in dry cured hams of normal and defective texture. *Meat Science*, **38**, 117-122.;
  
- Parolari, G. (1994) - Taste quality of Italian raw ham in a free-choice profile study. *Food Quality and Preferencem*, **5**, 129-133.;
  
- Pons, M. e Fiszman, S. M. (1996) - Instrumental texture profile analysis with particular reference to gelled systems. *Journal of Texture Stuties*, **27**, 597-624.;
  
- Price, J. F. e Schweigert, B. S. (1987) – *The science of meat and meat products .Third Edition*. United States of America: Foof e Nutrition Press. 639 pp.

- Projet de Norme Internationale ISO/DIS 7218 (2005) - *Microbiologie des aliments – Recommandations et règles générales pour les examens microbiologiques*. Geneva: International Organization for Standardization. 78 pp.;
  
- Proyecto de actualización de la RM n.º 615-2003 (S.D) – *Norma 205dición205i que 205dición205ia los 205dición205i 205dición205ia205205cos de calidad 205dición205i e 205dición205ia para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Madrid. 24 pp.;
  
- Quaresma, M. A. G.; Alfaia C. M. P. M.; Xavier, A. F. A.; Partidário, A. M. C.; Mimoso, Maria, J. C. Prates, J. A. M. (2003) - Perfil de aminoácidos livres em presuntos portugueses de cura rápida. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, **98**, 19-24.;
  
- Raccach, M. e Henningen, E. C. (1997) – The effect of chloride salts on *Yersinia enterocolitica* in meat. *Food Microbiology*, **14**, 431–438.;
  
- Raczynski, R. G.; Spotti, E.; Tagliavini, A. (1978) –Indagini sul prosciutto 205dició di Parma: influenza della fase di salagione sull’evoluzione dei parametri chimico-fisici e della popolazione batterica. Nota II. *Industria Conserve*, **53**, 11-16.;
  
- Raimundo, A. J. F. (2004) – *Estudo da utilização de alguns parâmetros fisiológicos no diagnóstico da qualidade da carne de suíno* – Tese com vista à obtenção do grau de Doutor em Ciências Veterinárias, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa, Universidade técnica de Lisboa, 275 pp.;
  
- Ramirez, J. L. R. (2005) – *Textura de músculos de cerdo e de jamón curado com distintos niveles de NaCl, pH y contenido de 205dic* – Tesis com vista à obtenção do grau de Doctorado em Ciencias de los alimentos, Facultad de Veterinária, Departament Ciencia Animal y de los Alimentos, Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona, 218 pp.;

- Ramos, J. J. C. (1990) – *Transformaciones de los componentes nitrogenados durante la 206dición206ia del jamón de cerdo ibérico*. Tese com vista à obtenção do grau de Doutor. Universidade de Extremadura, Cáceres, 214 pp.;
- Ranken, M. D. (1986) – *Manual de industrias de los alimentos 2.ª edición*. Zaragoza; Editorial Acribia. 672 pp.;
- Resurrección A.V.A. (1998) – *Consumer sensory testing for product development*. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, 254 pp.;
- Rey, C.; Kraft, A.; Topel, D.; Parrish, F.; e Hotchkiss, D. (1976) – Microbiology of pale, dark and normal pork. *Journal of Food Science*, **41**, 111-116;
- Reglamento (CEE) nº 2082/1992, relativo a la certificación de las características específicas. Diario Oficial las Comunidades Europeas 206dici C, 371, del 1 de diciembre de 1998, pág. 3.;
- Reguerio, J. A. G. (2006) – Situación del jamón curado en las tendencias nutricionales actuales (transición nutricional). *Cárnicas 2000*, **270**, 36-41.;
- Regulamento n.º 853/2004 – *Jornal Oficial da União Europeia*, N.º **139** de 30 de Abril de 2004. Comissão das Comunidades Europeias, 195.;
- Regulamento n.º 1441/2007 – *Jornal Oficial da União Europeia*, N.º **322** de 05 de Dezembro de 2007. Comissão das Comunidades Europeias, 15-21.;
- Resano, H.; Sanjuán, A.I.; Cilla, I.; Roncalés P.; Albisu, L.M. (2010) - Sensory attributes that drive consumer acceptability of dry-cured ham and convergence with trained sensory data. *Meat Science*, **84**, 344-351.;
- Rodríguez, M.; Núñez, F.; Cordoba, J.J.; Bermúdez, E.; Asensio, M.A. (1994) – Characterization of *Staphylococcus spp.* And *Micrococcus spp.* Isolated from Iberia,

ham through the ripening process. *International Journal of food Microbiology*, **24**, 329-335.;

- Rodríguez-Núñez, E.; Aristoy, M.C.; Toldrá, F. (1995) – Peptide generation in the processing of dry-cured ham. *Food Chemistry*, **53**, 187-190.;

- Rojas, M.T.A. e Cáceres, L.M. (2001)- Reacciones químicas y bioquímicas que se desarrollan durante la maduración del jamón ibérico. *In: Tecnología del jamón ibérico: de los tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa: 293-322 .;

- Rosenthal, A. J. (1999) – *Food texture. Measurements and Perception* – United States of America: Editorial Aspen Publishers, INC. 305 pp.;

- Rossel, C.M.; Toldrá, F. (1998) – Comparison of Muscle Proteolytic and Lipolytic Enzyme Levels in Raw Hams from Iberian and White Pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **76**, 117-122.;

- Rosset, R. (1982) – Chilling, freezing and thawing. En: *Meat microbiology*. Ed.: M.H. Brown. Londres: Elsevier Applied Science. 265-318.;

- Rosset, R. e Roussel-Ciquard, N. (1984) – Les 207dició – Hygiène et Technologie, 7. Le froid dans la filière viande, 7.1. Réfrigération. *Informations Techniques des Services Vétérinaires*, **88-91**, 217-244.;

- Rosset, R. e Lameloise, P. (1985) – Le pouvoir de retention d'eau de la viande, *Actualités Scientifiques et Techniques en Industries Agro-alimentaires*, Ministère de l'Agriculture, Edition C.D.I.U.P.A., Massy;

- Ruiz-Ramirez J., Arnau J., Serra X., Gou P. (2005) – Relationship between water content, NaCl content, pH and texture parameters in dry-cured muscles. *Meat Science*, **70**, 579-587.;

- Ruusunen, M. e Puolanne, E. (2005) – Reducing sodium intake from meat products. *MeatScience*, **70**: 531-541.;
  
- Sabor Artesano (2009) – *El Jamón Serrano en la Historia*. Disponível em: <http://www.sabor-artesano.com>. Consulta efectuada em 19 de Novembro de 2009;
  
- Sanchez, M.F.; Arnau, J. (1998) – The effect of inoculation of a starter culture on sensory characteristics of dry-cured hams using two different resting technologies. *Proc. 44<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology*. Barcelona, 1010.;
  
- Sanchez, M. J. e Lorente, M. M. (2005) – Revisión y comparación de métodos de evaluación sensorial en jamón serrano. *III. Congreso Mundial del Jamón*. Teruel: 171-176.;
  
- Sanchez, D. B. O. (2009) – *Desempenho reológico e entálpico da massa de pão com amido resistente de milho e transglutaminase*. Tese com vista à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Química, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Campinas-São Paulo, 84 pp.;
  
- Santos, A. J. F. (2003) – *Caracterización química y microestructural del jamón curado denominación de origen 208dició*- Tese com vista à obtenção do grau de Doutor em Tecnologia dos Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 269 pp.;
  
- Sárraga, C.; Gil, M.; Arnau, J.; Monfort, J.M.; Cussó, R. (1989) - Effect of curing salt and phosphate on the activity of porcine muscle proteases. *Meat Science*, **25(4)**: 241-249.;
  
- Sárraga, C. e Garcia-Regueiro, J.A. (1998) – Oxidation of microsomal fraction in the processing conditions of dry-cured ham. The in vitro effect of brin, *Meat Science*, **50**, 295-302.;
  
- Sebranek, J.G. e Bacus, J. (2007) – Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues?, *Meat Science*, **77**, 136-147.;

- Sastre, C.M. (2009) – *Caracterización y optimización del proceso tecnológico de elaboración de la cecina de león*, Tesis com vista à obtenção do grau de doctorado em 209dición e 209dición209ia de alimentos, Universidad de Burgos, Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos, Burgos, 211 pp.;
- Schutz, H.G. (1998) –Evolution of the sensory science discipline. *Food Technology*, **52**, 42-46.;
  
- Sebranek, J.G. e Bacus, J. (2007) – Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues?. *Meat Science*, **77**, 136-147.;
  
- Serra, X.; Ruiz-Ramírez, J.; Arnau, J.; Gou, P. (2005) – Texture parameters of dry-cured ham *m. biceps femoris* samples dried at different levels as a function of water activity and water content. *Meat Science*, **69**, 249-254.;
  
- Serra, X.; Gou, P.; Fulladosa, E.; Costa, A.; Arnau, J. (2007) – Aplicación de lactato potásico en jamón curado deshuesado con un contenido reducido de NaCl. *IV. Congreso Mundial del Jamón*. Salamanca: 435-436.;
  
- Silla, M.; Innerarity, A.; Flores, J. (1985) – Características de jamones con cristales de tirosina. *Revista Agroquímica e Tecnología de Alimentos*, **25** 95-103.;
  
- Simoncini, N. Rotelli, D. Virgili, R.; Quintavalla, S. (2007) – Dynamics and characterization of yeasts during ripening of typical Italian dry-cured ham. *Food Microbiology*, **27**, 577-584.;
  
- Sisson, S. e Grossman, J. D. (1978) – *Anatomía de los animals domésticos*. Cuarta 209dición revisada. Barcelona: Salvat editores. 952 pp.;
  
- Sociedade Portuguesa de Hipertensão (2009) – Editado em 21 de Maio. Disponível em: [http://www.sphta.org.pt/pt/noticias\\_detalhe.asp?id=5](http://www.sphta.org.pt/pt/noticias_detalhe.asp?id=5). Consulta efectuada em 01 de Outubro de 2009.;

- Sofos, J. N. (1983). Effects of reduced salt (NaCl) levels on the stability of frankfurters. *Journal of Food Science*, **48**: 1684–1691.;
- Sofos, J. N. (1984) – Antimicrobial effect of sodium and other ions in foods: A review. *Journal of Food Safety*, **6**, 48 76.;
- Soler, L.M. (2010) – *Determinación de compuestos bioquímicos para el control de calidad en la elaboración de jamón cocido y jamón curado* – Tese com vista à obtenção do grau de Doutor em Tecnologia dos Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 282 pp.;
- Soriano, A.; Quiles, R.; García-Ruíz, A. (2001) – Selección, entrenamiento y control de un panel de análisis sensorial especializado en jamón curado. *Eurocarne*, **99**, 1-8.;
- Swenson, G.; Grau, F.; Bate, H. (1969) – Some aspects of the chilling of carcass meat. *Australian Refrigeration, Air Conditioning and Heating*, **23**, 32-48.;
- Szczesniak, A.S. (1963) – Objective measurements of food texture. *Journal Food Science*, **28**, 410-420.;
- Szczesniak, A.S. (2002) –Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, **13**, 215-225.;
- Tabilo, G.; Flores, M.; Fiszman, S.M.; Toldrá, F. (1999) – Postmortem meat quality and sex affect textural properties and protein breakdown of dry cured-ham. *Meat Science*, **51**, 255-260.;
- Tamm, W. (1973) – New investigations on the chilling of pork, *In Tendences actuelles de l'entreposage et du transport frigorifique des denrées périssables*, Institut International du Froid, Paris, 91-101.;
- Taylor, A. A. e Dant, S. J. (1971) – Influence of carcass cooling rate on drip loss in pigmeat. *Journal of Food Technology*, **6**, 131-139.;

- Terra, N.N., Cichoski, A. J.;Freitas, R.J.S. (2008) – Aspectos microbiológicos e físico-químicos da parte interna da paleta suína curada, maturada e fermentada durante a etapa de processamento e armazenamento, *Ciência Rural*, **38**, 1118 – 1124.;
- Thomson, J.; Bailey, J.; Cox, N. (1984) – Weight change and spoilage of broiler carcasses –Effect of chilling and storage methods. *Poultry Science*, **63**, 510-517.;
- Timón, M.L.; Ventanas, J.; Carrapiso, A.I.; Jurado, A.; Garcia; C. (2001) – Subcutaneous and intermuscular fat characterisation of dry-cured Iberian hams, *Meat Science*, **58**, 85-91.;
- Toldrá, F. e Etherington, D. J. (1988) – Examination of cathepsins B, D, H and L activites in dry-cured hams. *Meat Science*, **23**, 1-7.;
- Toldra F.; Flores, J.; Voyle C. A. (1990) – Study of white film developed on cut surface of vacuum-packed dry-cured ham slices. *Journal of Food Science*, **55(4)**, 1189-1191.;
- Toldrá, F.; Flores, M.; Sanz, Y. (1997) – Dry-cared ham flavour: Enzymatic generation and process influence. *Food Chemistry*, **59**, 523-530.;
- Toldrá, F. (1998) – Proteolysis and Lipolysis in Flavour Development of Dry-cured Meat Products. *Meat Science*, **49**, 101-110.;
- Toldrá, F. e Flores, M. (1998) – The role of muscle proteases and lipases in flavour development during the processing of dry-cured ham. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **38**, 331-352.;
- Toldrá, F. (2004) – Curing: Dry. In W. Jensen, C. Devine, e M. Dikemann (Eds.), *Encyclopedia of meat sciences* (pp. 360–365). London: ElsevierScience Ltd.;
- Toldrá, F. (2005) – Influencia de la materia prima y el proceso de fabricación en la generación enzimática de componentes responsables del aroma y el sabor del jamón curado. *Revista CTC Alimentación*, **26**, 44-48.;

- Toldrá, F. (2006) – The role of muscle enzymes in dry-cured meat products with different drying conditions. *Trends in Food Science e Technology*, **17**,164–168.;
- Tomar, M. (1999) - *Quality assessment of water and wastewater*. Boca Raton: Lewis Publishers. 260 pp.;
- Vestergaard, S. C.; Schivazappa, C.; Virgili, R. (2000) – Lipolysis in dry-cured ham maturation, *Meat Science*, **55**, 1-5.;
- Vieira, V.F.F. (2005) – *Tipificação química de presuntos curados*. Trabalho fim de curso com vista à obtenção do grau de Licenciado, Licenciatura Bietápica em engenharia Alimentar, Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior Agrária de Santarém, 62 pp.;
- Vigneron, X. (1981) – Les viands exsudatives chez le porc. *Viandes et Produits Carnés*, **2**, 21-27.;
- Virgili, R.; Parolari, G.; Schivazappa, C.; Soresi Bordini, C.; Borri, M. (1995) – Sensory and texture quality of dry-cured ham as affected by endogenous cathepsin B activity and muscle composition. *Journal of Food Science*, **60**, 1183-1186.;
- Virgili, R.; Porta, C.; Schivazappa, C. (1998) – Effect of raw material on the end-product characteristics. El jamón curado: Tecnología y análisis de consumo. Simposio especial *Proc. 44th International Congress of Meat Science and Technology*. Barcelona 26-38.;
- Virgili, R.; Saccani, G.; Gabba, L.; Tanzi, E.; Soresi, C. B. (2007) – Changes of free amino acids and biogenic amines during extended ageing of Italian dry-cured ham. *LWT*, **40**, 871-878.;
- Warriss, P. D. (1982) – The relationship between pH45 and drip loss in pig muscle. *Journal of Food Technology*, **17**, 573-578.;

- Warriss, P. D. e Brown, S. N. (1987) – The relationship between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. *Meat Science*, **20**, 65-74.;
  
- Warriss, P. D. (1996) – Instrumental measurement of colour. *In Meat Quality and Meat Packaging* Taylor, S. A., Raimundo, A., Severini, M. e Smulders, F. J. M. eds. Utrecht: European Consortium for Continuing Education in Meat Science and Technology, 221-232;
  
- Warriss, P.D. (2000) – *Meat science. An introductory text*. United Kingdom: CABI Publishing. 310pp.
  
- Wakamatsu, J.; Okui, J.; Ikeda, I.; Nishimura, T.; Hattori, A. (2004a) –Establishment of a model experiment system to elucidate the mechanism by which “Zn-protoporphyrin IX” is formed in nitrite free drycured« ham”. *Meat Science*, **68**, 313-317.;
  
- Wakamatsu, J.; Nishimura,T.; Hattori, A. (2004b) – A Zn-Porphyrin complex contributes to bright red color in Parma hams. *Meat Science*, **67**, 95-100.;
  
- Wirth, F. (1989) – Salting and curing of kochwurst and cooked cured products. *Fleischwirtsch*, **69 (10)**, 1568–1572.;
  
- World Health Organization (W.H.O) ou Organização Mundial de Saúde (O.M.S) (2007) - *Salt as a Vehicle for Fortification* . Editado em 22 de Março;
  
- Ordonez, J. A. e Hoz, L. (1992) - Alimentación y calidades de carnes del cerdo ibérico. Simpósio del cerdo ibérico, Zafra: 211-220.;
  
- Zarate, J. R. e Zaritsky, N. E. (1985) – Production of weep in packaged refrigerated beef. *Journal of Food Science*, **50**, 155-191.;
  
- Zert, P. e Polack, D. (1982) – La qualité de la viande de porc. ITP Série V82. Paris: Institut Technique du Porc.;
  
- Ziegler, G. R.; Acton, J. C. (1984) – Mechanisms of gel formation by proteins of muscle tissue. *Food Technology*, **38**, 77-82.

## **7. APÊNDICES**

## **APÊNDICE I**

**Validação do perfil salino para as formulações comum e alternativa**

**Secção A**

**Quadro 34** – Validação do perfil salino – Formulação comum secção A

<b>Validação do Perfil Salino – Formulação Comum</b>			
<b>Secção A</b>	<b>Média (%m/m)</b>	<b>Desvio padrão si (% m/m)</b>	<b>Variâncias Vi</b>
Na, como NaCl	18,02	29,50	870,2500
K, como NaCl	5,61	10,41	108,3681
(Na+K), como NaCL	23,63	---	---
Cl, como NaCl	5,71	0,03	0,0009
Balanço iónico	17,92	---	---
<b>Média das variâncias</b>		<b>Desvio-padrão combinado (Sn)</b>	<b>Erro analítico <math>\epsilon = 2Sn</math></b>
$\sum Vi/j = 326,21$		$Sn = \sqrt{\sum Vi/j} = 18,06$	36,12

**Intervalo de Confiança do Balanço Iónico [ $X_{médio} \pm \epsilon$ ]**

[-18,30; +54,04]

O Balanço está validado. A diferença entre os balanços catiónico e aniónico é inferior ao desvio padrão combinado (logo, inferior ao erro analítico (2Sn) do balanço iónico), pelo que estatisticamente aquela diferença não se distingue de zero.

**Quadro 35** – Validação do perfil salino – Formulação alternativa secção A

<b>Validação do Perfil Salino – Formulação Comum</b>			
<b>Secção A</b>	<b>Média (%m/m)</b>	<b>Desvio padrão si (% m/m)</b>	<b>Variâncias Vi</b>
Na, como NaCl	6,76	3,70	13,6900
K, como NaCl	5,28	6,26	39,1876
(Na+K), como NaCL	12,04	---	---
Cl, como NaCl	5,71	0,02	0,0004
Balanço iónico	6,33	---	---
<b>Média das variâncias</b>		<b>Desvio-padrão combinado (Sn)</b>	<b>Erro analítico <math>\epsilon = 2Sn</math></b>
$\sum Vi/j = 17,63$		$Sn = \sqrt{\sum Vi/j} = 4,20$	8,40

O Balanço está validado. A diferença entre os balanços catiónico e aniónico é superior ao desvio padrão combinado (Sn), mas inferior ao erro analítico (2Sn) do balanço iónico, pelo que estatisticamente aquela diferença não se distingue de zero, como se demonstra através do intervalo de confiança.

**Intervalo de Confiança do Balanço Iónico [ $X_{médio} \pm \epsilon$ ]**

[-2,07; +13,68]

## **APÊNDICE II**

**Validação do perfil salino para as formulações comum e alternativa**

**Secção B**

**Quadro 36** – Validação do perfil salino – Formulação comum secção B

<b>Validação do Perfil Salino – Formulação Comum</b>			
<b>Secção A</b>	<b>Média (%m/m)</b>	<b>Desvio padrão si (% m/m)</b>	<b>Variâncias Vi</b>
Na, como NaCl	11,85	13,49	181,9801
K, como NaCl	2,79	4,36	19,0096
(Na+K), como NaCL	14,64	---	---
Cl, como NaCl	5,69	0,03	0,0009
Balanço iónico	8,95	---	---
<b>Média das variâncias</b>	<b>Desvio-padrão combinado (Sn)</b>		<b>Erro analítico <math>\epsilon = 2Sn</math></b>
$\sum Vi/j = 67,00$	$Sn = \sqrt{\sum Vi/j} = 8,19$		16,37

**Intervalo de Confiança do Balanço Iónico [Xmédio ± ε]**

[-7,42; +25,32]

O Balanço está validado. A diferença entre os balanços catiónico e aniónico é superior ao desvio padrão combinado (Sn), mas inferior ao erro analítico (2Sn) do balanço iónico, pelo que estatisticamente aquela diferença não se distingue de zero, como se demonstra através do intervalo de confiança.

**Quadro 37** – Validação do perfil salino – Formulação alternativa secção B

<b>Validação do Perfil Salino – Formulação Comum</b>			
<b>Secção A</b>	<b>Média (%m/m)</b>	<b>Desvio padrão si (% m/m)</b>	<b>Variâncias Vi</b>
Na, como NaCl	6,49	4,96	24,6016
K, como NaCl	4,49	3,82	14,5924
(Na+K), como NaCL	10,98	---	---
Cl, como NaCl	5,68	0,04	0,0016
Balanço iónico	5,30	---	---
<b>Média das variâncias</b>	<b>Desvio-padrão combinado (Sn)</b>		<b>Erro analítico <math>\epsilon = 2Sn</math></b>
$\sum Vi/j = 13,07$	$Sn = \sqrt{\sum Vi/j} = 3,61$		7,23

O Balanço está validado. A diferença entre os balanços catiónico e aniónico é superior ao desvio padrão combinado (Sn), mas inferior ao erro analítico (2Sn) do balanço iónico, pelo que estatisticamente aquela diferença não se distingue de zero, como se demonstra através do intervalo de confiança.

**Intervalo de Confiança do Balanço Iónico [Xmédio ± ε]**

[-1,93; +11,72]

## **APÊNDICE III**

**Validação do perfil salino para as formulações comum e alternativa**

**Secção C**

**Quadro 38** – Validação do perfil salino – Formulação comum secção C

<b>Validação do Perfil Salino – Formulação Comum</b>			
<b>Secção A</b>	<b>Média (%m/m)</b>	<b>Desvio padrão si (% m/m)</b>	<b>Variâncias Vi</b>
Na, como NaCl	9,29	12,63	159,5169
K, como NaCl	1,65	1,05	1,1025
(Na+K), como NaCL	10,94	---	---
Cl, como NaCl	5,68	0,03	0,0009
Balanço iónico	5,26	---	---
<b>Média das variâncias</b>		<b>Desvio-padrão combinado (Sn)</b>	<b>Erro analítico <math>\epsilon = 2Sn</math></b>
$\sum Vi/j = 53,54$		$Sn = \sqrt{\sum Vi/j} = 7,32$	14,63

**Intervalo de Confiança do Balanço Iónico [Xmédio ± ε]**

[-9,37; +19,89]

O Balanço está validado. A diferença entre os balanços catiónico e aniónico é inferior ao desvio padrão combinado (logo, inferior ao erro analítico (2Sn) do balanço iónico), pelo que estatisticamente aquela diferença não se distingue de zero.

**Quadro 39** – Validação do perfil salino – Formulação alternativa secção C

<b>Validação do Perfil Salino – Formulação Comum</b>			
<b>Secção A</b>	<b>Média (%m/m)</b>	<b>Desvio padrão si (% m/m)</b>	<b>Variâncias Vi</b>
Na, como NaCl	6,89	3,40	11,5600
K, como NaCl	5,63	6,87	47,1969
(Na+K), como NaCL	12,52	---	---
Cl, como NaCl	5,67	0,05	0,0025
Balanço iónico	6,85	---	---
<b>Média das variâncias</b>		<b>Desvio-padrão combinado (Sn)</b>	<b>Erro analítico <math>\epsilon = 2Sn</math></b>
$\sum Vi/j = 19,59$		$Sn = \sqrt{\sum Vi/j} = 4,43$	8,85

O Balanço está validado. A diferença entre os balanços catiónico e aniónico é superior ao desvio padrão combinado (Sn), mas inferior ao erro analítico (2Sn) do balanço iónico, pelo que estatisticamente aquela diferença não se distingue de zero, como se demonstra através do intervalo de confiança.

**Intervalo de Confiança do Balanço Iónico [Xmédio ± ε]**

[-2,00; +14,48]

## **APÊNDICE IV**

**Validação do perfil salino para as formulações comum e alternativa**

**Secção T**

**Quadro 40** – Validação do perfil salino – Formulação comum secção T

<b>Validação do Perfil Salino – Formulação Comum</b>			
<b>Secção A</b>	<b>Média (%m/m)</b>	<b>Desvio padrão si (% m/m)</b>	<b>Variâncias Vi</b>
Na, como NaCl	6,53	2,28	5,1984
K, como NaCl	1,33	0,76	0,5776
(Na+K), como NaCL	7,86		
Cl, como NaCl	5,54	0,26	0,0676
Balanço iónico	2,32		
<b>Média das variâncias</b>		<b>Desvio-padrão combinado (Sn)</b>	<b>Erro analítico <math>\epsilon = 2Sn</math></b>
$\sum Vi/j = 1,95$		$Sn = \sqrt{\sum Vi/j} = 1,40$	2,79

**Intervalo de Confiança do Balanço Iónico [Xmédio ± ε]**

[-0,47; +5,11]

O Balanço está validado. A diferença entre os balanços catiónico e aniónico é superior ao desvio padrão combinado (Sn), mas inferior ao erro analítico (2Sn) do balanço iónico, pelo que estatisticamente aquela diferença não se distingue de zero, como se demonstra através do intervalo de confiança.

**Quadro 41** – Validação do perfil salino – Formulação alternativa secção T

<b>Validação do Perfil Salino – Formulação Comum</b>			
<b>Secção A</b>	<b>Média (%m/m)</b>	<b>Desvio padrão si (% m/m)</b>	<b>Variâncias Vi</b>
Na, como NaCl	3,71	2,98	8,8804
K, como NaCl	2,47	1,48	2,1904
(Na+K), como NaCL	6,18		
Cl, como NaCl	5,62	0,18	0,0324
Balanço iónico	0,56		
<b>Média das variâncias</b>		<b>Desvio-padrão combinado (Sn)</b>	<b>Erro analítico <math>\epsilon = 2Sn</math></b>
$\sum Vi/j = 3,70$		$Sn = \sqrt{\sum Vi/j} = 1,92$	3,85

O Balanço está validado. A diferença entre os balanços catiónico e aniónico é inferior ao desvio padrão combinado (logo, inferior ao erro analítico (2Sn) do balanço iónico), pelo que estatisticamente aquela diferença não se distingue de zero.

**Intervalo de Confiança do Balanço Iónico [Xmédio ± ε]**

[-3,29; +6,32]

## **APÊNDICE V**

**Mistura salina: Composições molar e mássica**

**Quadro 42 – Mistura salina: Composições molar e mássica**

<b>Massas molares (g/mol)</b>		<b>Factores de conversão</b>					
		NaCl/Na	2,5399(45811)				
Na	22,990	NaCl/K	1,49348(6162)				
K	39,098						
Cl	35,403						
---	---						
NaCl	58,393						
KCl	74,501						
Base de cálculo: 100g de NaCl puro (no padrão)							
Mistura salina a 75% molar (NaCl) e 25% molar (KCl)							
<b>Parte-se de:</b>							
NaCl:	75,0000g	equivale a	1,28440(5587) moles (75% base molar)				
KCl:	(25% base molar)	equivale a	0,42813(5196) moles em massa 31,8966(3)g				
<b>Mistura total a 75% molar (NaCl) e 25% molar (KCl):</b>							
	NaCl:		75,00g				
	KCl:		31,90g				
	Total:		106,90g				
<b>Mistura total a Percentagem mássica de NaCl e KCl para 2000g de sal puro</b>							
NaCl	75,0000	70,16%	1500,00 70,16%				
KCl	31,8966	29,84%	637,93 29,84%				
Total	106,8966	100%	2137,93 100%				
<b>Taxa relativa de penetração do K. Composição molar dos perfis salinos</b>							
<b>Secção A – Formulação comum</b>			<b>Secção A – Formulação alternativa</b>				
	% (m/m)	n (moles)	fracção molar		% (m/m)	n (moles)	fracção molar
Na	7,10	0,3088	77,38%	Na	2,66	0,1157	54,68%
K	3,53	0,0903	22,62%	K	3,75	0,0959	45,32%
<b>Total</b>	---	<b>0,3991</b>	---	<b>Total</b>	---	<b>0,2116</b>	---
(mol/100g)				(mol/100g)			
<b>Secção B – Formulação comum</b>			<b>Secção B – Formulação alternativa</b>				
	% (m/m)	n (moles)	fracção molar		% (m/m)	n (moles)	fracção molar
Na	4,67	0,2031	80,94%	Na	2,56	0,1114	59,12%
K	1,87	0,0478	19,06%	K	3,01	0,0770	40,88%
<b>total</b>	---	<b>0,2510</b>	---	<b>total</b>	---	<b>0,1883</b>	---
(mol/100g)				(mol/100g)			
<b>Secção C – Formulação comum</b>			<b>Secção C – Formulação alternativa</b>				
	% (m/m)	n (moles)	fracção molar		% (m/m)	n (moles)	fracção molar
Na	3,66	0,1592	84,87%	Na	2,71	0,1179	55,01%
K	1,11	0,0284	15,13%	K	3,77	0,0964	44,99%
<b>total</b>	---	<b>0,1876</b>	---	<b>total</b>	---	<b>0,2143</b>	---
(mol/100g)				(mol/100g)			
<b>Secção T – Formulação comum</b>			<b>Secção T – Formulação alternativa</b>				
	% (m/m)	n (moles)	fracção molar		% (m/m)	n (moles)	fracção molar
Na	2,57	0,1118	83,40%	Na	1,46	0,0635	59,36%
K	0,87	0,0223	16,60%	K	1,70	0,0435	40,64%
<b>total</b>	---	<b>0,1340</b>	---	<b>total</b>	---	<b>0,1070</b>	---
(mol/100g)				(mol/100g)			

Tendência para haver maior penetração salina na Formulação Comum (base de cálculo:base molar).

Excepção: secção C

## **APÊNDICE VI**

### **Ficha de avaliação sensorial de presunto**

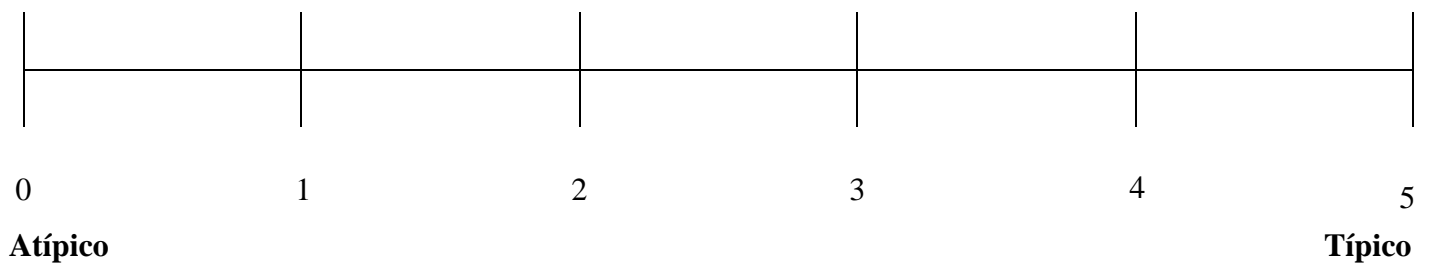
# FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PRESUNTO

Código da Amostra:	Data: ___/___/___	Sexo do participante: M F	Idade do participante:
--------------------	-------------------	---------------------------	------------------------

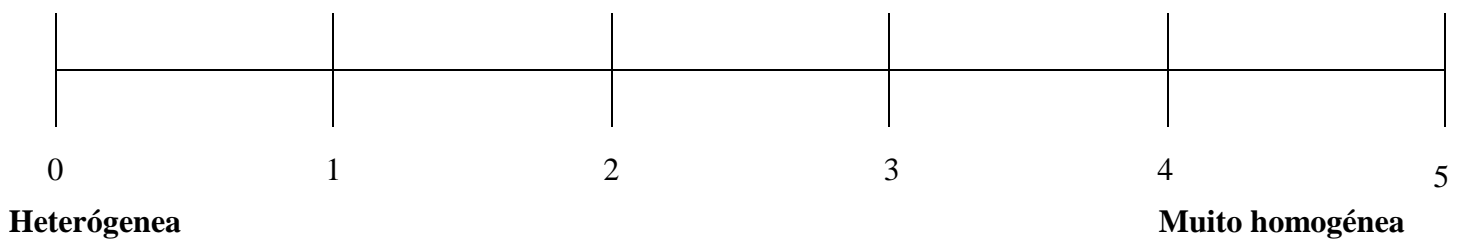
## • Aspecto geral



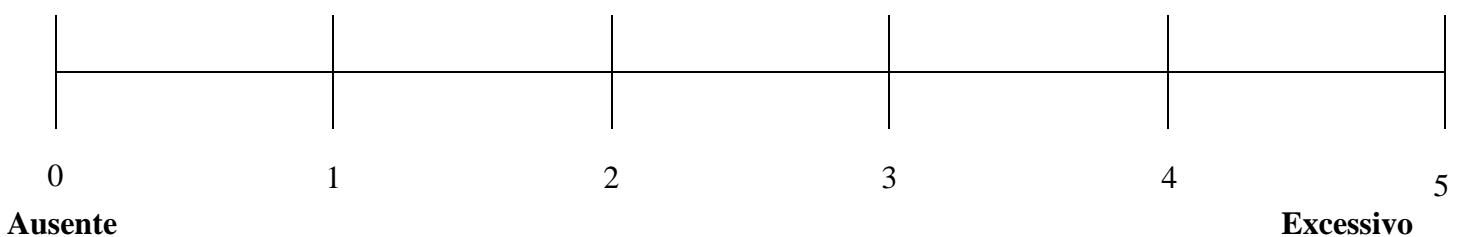
## • Cor



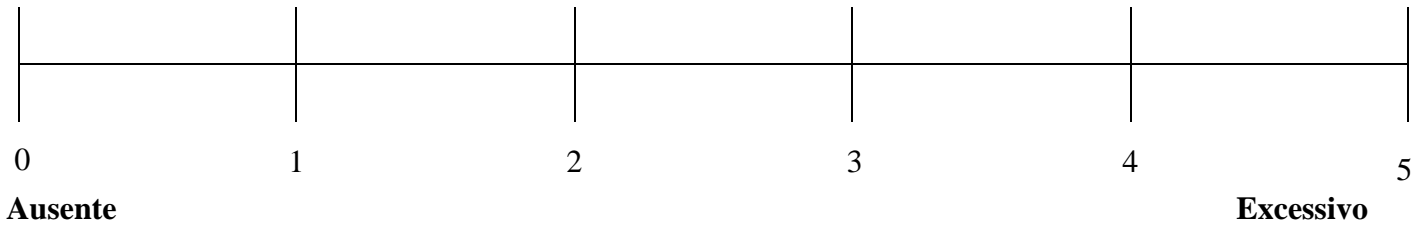
## • Homogeneidade da cor



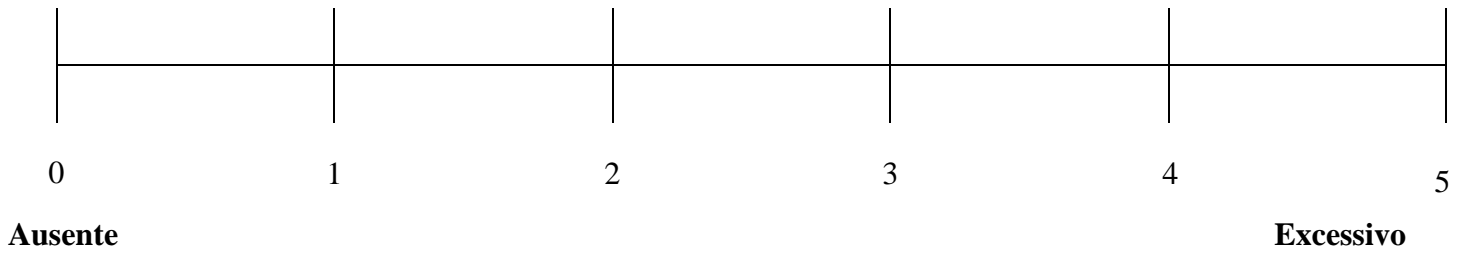
## • Quantidade de gordura



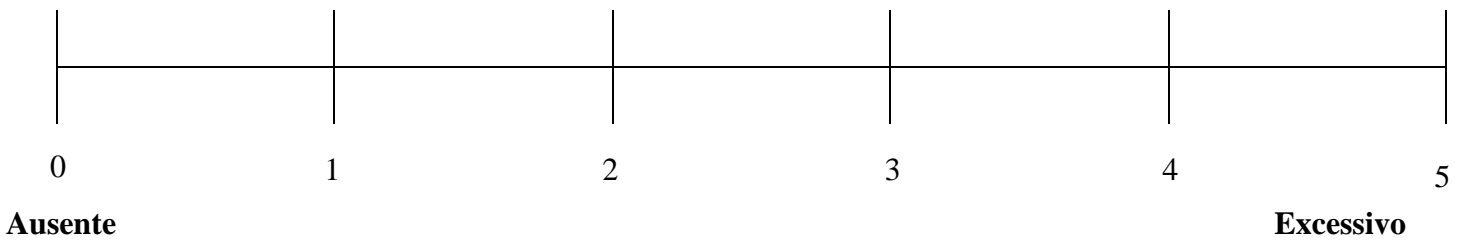
- **Brilho da gordura**



- **Pintas brancas**



- **Véu branco**

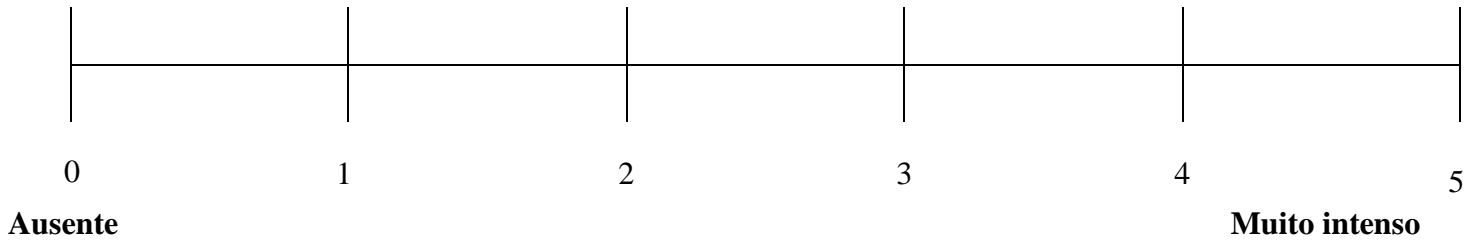


- **AROMA**

- **típico do presunto**



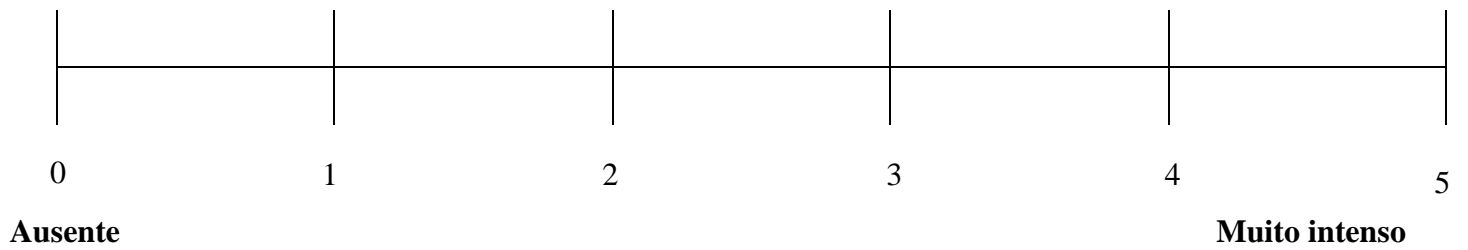
➤ carne fresca



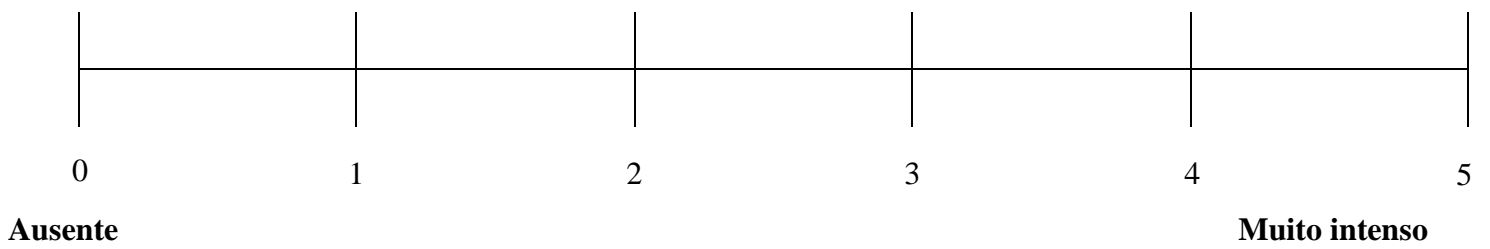
➤ metálico



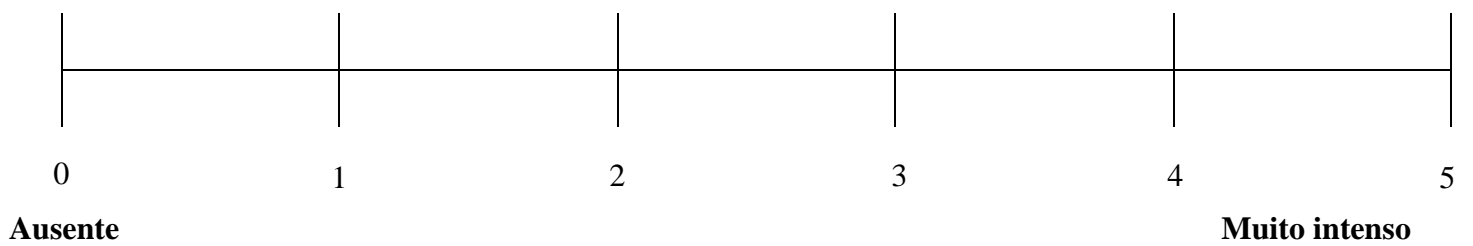
➤ doce



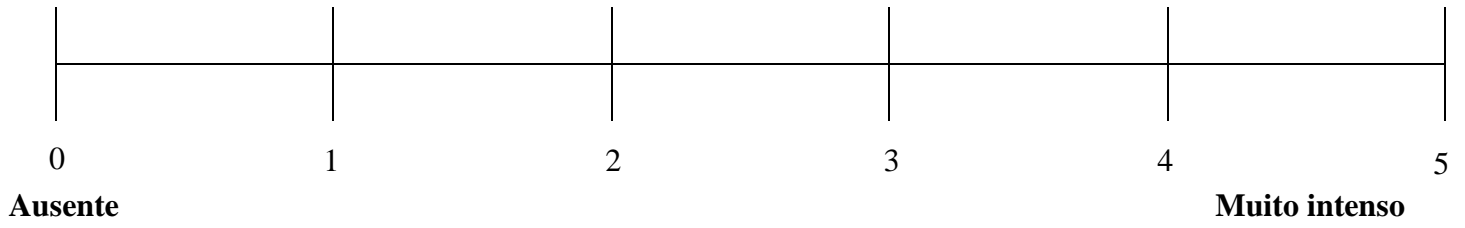
➤ salgado



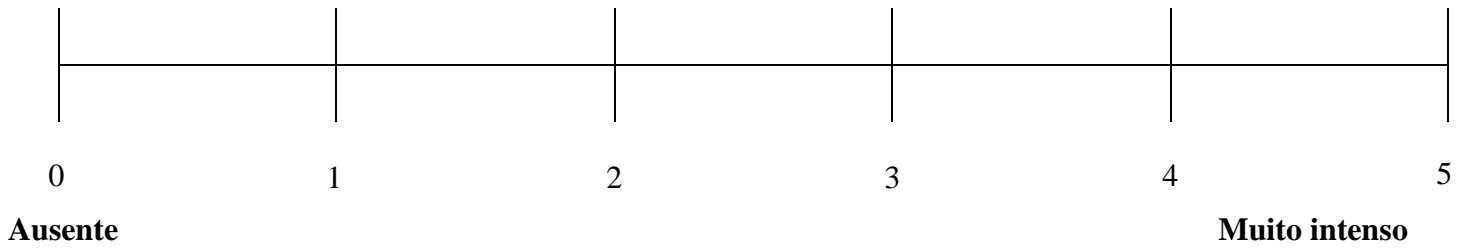
➤ picante



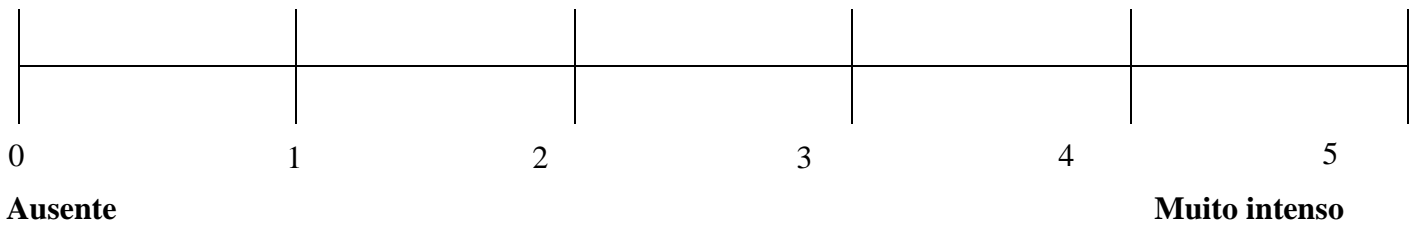
➤ **amargo**



➤ **bolor**



➤ **gordura**



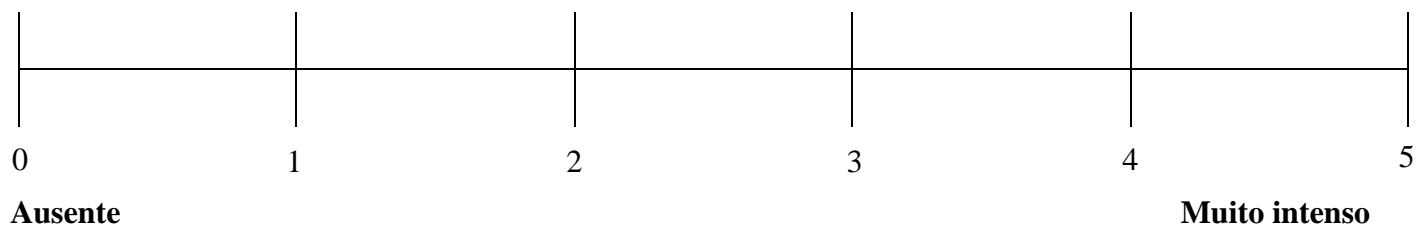
➤ **frutado**



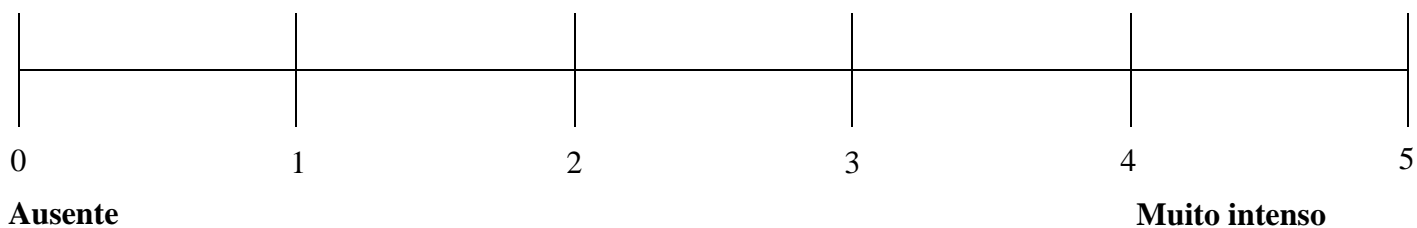
➤ **frutos secos**



➤ **fumo**



➤ **ranço**

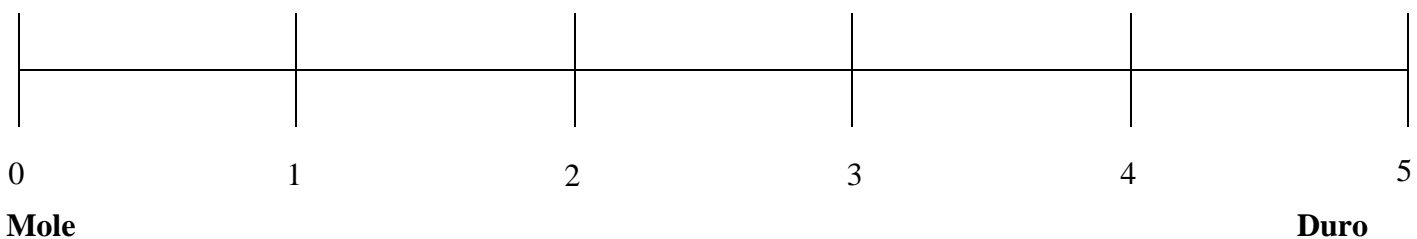


• **SABOR**

(dar duas dentadas e avaliar a textura)

• **TEXTURA**

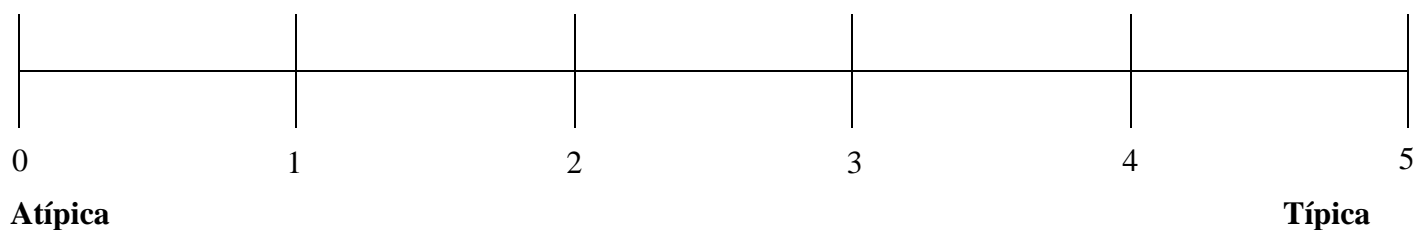
➤ **dureza**



➤ **adesividade**



➤ **pastosidade**



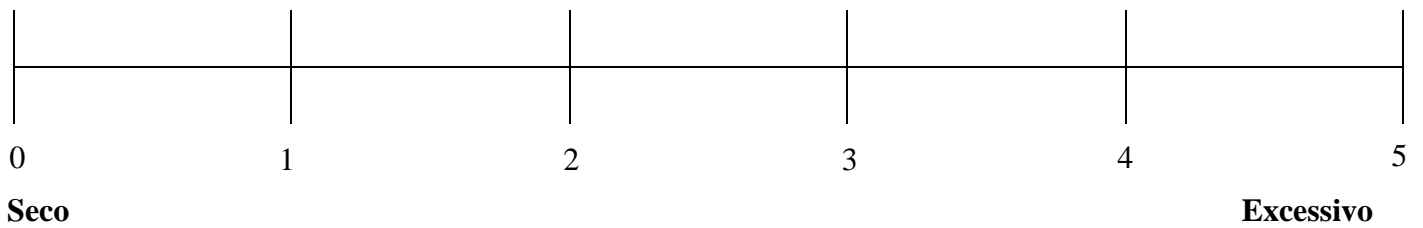
➤ **fibrosidade**



➤ **coesividade**



➤ **suculência**

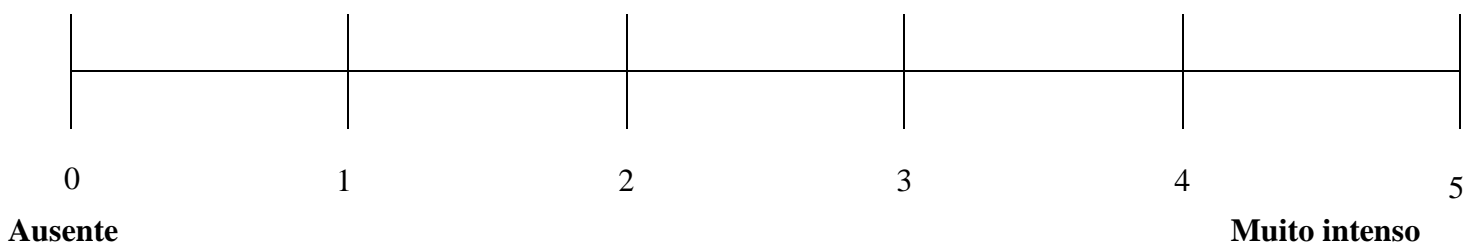


• **SABOR (propriamente dito)**

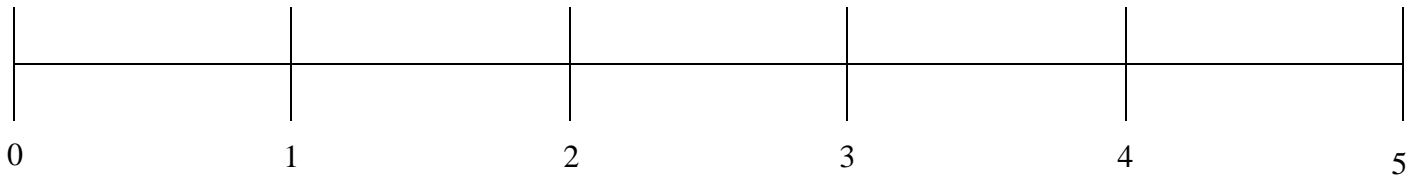
➤ **típico do presunto**



➤ **carne fresca**



➤ metálico



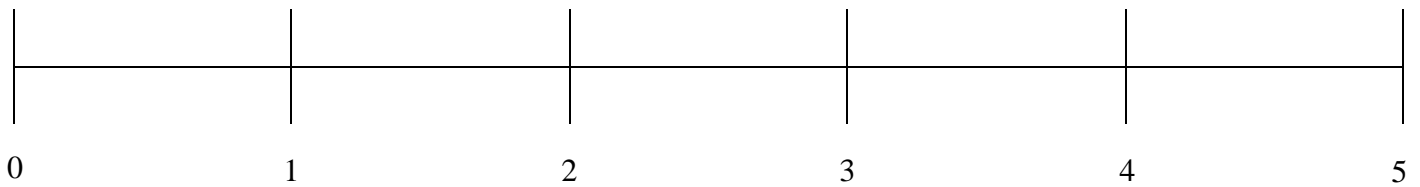
➤ doce



Ausente

Muito intenso

➤ salgado



Ausente

Muito intenso

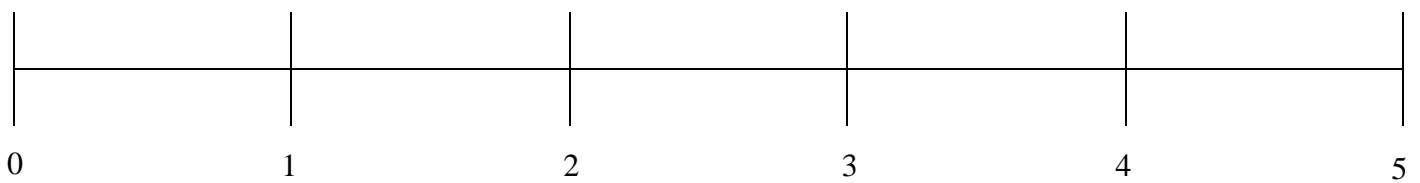
➤ picante



Ausente

Muito intenso

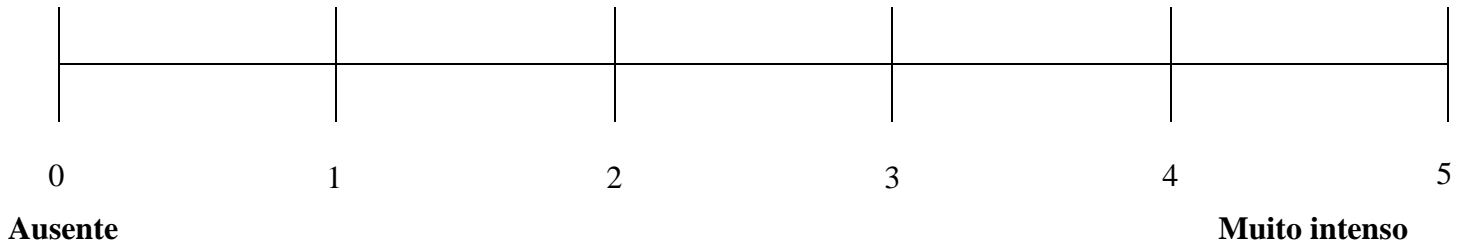
➤ amargo



Ausente

Muito intenso

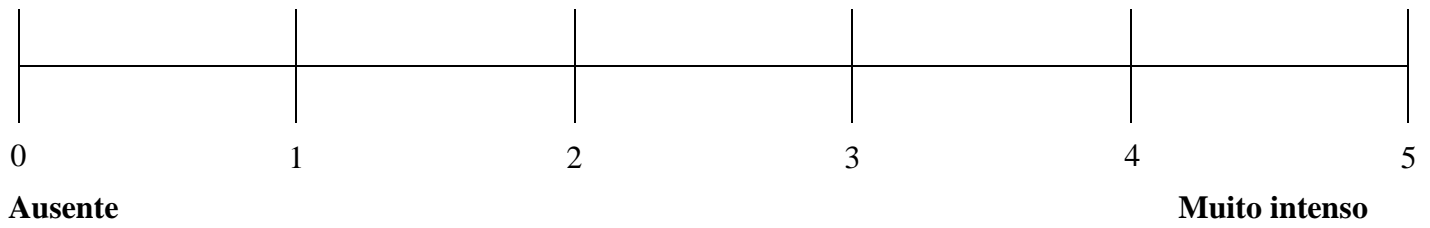
➤ **color**



➤ **gordura**



➤ **frutado**



➤ **frutos secos**



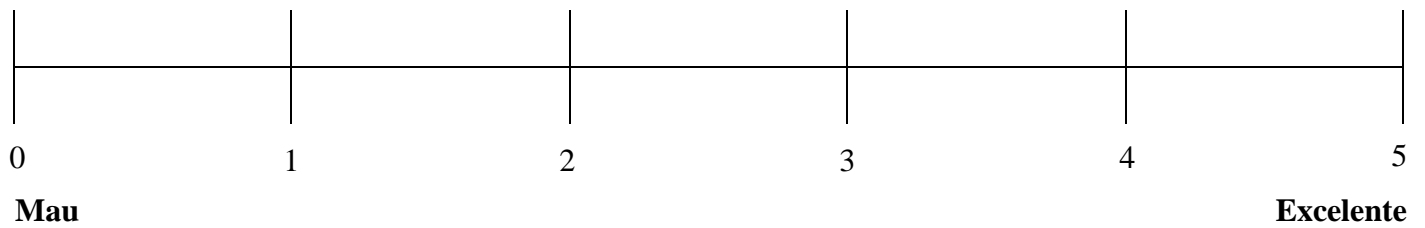
➤ **fumo**



➤ **ranço**



• **ACEITABILIDADE GLOBAL**



**Ordene as amostras por ordem decrescente da sua PREFERÊNCIA da esquerda para a direita do quadro.**

--	--	--	--

**Obrigado pela sua participação!**

**Figura 19** - Ficha de avaliação sensorial de presunto.

