



Mariana Vaz Arede

# Estudo da composição nutricional de presuntos e aplicação de embalagens ativas com extrato de alecrim para sua conservação

Dissertação de Mestrado em Segurança Alimentar, orientada pela Professora Doutora Maria Conceição Castilho e pela Doutora Ana Sanches Silva e apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra

Julho 2016



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Mariana Vaz Arede

# Estudo da composição nutricional de presuntos e aplicação de embalagens ativas com extrato de alecrim para sua conservação

Dissertação de Mestrado em Segurança Alimentar, orientada pela Professora Doutora Maria Conceição Castilho e pela Doutora Ana Sanches Silva e apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra

Julho 2016



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

O presente trabalho de investigação insere-se no projeto “Rose4Pack: Embalagem biodegradável ativa com extrato de alecrim para incrementar a vida útil dos alimentos”, financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Fatores de Competitividade – COMPETE (FCOMP-01-0124-FEDER-028015) e por Fundos nacionais da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia (PTDC/AGR-TEC/3366/2012) e foi coordenado pela Doutora Ana Sanches Silva.



## **Agradecimentos**

À Professora Doutora Maria Conceição Castilho, o meu agradecimento por me ter proporcionado a oportunidade de realizar este trabalho, pela partilha dos seus conhecimentos, pela disponibilidade, pelas críticas e sugestões valiosas na elaboração deste trabalho.

À Doutora Ana Sanches Silva, por ter aceitado a co-orientação desta dissertação, pela disponibilidade, pelos conhecimentos transmitidos e pertinência das sugestões que em muito contribuíram para a realização deste trabalho.

À equipa do laboratório de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra, em especial à Dona Anabela, pela disponibilidade, colaboração e apoio técnico para a execução do trabalho experimental.

Ao Mestre André Pereira, pela paciência e apoio prestado durante a realização da parte experimental.

A todos aqueles que trabalharam comigo no laboratório, em especial, à Patrícia Vicente, por todo o apoio, companheirismo e colaboração ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus amigos pelo carinho e apoio que sempre me manifestaram.

Aos meus pais, pelo amor e compreensão que sempre dedicaram em todos os momentos.

## Resumo

A oxidação lipídica representa uma das principais causas da deterioração da qualidade dos géneros alimentícios, o que limita o seu tempo de prateleira. Nos últimos anos, desenvolveram-se novos conceitos de embalagens como resposta às exigências dos consumidores e da indústria em acompanhar as necessidades do mercado, nomeadamente no que respeita ao desenvolvimento de embalagens biodegradáveis produzidas a partir de fontes renováveis. Neste contexto, o alimento modelo selecionado foi o presunto por ter um elevado teor em gordura e permitir, uma vez fatiado, um contato próximo entre a embalagem e o alimento.

O presente trabalho teve como principais objetivos avaliar a qualidade nutricional do presunto de 6 marcas comerciais, adquiridas, aleatoriamente, em estabelecimentos de Coimbra e Lisboa, e avaliar o estado de oxidação lipídica de presunto fatiado embalado com embalagens ativas. As embalagens alimentares ativas testadas incorporaram distintas concentrações de extrato de alecrim (entre 1 a 5 %) e foram produzidas pelo departamento de Engenharia dos Polímeros da Universidade do Minho no âmbito do projeto de investigação Rose4Pack, financiado pela FCT.

Para avaliar a composição nutricional dos presuntos, procedeu-se à determinação do teor em humidade, gordura total, composição em ácidos gordos, proteína, cinzas, fósforo, sódio e cálcio. Para a humidade, foi utilizado o método de secagem em estufa a 120 °C, durante 90 minutos, até peso constante. No que diz respeito ao teor de gordura, aplicou-se o método de Soxhlet utilizando éter de petróleo, enquanto o perfil em ácidos gordos efetuou-se por cromatografia gasosa com detetor de ionização de chama (GC-FID). O método de Kjeldahl foi utilizado para quantificar a proteína e as cinzas foram determinadas pelo método de carbonização da amostra, seguindo-se a incineração numa mufla a 600 °C. A quantificação do teor de fósforo e cálcio foi realizada a partir das cinzas obtidas por incineração. O fósforo foi determinado por espectrofotometria a 720 nm e o cálcio por titulação complexométrica com EDTA, com pH ajustado a 13. Para os cloretos, foi utilizado o método de Charpentier-Volhard, tendo o teor de sódio sido obtido por cálculo.

O estado de oxidação lipídica do presunto embalado com as embalagens ativas, foi avaliado pelo estudo do perfil dos ésteres metílicos dos ácidos gordos, obtidos após extração e derivatização das amostras de presunto embaladas com a nova embalagem e

comparado com o de uma embalagem controlo, por GC-FID, após diferentes tempos de contacto e diferentes temperaturas de armazenamento.

Em relação à humidade, os presuntos correspondentes às marcas E ( $45,7 \pm 0,02$  g/100 g) e D ( $51,7 \pm 0,02$  g/100 g) apresentaram os valores mínimos e máximos, respetivamente.

No que respeita ao teor de gordura, a marca F apresentou o valor mais baixo ( $9,40 \pm 2,22$  g/100 g) e a B o mais alto ( $19,7 \pm 0,00$  g/100 g). Os teores mais baixos em ácidos gordos saturados (AGS) ( $3,26 \pm 0,01$  g/100 g), monoinsaturados (AGM) ( $4,65 \pm 0,01$  g/100 g) e polinsaturados (AGPI) foram apresentados pela marca F, respetivamente. Enquanto as marcas B ( $7,04 \pm 0,07$  g/100 g), E ( $11,12 \pm 0,12$  g/100 g) e A ( $4,61 \pm 0,04$  g/100 g) apresentaram os valores mais altos, para os AGS, AGM e AGPI, respetivamente.

Os teores de proteínas variaram entre  $23,82 \pm 4,86$  g/100 g, para a marca C e  $42,80 \pm 4,06$  g/100 g para a marca B, enquanto os teores em cinzas variaram entre  $4,86 \pm 0,00$  g/100 g e  $7,89 \pm 0,00$  g/100 g, para as marcas B e A, respetivamente.

Em relação aos minerais, o fósforo variou entre  $164 \pm 0,03$  mg/100 g (marca D) e  $248 \pm 0,01$  mg/100 g (marca E), o sódio entre  $422 \pm 0,88$  mg/100 g (marca C) e  $1350 \pm 0,67$  mg/100 g (marca D) e o cálcio entre  $70,82 \pm 4,27$  mg/100 g (marca B) e  $79,51 \pm 0,26$  mg/100 g (marca C). Na generalidade, os valores estão de acordo com os encontrados na Tabela de Composição de Alimentos Portuguesa, com exceção do cálcio que apresentou valores mais elevados.

Tendo em conta a variedade de amostras de presunto analisadas, verificou-se que, a nível nutricional, as marcas B e E seriam as opções menos corretas pelo seu maior conteúdo em gordura e a marca F seria a opção mais correta por ser aquela que tem menor teor de gordura total. Em relação ao sal, a opção mais saudável seria a marca C.

Os ácidos gordos predominantes das amostras de presunto estudadas foram os AGM (nomeadamente o ácido oleico e o ácido cis-vacénico), seguidos dos AGS e AGPI.

O extrato natural de alecrim revelou ser capaz de ajudar a manter a composição dos ácidos gordos do presunto embalado com o filme ativo. Os melhores resultados foram obtidos para os filmes com 2 e 3 % de extrato de alecrim. Este tipo de embalagens ativas tem muito potencial de aplicação uma vez que retardam o fenómeno de oxidação lipídica, permitindo aumentar a vida de prateleira dos alimentos. Assim, são necessários no futuro

mais estudos, com outros géneros alimentícios, para comprovar a sua eficácia num leque mais abrangente de alimentos. Seria também muito interessante a avaliação das propriedades organoléticas dos alimentos embalados para verificar a aceitabilidade destas novas embalagens pelos consumidores.

**Palavras-chave:** Oxidação lipídica, Embalagens ativas, Presunto, Humidade, Gordura, Ácidos gordos, Proteína, Cinzas, Fósforo, Sódio, Cálcio.

## Abstract

The lipid oxidation is a major cause of deterioration of the quality of foodstuffs, which limits its shelf life. In recent years, new packaging concepts have been developed in response to consumer and industry demands to follow the market needs, in particular as regards the development of biodegradable packaging made from renewable sources. In this context, the food model selected in this study was the dry-cured ham due to have a high fat content and allowing, when sliced, a close contact between the packaging and food.

This study had as main objectives to evaluate the nutritional quality of six brands of dry-cured ham, randomly acquired in establishments of Coimbra and Lisbon, and to assess the lipid oxidation state of packaged sliced dry-cured ham with active packaging. The active food packaging tested incorporated different rosemary extract concentrations (between 1 to 5%) and it was produced by the Polymer Engineering Department of the University of Minho in the frame of the Rose4Pack research project, funded by FCT.

To evaluate the nutritional composition of dry-cured hams, the moisture content, total fat, fatty acid composition, protein, ash, phosphorus, sodium and calcium were determined. For moisture, drying method in a kiln at 120 °C for 90 minutes until constant weight was used. With regard to the fat, the Soxhlet method using petroleum ether was used, while the fatty acid profile was determined by gas chromatography with a flame ionization detector (GC-FID). Kjeldahl method was used to quantify protein content and ash content was determined by carbonization, followed by incineration in a muffle furnace at 600 °C. The quantification of phosphorus and calcium was carried out from the ashes obtained by incineration. The phosphorus was determined spectrophotometrically at 720 nm, and calcium by complexometric titration with EDTA adjusted to pH 13. For the determination of chlorides, the Charpentier-Volhard method was used, and the sodium content is obtained by calculation.

The lipid oxidation state of the dry-cured ham packaged with the active packaging was evaluated by the study of the profile of methyl esters of fatty acids, obtained after extraction and derivatization of samples of dry-cured ham packaged with the new packaging and with a control package, by GC-FID after different contact times and different storage temperatures.

Regarding water content, dry-cured hams of brand E ( $45.7 \pm 0.02$  g/100 g) and D ( $51.7 \pm 0.02$  g/100 g) presented the highest and the lowest values, respectively.

As regards the fat content, the brand F had the lowest value ( $9.40 \pm 2.22$  g/100 g) and B presented the highest content ( $19.7 \pm 0.00$  g/100 g). The lower levels of saturated fatty acids (SFA) ( $3.26 \pm 0.01$  g/100 g), monounsaturated (MUFA) ( $4.65 \pm 0.01$  g/100 g) and polyunsaturated (PUFA) ( $1.07 \pm 0.00$  g/100 g) were presented by brand F, respectively. While the brands B ( $7.04 \pm 0.07$  g/100 g), E ( $11.12 \pm 0.12$  g/100 g) and A ( $4.61 \pm 0.04$  g/100 g) presented the highest content of SFA, MUFA and PUFA, respectively.

The protein content ranged from  $23.82 \pm 4.86$  g/100 g for brand C and  $42.80 \pm 4.06$  g/100 g for brand B, while the ash content ranged from  $4.86 \pm 0.00$  g/100 g to  $7.89 \pm 0.00$  g/100 g for brands B and A, respectively.

Regarding minerals, phosphorus ranged from  $164 \pm 0.03$  mg/100g (brand D) and  $248 \pm 0.01$  mg/100 g (brand E), sodium from  $422 \pm 0.88$  mg/100g (brand C) to  $1350 \pm 0.67$  mg / 100 g (brand D) and calcium from  $70.82 \pm 4.27$  mg/100 g (brand B) to  $79.51 \pm 0.26$  mg/100g (brand C). In general, the values are consistent with those found in the Portuguese Food Composition Database, with the exception of calcium which presented higher values.

Due to the variety of analyzed dry-cured ham samples, it was found that brands B and E would be less correct choices at nutritional level for its higher fat content and brand F would be more correct choice due to have lower fat content. Regarding the salt content, the healthiest option would be brand C.

The predominant fatty acids of dry-cured ham samples were monounsaturated (namely oleic and cis-vaccenic acid), followed by saturated and polyunsaturated.

The natural rosemary extract proved to be able to help to maintain the composition of the fatty acids of the dry-cured ham packed with the active film. The best results were obtained for the films with 2 and 3% of rosemary extract. Such active packaging has great potential application since they retard lipid oxidation phenomenon, increasing shelf life of food. Therefore in the future, more studies are required with other foodstuffs in order to prove their effectiveness in a wider range of foods. It would be also very interesting to evaluate the organoleptic properties of the packaged foods to verify the consumers' acceptability of these new films by consumers.

**Keywords:** Lipid oxidation, Packaging, Dry-cured ham, Moisture, Fat, Fatty acids, Protein, Ash, Phosphorus, Sodium, Calcium.

## **Lista de Abreviaturas**

- AA** – *Arachidonic acid* (Ácido araquidónico)
- ALA** – *Alpha-linolenic acid* (Ácido alfa-linolénico)
- ADP** – Adenosina difosfato
- AGMI** – Ácidos gordos monoinsaturados
- AGPI** – Ácidos gordos polinsaturados
- AGS** – Ácidos gordos saturados
- AMP** – Adenosina monofosfato
- ATP** – Adenosina trifosfato
- CLA** – *Conjugated linoleic acid* (Ácido linoleico conjugado)
- DCV** – Doenças Cardiovasculares
- DFD** – *Dark firm dry* (Escuro, firme, seco)
- DHA** – *Docosahexaenoic acid* (Ácido docosahexaenóico)
- DOOR** – *Database Of Origin & Registration*
- DOP** – Denominação de Origem Protegida
- ETG** – Especialidade Tradicional Garantida
- EDTA** – *Ethylenediaminetetraacetic acid* (Ácido etilendiamino tetra-acético)
- EPA** – *Eicosapentaenoic acid* (Ácido eicosapentaenóico)
- FAME** – *Fatty acid methyl esters* (Ésteres metílicos de ácidos gordos)
- FID** – *Flame ionization detector* (Detetor de ionização de chama)
- GC** – *Gas Chromatography* (Cromatografia gasosa)
- IARC** – *International Agency for Research on Cancer* (Agência Internacional para a Investigação sobre o Cancro)
- INE** – Instituto Nacional de Estatística
- IGP** – Indicação Geográfica Protegida
- LA** – *Linolenic acid* (Ácido linolénico)
- NP** – Norma Portuguesa
- OMS** – Organização Mundial de Saúde

**OPC** – Organismo Privado de Controlo e Certificação

**PCL** – *Polycaprolactone* (Policaprolactona)

**PSE** – *Pale soft exsudative* (Pálida, macia, exsudativa)

**TCA** – Tabelas de Composição de Alimentos

**TGI** – *Target Group Index*

**UE** – União Europeia

## Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Carne para consumo humano e seus produtos derivados.....	5
1.2 Composição química do presunto.....	7
1.3 Composição nutricional do presunto.....	21
1.4 Outros constituintes coadjuvantes.....	23
1.5 Tecnologia do Fabrico de presunto.....	24
1.6 Alimentação e Saúde.....	26
1.7 Embalagem.....	28
1.8 Metodologia analítica.....	30
2. Objetivos.....	33
3. Material e Métodos.....	34
3.1 Amostragem.....	34
3.2 Preparação das amostras.....	34
3.3 Determinação da humidade.....	35
3.4 Determinação da matéria gorda livre.....	36
3.5 Determinação da composição em ácidos gordos.....	38
3.6 Determinação da proteína bruta.....	41
3.7 Determinação do teor de cinzas.....	43
3.8 Determinação do fósforo.....	44
3.9 Determinação do teor de sódio.....	46
3.10 Determinação do cálcio.....	48
3.11 Análise Estatística dos Resultados.....	50
4. Resultados e Discussão.....	51
4.1 Humidade.....	51
4.2 Gordura.....	51
4.3 Ácidos gordos saturados.....	53
4.4 Ácidos gordos monoinsaturados.....	54

4.5 Ácidos gordos polinsaturados.....	56
4.6 Proteína.....	57
4.7 Cinzas .....	58
4.8 Fósforo, Sódio e Cálcio .....	59
4.9 Amostras embaladas com filme controlo.....	60
4.10 Avaliação da eficácia da nova embalagem com extrato de alecrim.....	62
5. Conclusão.....	67
6. Perspetivas futuras .....	68
7. Bibliografia.....	69
8. Anexos.....	80

## Índice de Figuras

Figura 1: Símbolo comunitário para a Denominação de Origem Protegida (Adaptado: Regulamento (CE) n.º 628/2008).....	3
Figura 2: Símbolo comunitário para a Indicação Geográfica Protegida (Adaptado: Regulamento (CE) n.º 628/2008).....	3
Figura 3: Símbolo comunitário para a Especialidade Tradicional Garantida (Adaptado: Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, 2015) .....	3
Figura 4: Representação estrutural do ácido linoleico. (Adaptado de: <a href="https://www.google.pt/">https://www.google.pt/</a> ) .....	12
Figura 5: Representação estrutural do ácido $\alpha$ -linolénico. (Adaptado de: <a href="https://www.google.pt/">https://www.google.pt/</a> ) .....	12
Figura 6: Representação estrutural do ácido oleico. (Adaptado de: <a href="https://www.google.pt/">https://www.google.pt/</a> ). 12	
Figura 7: Metabolismo dos ácidos gordos essenciais. (Adaptado de: <a href="https://www.google.pt/">https://www.google.pt/</a> ) 13	
Figura 8: Etapas da determinação da humidade. 8A – Estufa; 8B – Exsicador com amostras; 8C – Cápsulas com a areia, vareta e amostra. ....	36
Figura 9: Etapas da determinação da matéria gorda livre. 9A – Extrator de Soxhlet; 9B – Exsicador com amostras; 9C – Preparação das amostras; 9D – Evaporador rotativo.....	38
Figura 10: Etapas para a determinação da composição em ácidos gordos. 10A e 10B – Filtração da amostra com sulfato de sódio anidro; 10C – Separação das fases; 10D – Cromatógrafo GC-FID.....	40
Figura 11: Etapas para a determinação da proteína bruta. 11A – Tubos de mineralização com amostras; 11B – Aspiração de vapores; 11C – Amostra transparente no mineralizador; 11D – Destilação da amostra; 11E e 11F – Titulação da amostra até viragem do indicador para amarelo.....	43
Figura 12: Etapas da determinação do teor de cinza. 12A – Mufla; 12B – Exsicador com amostras; 12C – Cadinhos com cinzas. ....	44
Figura 13: Etapas para a determinação do fósforo. 13A – Placa de aquecimento com cadinhos; 13B – Filtração das amostras; 13C – Espectrofotómetro; 13D – Amostras.....	46
Figura 14: Etapas para a determinação do cloreto de sódio. 14A – Amostras; 14B – Agitador mecânico com amostras; 14C – Filtração das amostras; 14D – Amostras após titulação. ....	48
Figura 15: Etapas para a determinação do cálcio. 15A – Amostras após filtração; 15B – Confirmação do pH a 12-13; 15C – Titulação das amostras.....	49
Figura 16: Comparação do teor de humidade (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados no presente estudo.....	51

Figura 17: Comparação do teor de gordura (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados no presente estudo. ....	52
Figura 18: Cromatograma dos ácidos gordos identificados e quantificados no presente estudo. ....	52
Figura 19: Comparação do teor de AGS (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados no presente estudo. ....	53
Figura 20: Comparação do teor de AGMI (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados. ....	55
Figura 21: Comparação do teor de AGPI (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados. ....	56
Figura 22: Comparação do teor de proteína (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados. ....	58
Figura 23: Comparação do teor de cinzas (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados. ....	58
Figura 24: Comparação do perfil de ácidos gordos entre as duas amostras selecionadas para serem embaladas com o filme ativo (t= 0 dias). ....	60
Figura 25: Cromatograma da amostra E embalada com filme controlo, no início do período de armazenamento. ....	61
Figura 26: Cromatograma da amostra F com filme controlo, no início do período de armazenamento. ....	61
Figura 27: Comparação do teor de AGS na amostra E, armazenada ao longo de 90 dias a 5 °C. ....	62
Figura 28: Comparação do teor de AGMI na amostra E, armazenada ao longo de 90 dias a 5 °C. ....	63
Figura 29: Comparação do teor de AGP na amostra E, armazenada durante 90 dias a 5 °C. ....	63
Figura 30: Comparação do teor de AG <i>trans</i> na amostra E, armazenada ao longo de 90 dias a 5 °C. ....	64
Figura 31: Comparação do teor de AGS na amostra E, armazenada à temperatura ambiente durante 60 dias. ....	65
Figura 32: Comparação do teor de AGM na amostra E, armazenada à temperatura ambiente durante 60 dias. ....	65
Figura 33: Comparação do teor de AGP na amostra E, armazenada à temperatura ambiente durante 60 dias. ....	66

Figura 34: Comparação do teor de AG *trans* na amostra E, armazenada à temperatura ambiente durante 60 dias.....66

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Presuntos de Portugal, Espanha e Itália com DOP (Fonte: DOOR, 2015).....	1
Tabela 2: Presuntos de Portugal, Espanha e Itália com IGP (Fonte: DOOR, 2015) .....	2
Tabela 3: Dados de composição nutricional do presunto (expresso em 100 g de porção edível) obtidos a partir das Tabelas de Composição de Alimentos de Portugal, Espanha e Itália.....	21
Tabela 4: Ácidos gordos presentes na mistura padrão adquirida comercialmente. ....	40
Tabela 5: Quantificação dos AGS (g/ 100 g porção edível) identificados nas amostras de presunto analisadas (média ± DP).....	54
Tabela 6: Quantificação dos AGMI (g/ 100 g porção edível) identificados nas amostras de presunto analisadas (média ± DP).....	55
Tabela 7: Quantificação dos AGPI (g/ 100 g porção edível) identificados nas amostras de presunto analisadas (média ± DP).....	57
Tabela 8: Comparação do teor de fósforo, sódio e cálcio (mg/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados (média ± DP). ....	59

## I. Introdução

Entende-se por presunto a perna de suíno curada por salga profunda e seguidamente exposta à secagem e maturação, podendo ser fumada (NP 1130, 2008).

O presunto curado é um produto com elevado consumo em muitos países, especialmente na área do Mediterrâneo (Toldrá e Aristoy, 2010). Existem numerosas variedades de presunto curado, dependendo da genética, tipo de alimentação, de processamento e da região ou país de origem (Toldrá e Aristoy, 2010). Como resultado, muitos tipos diferentes de presunto são produzidos em todo o mundo. A União Europeia (UE) determina designações diferentes para proteger estes presuntos, como Denominação de Origem Protegida (DOP), Indicação Geográfica Protegida (IGP) ou Especialidade Tradicional Garantida (ETG) (Toldrá e Aristoy, 2010). Os presuntos mediterrâneos são caracterizados por um longo período de secagem (Toldrá e Aristoy, 2010).

O Regulamento (CE) n.º 510/2006, referente à proteção e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios, impõe que um produto DOP (Figura 1) tenha o nome da região, local ou por vezes o país, que serve para designar um produto agrícola ou género alimentício, cuja qualidade ou características se devem essencial ou exclusivamente a um meio geográfico específico, incluindo os fatores naturais e humanos, e cuja produção, transformação e elaboração ocorrem numa área geográfica delimitada. De acordo com as normas foram reconhecidos e estão registados como presuntos portugueses, espanhóis e italianos com DOP na base de dados DOOR (Database Of Origin & Registration) da União Europeia os presuntos apresentados na tabela I (DOOR, 2015).

**Tabela I:** Presuntos de Portugal, Espanha e Itália com DOP (Fonte: DOOR, 2015)

<b>País</b>	<b>Denominação</b>	<b>Data</b>
<b>Portugal</b>	Presunto de Barrancos/Paleta de Barrancos	21-06-1996
	Presunto do Alentejo/Paleta do Alentejo	26-09-2008
<b>Espanha</b>	Jamón de Teruel/Paleta de Teruel	21-06-1996
	Jamón de Huelva	27-01-1998
<b>Itália</b>	Prosciutto di San Daniele	21-06-1996
	Prosciutto di Modena	21-06-1996
	Prosciutto Veneto Berico-Euganeo	21-06-1996
	Prosciutto di Carpegna	02-07-1996
	Prosciutto Toscano	02-07-1996
	Prosciutto di Parma	05-02-2008

Um produto IGP (Figura 2) é aquele que possui o nome da região ou local, ou até país, que serve para designar esse produto agrícola ou género alimentício, com determinada qualidade, reputação ou outras características que podem ser atribuídas a essa origem geográfica e cuja produção e/ou transformação e/ou laboração ocorrem na área geográfica delimitada (Regulamento (CE) n.º 510/2006). Os presuntos portugueses, espanhóis e italianos registados como presuntos IGP são apresentados na tabela 2 (DOOR, 2015).

**Tabela 2:** Presuntos de Portugal, Espanha e Itália com IGP (Fonte: DOOR, 2015)

<b>País</b>	<b>Denominação</b>	<b>Data</b>
<b>Portugal</b>	Presunto de Barroso	13-11-1996
	Presunto de Vinhais/Presunto Bísaro de Vinhais	17-07-2008
	Presunto de Campo Maior e Elvas/Paleta de Campo Maior e Elvas	26-09-2008
	Presunto de Santana da Serra/Paleta de Santana da Serra	26-09-2008
	Presunto de Melgaço	16-04-2015
<b>Espanha</b>	Jamón de Trevélez	15-11-2005
	Jamón de Serón	14-08-2014
<b>Itália</b>	Prosciutto di Norcia	13-06-1997
	Prosciutto di Sauris	20-04-2010
	Prosciutto Amatriciano	27-07-2011

Qualquer produto agrícola ou género alimentício tradicional reconhecido e registado em conformidade com o Regulamento (CE) n.º 509/2006 é um produto ETG (Figura 3), se o elemento ou conjunto de elementos que distingam claramente esse produto de outros similares e de uso comprovado no mercado comunitário e que mostre a transmissão do saber entre gerações (pelo menos 25 anos) (Regulamento (CE) n.º 509/2006). Em Espanha, o *Jamón Serrano* está registado como presunto ETG desde 1999 (DOOR, 2015).

No que respeita a indicações geográficas, as denominações de origem relativas a áreas geográficas e a produtos agrícolas e géneros alimentícios produzidos no interior da Comunidade, a verificação da observância do caderno de especificações, anterior à colocação do produto no mercado, é garantida por um Organismo Privado de Controlo e

Certificação (OPC) reconhecido (Regulamento (CE) n.º 509/2006, Regulamento (CE) n.º 510/2006). Os símbolos comunitários contribuíram para a valorização dos produtos, permitindo aos consumidores identificá-los e, podendo ser apostos no rótulo ou na embalagem dos produtos reconhecidos como DOP, IGP (Regulamento (CE) n.º 628/2008) e ETG.



**Figura 1:** Símbolo comunitário para a Denominação de Origem Protegida (Adaptado: Regulamento (CE) n.º 628/2008)



**Figura 2:** Símbolo comunitário para a Indicação Geográfica Protegida (Adaptado: Regulamento (CE) n.º 628/2008)



**Figura 3:** Símbolo comunitário para a Especialidade Tradicional Garantida (Adaptado: Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, 2015)

Recentemente, a Agência Internacional para a Investigação sobre o Cancro (IARC), centro integrado na Organização Mundial de Saúde (OMS), divulgou um relatório onde alerta para o risco de consumir carnes processadas e vermelhas (IARC, 2015). As carnes

processadas tais como o fiambre, bacon, presunto, salsichas e hambúrgueres foram inseridas no Grupo 1, isto é, existem dados científicos suficientes para concluir que estes alimentos têm um papel no aparecimento do cancro intestinal. Já a carne vermelha, como a de vaca, porco ou borrego foi classificada no Grupo 2A, isto é, provavelmente tem efeitos cancerígenos mas ainda não há investigações científicas suficientes que permitam afirmá-lo com certeza. Os investigadores encontraram uma relação entre o seu consumo e o cancro intestinal, pancreático e da próstata (IARC, 2015).

Nos primeiros meses de 2015, um em cada cinco portugueses tendeu a eliminar a carne da sua alimentação. Mais concretamente, diz o estudo TGI da Marktest, 1786 mil portugueses (20,9 %) com mais de 15 anos e residentes no Continente tiveram a tendência de excluir esta proteína. Os resultados deste estudo podem vir influenciados com a crise económica que se viveu nos meses que antecederam o mesmo. De acordo com a Marktest, foram as mulheres quem mais tentaram fazer esta mudança na dieta: 26,2 % face aos 14,8 % dos homens, mas a maior percentagem está entre os idosos. De acordo com o estudo, 35,1 % das pessoas com 64 ou mais anos tenderam a tirar a carne da alimentação, enquanto esta tendência se verificou em apenas 12,3 % dos jovens entre os 15 aos 24 anos. Entre as regiões, é no Sul que mais indivíduos referem tender a eliminar a carne da sua alimentação. Quanto à classe social, a maior probabilidade de o fazer está entre os indivíduos das classes mais elevadas, baixando progressivamente junto dos restantes (Marktest, 2015).

A produção total de carne, de acordo com os dados do INE, registou em 2014 um acréscimo de 1,8 % devido sobretudo ao maior volume de carne de suíno e aves de capoeira. No que respeita ao sector dos suínos, notou-se algum reequilíbrio com aumento dos efetivos e da produção de carne (+4,2 %), que atingiu as 382 mil toneladas (Estatísticas Agrícolas INE, 2014). Em termos regionais, a produção de suínos encontra-se repartida por todo o país, com maior incidência na Área Metropolitana de Lisboa, seguindo-se o Alentejo e o Centro. Por sua vez, a Área Metropolitana de Lisboa e a região Norte destacam-se pelo consumo de carne suína. Os mesmos dados indicam ainda que Portugal produziu apenas 72,2 % da carne necessária para satisfazer as necessidades de consumo. Já o consumo médio anual de carne foi superior a 108 kg por habitante, sendo a carne de suíno a mais consumida (43,9 kg/hab) (Estatísticas Agrícolas INE, 2014).

## **1.1 Carne para consumo humano e seus produtos derivados**

A carne resulta do processo de transformação do músculo que ocorre entre o instante do abate e o momento ótimo para consumo da carne, sendo que é possível verificar a ocorrência de diversas transformações físico-químicas e microbiológicas. Estas transformações tendem a melhorar a qualidade da carne mas, no entanto, consta-se que a partir de determinado momento passam a ser impróprias para serem comestíveis (Chabela e Alquicira, 2013).

Durante o abate, os músculos são sujeitos a contrações sem que exista fornecimento de oxigênio uma vez que cessou a circulação. Nestas condições, a energia necessária para estas contrações é fornecida pela reserva de adenosina trifosfato (ATP) existente, que se vai esgotando gradualmente, embora seja reposta pela transformação de adenosina monofosfato (AMP) e adenosina difosfato (ADP) em ATP pela via glicolítica. Esta situação origina a utilização de glucose, proveniente do glicogênio, em condições de anaerobiose o que origina a formação de ácido láctico e a consequente descida do pH (Gutiérrez, 2008; Huff-Lonergan, 2010).

A cor da carne depende do estado em que se encontra o pigmento maioritário do músculo, a mioglobina. É uma proteína cujo grupo proteico é a globina e o grupo prostético é o hemo. Nas carnes vermelhas, uma cor vermelha brilhante, associada à presença de oximioglobina, é um fator positivo. Pelo contrário, a presença de metamioglobina, cujo teor aumenta ao longo do tempo de conservação da carne, origina uma coloração acastanhada que tende a depreciar o produto (Chabela e Alquicira, 2013). As carnes de suíno caracterizam-se por possuírem um maior teor de gordura o que lhe confere uma cor mais clara quando comparada com carne de vaca. A gordura da carne de suíno tem um ponto de fusão menor que a de vaca e revela um maior grau de insaturação.

No momento do abate existem grandes possibilidades de contaminação da carcaça através dos utensílios usados, do ar e do próprio conteúdo intestinal dos animais. Essa contaminação deverá ser tão baixa quanto possível de forma a garantir-lhe um prazo de vida útil aceitável. Durante as operações de abate deverá haver um cuidado especial na remoção das vísceras de modo a evitar contaminação de origem fecal (Skandamis, Nychas e Sofos, 2010). Assim, o momento ótimo para o consumo da carne resulta do compromisso entre as alterações químicas desejáveis que lhe melhoram o sabor e a tenrura e as alterações resultantes do desenvolvimento dos micro-organismos que lhe vão afetando negativamente as características organolépticas podendo inclusive provocar a sua putrefação. Há que ter em

conta que, no momento do abate, poderá também ter ocorrido contaminação com microrganismos patogênicos e que, caso tenham condições para se desenvolverem, poderão transformar a carne num alimento impróprio para consumo (Skandamis, Nychas e Sofos, 2010).

Existem duas situações de tipo metabólico que frequentemente afetam a qualidade da carne. A primeira resulta de situações de fadiga ou de deficiente alimentação dos animais e, nestes casos, não existem reservas de glicogénio a nível sanguíneo. Não havendo glucose disponível, não existe reposição da reserva de ATP por via glicolítica. Nestas condições, não há produção de ácido láctico e o pH da carne mantém-se elevado. Esta situação favorece o desenvolvimento de micro-organismos. A carne apresenta uma cor escura ao corte, tem uma elevada capacidade de retenção de água e, poderá entrar em putrefação rapidamente. Esta carne é designada por carne DFD (*dark firm dry* - *escura, firme e seca*) (Chabela e Alquicira, 2013; Maganhini *et al.*, 2007).

Outra situação, bastante frequente em carnes de suíno, resulta do stress a que os animais são sujeitos durante o transporte até ao matadouro e, no momento do abate. Nestes casos, existe uma queda brusca do pH enquanto a carcaça se encontra a temperaturas elevadas. Nestas condições, as proteínas solúveis perdem a sua capacidade de retenção de água. A carne fica pálida, mole e não retém água. Esta carne é denominada por PSE (*pale soft exsudative* - *pálida, macia e exsudativa*). A ocorrência deste tipo de carne é muito comum em raças de suínos selecionadas e com elevada capacidade de crescimento. Estas carnes apresentam um aspeto pouco agradável e originam muitos problemas na fabricação de enchidos nos quais a capacidade de retenção de água é um fator importante (Chabela e Alquicira, 2013; Maganhini *et al.*, 2007).

Os produtos derivados da carne de suíno são, de preferência, obtidos a partir da carne fresca que sofre um ou mais tipos de processamento, entre eles, cozedura (fiambre, mortadela), salga (presunto), cura (presunto), fumagem (chouriço, morcela), fermentação (salsichas, salame). A forma de carne de porco de maior consumo em todo o mundo é o presunto nas suas duas formas habituais: cru e cozido. Ambos são feitos a partir do pernil e conservando o osso ou não.

## **1.2 Composição química do presunto**

A composição nutricional e química do presunto depende de vários fatores como a espécie, raça, idade, sexo e alimentação do animal que conferem diferenças na qualidade e nos aspetos quantitativos da proteína, gordura, presença de sal, entre outros, que são responsáveis pelas características nutricionais e sensoriais dos presuntos.

### **1.2.1 Macronutrientes**

#### **Proteínas**

As proteínas são biomoléculas formadas basicamente por carbono, hidrogénio e azoto. Quimicamente são polímeros de elevado peso molecular, constituídos por aminoácidos unidos entre si por ligações peptídicas (Berg, Tymoczko e Stryer, 2002; Gutiérrez, 2000; Nelson e Cox, 2004).

As proteínas são consideradas fontes de energia, sendo que o motivo principal de inclui-las na dieta passa por proporcionar aminoácidos para ajudar na síntese de componentes essenciais dos tecidos e dos líquidos do organismo, bem como, satisfazer outras necessidades específicas do azoto (Lloyd, McDonald e Crampton, 1982).

Cerca de vinte aminoácidos são encontrados nos alimentos com mais frequência. O número e a sequência em que cada um aparece, o comprimento da cadeia e a conformação molecular tridimensional são os responsáveis pela diversidade de proteínas encontradas, não somente nos alimentos, mas em toda a natureza (Nelson e Cox, 2004; Riera, Salcedo e Alegret, 2004). A importância que as proteínas possuem na dieta de um animal justifica-se pelo fornecimento dos aminoácidos necessários para manutenção e para fins produtivos, tais como o crescimento, a gestação e a lactação (Lloyd, McDonald e Crampton, 1982).

Os termos específicos comumente usados para indicar os diferentes aspetos ou níveis da estrutura proteica são a estrutura primária, secundária, terciária e quaternária. A estrutura primária é a sequência de aminoácidos numa cadeia polipeptídica, a secundária é a disposição da sequência de aminoácidos no espaço, a terciária informa sobre a disposição da estrutura secundária de um polipéptido enrolando-se sobre si mesma, originando uma conformação globular. A estrutura terciária tem uma importância fundamental para a atividade biológica das proteínas, sendo estabilizada por ligações de diversos tipos: iónicas,

eletrostáticas, pontes de hidrogênio, hidrófobas e covalentes. A ponte de enxofre desempenha um papel fundamental na formação e estabilização da quase totalidade das proteínas com estrutura terciária. Já a quaternária é a união, mediante ligações débeis (não covalentes) de várias cadeias polipeptídicas com estrutura terciária, para formar um complexo proteico (Berg, Tymoczko e Stryer, 2002; Gutiérrez, 2000; Nelson e Cox, 2004).

As proteínas desempenham vários papéis indispensáveis em todos os períodos de vida. São essenciais ao crescimento e ao desenvolvimento do organismo; juntamente com os lípidos constituem as membranas celulares; asseguram funções de defesa do organismo (imunoglobulinas); exercem funções de transporte e têm atividade catalítica (enzimas, hormonas) (Gutiérrez, 2000).

Nos alimentos, as proteínas exercem várias e importantes propriedades funcionais, sendo responsáveis, principalmente, pelas características de textura (Riera, Salcedo e Alegret, 2004). As principais fontes proteicas são: laticínios, peixes, ovos, carnes, leguminosas, cogumelos, cereais e frutas oleaginosas (Gutiérrez, 2000).

## **Aminoácidos**

Os aminoácidos são as unidades estruturais das proteínas. Desta forma, as características das proteínas são fortemente influenciadas pelas dos seus aminoácidos constituintes. Os aminoácidos apresentam o grupo amino e carboxílico livres no carbono  $\alpha$  (exceto a prolina, que é um iminoácido) (Philippi, 2015).

Os grupos  $-\text{COOH}$  (carboxílico) e  $-\text{NH}_2$  (amino) estão ionizados em soluções aquosas de pH neutro. O grupo amino pode receber um próton e o grupo carboxílico pode perder um próton, de forma que os aminoácidos apresentam uma característica acidobásica (Philippi, 2015). Em função dessa estrutura os aminoácidos são solúveis em água e pouco solúveis em solventes orgânicos, apresentam altos momentos dipolares e constantes dielétricas e são decompostos a 200 °C (Philippi, 2015).

Os aminoácidos diferem entre si pelos radicais R, os quais definem as suas propriedades químicas e físicas e conseqüentemente, as das proteínas a que pertencem. Os aminoácidos, em função da polaridade dos seus radicais, podem ser subdivididos em quatro grupos: aminoácidos com um grupo R polar sem carga (neutros), com um grupo R não polar

ou hidrofóbico, com um grupo R carregado positivamente e aminoácidos com um grupo R carregado negativamente (Philippi, 2015).

O elevado grau de ingestão de aminoácidos resulta no catabolismo rápido e excreção do azoto, sendo que é fundamental que todos os aminoácidos essenciais sejam fornecidos de forma equilibrada na dieta para se obter a sua utilização ótima nos processos de síntese (Lloyd, McDonald e Crampton, 1982).

Desta forma, verifica-se que todos os aminoácidos que se encontram nos tecidos animais são fisiologicamente indispensáveis, ou seja, o organismo não é capaz de sintetizar à velocidade suficiente para satisfazer as necessidades fisiológicas (Lloyd, McDonald e Crampton, 1982).

A proteína da dieta entra na corrente sanguínea na forma de aminoácidos livres. Estes aminoácidos misturam-se com os de origem endógena para produzir uma série de aminoácidos que se encontram nos líquidos fisiológicos posteriormente à ingestão de alimento proteico. Os aminoácidos livres podem seguir três vias metabólicas distintas no interior do organismo: podem usar-se para a síntese de proteínas; podem servir como precursores na síntese de produtos ou podem ser degradados, onde o azoto é excretado como ureia, e o esqueleto carbonado ingressa no metabolismo energético (Lloyd, McDonald e Crampton, 1982).

## **Lípidos**

Os lípidos são biomoléculas basicamente formadas por carbono, hidrogénio e oxigénio, dos quais, também podem conter azoto e fósforo (Gutiérrez, 2000). Desta forma, é possível constatar que estes são os maiores componentes do tecido adiposo e, juntamente com proteínas e hidratos de carbono, constituem os principais elementos estruturais de todas as células vivas.

As gorduras exercem funções nutricionais importantes, no que diz respeito ao fornecimento de energia (9 Kcal/g) e ácidos gordos essenciais, bem como, no transporte das vitaminas lipossolúveis para o interior das células. Estas são responsáveis pelo isolamento térmico e permeabilidade das paredes celulares, onde também se verifica a sua contribuição

no sabor, na palatibilidade dos alimentos e na satisfação da saciedade (Gutiérrez, 2000; Nelson e Cox, 2004; Riera, Salcedo e Alegret, 2004).

A maioria dos lípidos são ésteres formados entre ácidos gordos e um álcool: glicerol, álcool alifático de cadeia longa, esterol, etc. Ao serem ésteres de ácidos orgânicos hidrofóbicos, os seus processos de síntese e degradação passam por reações lentas, embora reversíveis (Gutiérrez, 2000). Os mais abundantes encontram-se na forma de triacilgliceróis, são habitualmente designados por óleos ou gorduras, consoante se encontrem em estado líquido ou sólido, à temperatura ambiente, respetivamente (Gutiérrez, 2000).

Os lípidos alimentares presentes na dieta provêm normalmente dos depósitos de gordura que animais e plantas acumulam em determinados tecidos. Nos animais encontram-se distribuídos ao longo do organismo, formando depósitos nos tecidos subcutâneos e na cavidade abdominal, enquanto nas plantas constituem um material de reserva importante e acumulam-se preferencialmente nos frutos e sementes (Gutiérrez, 2000). As fontes alimentares mais ricas em lípidos são os óleos vegetais, como o azeite, óleo de soja, girassol ou amendoim, e alguns alimentos de origem animal, como a manteiga e a banha de porco (Gutiérrez, 2000).

A digestão de grandes quantidades de gordura diminui a velocidade da digestão através do tubo digestivo visto que, a presença de gordura no duodeno diminui a motilidade do estômago, fazendo com que o esvaziamento gástrico seja mais lento (Lloyd, McDonald e Crampton, 1982).

## **Ácidos gordos**

Os ácidos gordos que intervêm nas estruturas químicas dos lípidos alimentares são ácidos carboxílicos alifáticos (Gutiérrez, 2000), fornecem energia e consistem em cadeias que contêm elementos como o carbono (C), o hidrogénio (H) e o oxigénio (O), tendo numa extremidade um grupo carboxilo (-COOH) e noutra um grupo metilo (-CH<sub>3</sub>) (Zurier, 1991). Os ácidos gordos podem ser classificados como saturados (AGS) ou insaturados, dependendo da presença ou não de ligações duplas.

## **Ácidos gordos saturados**

Um ácido gordo saturado é uma cadeia linear de átomos de carbono unidos só por ligações simples. Em geral, a gordura dos alimentos com maior proporção de ácidos gordos saturados permanece sólida a temperatura ambiente. Uma propriedade importante dos ácidos gordos saturados é que são mais resistentes à oxidação, ao calor e à luz. Os ácidos gordos saturados não são só fonte de energia, como também, fazem parte da estrutura da membrana plasmática e o organismo pode sintetizá-los ou podem ser fornecidos pela dieta. Os alimentos que os contêm são as carnes, vísceras, charcutaria, leite, queijo, manteiga, nata, óleo de palma e coco (Amaral, 2005).

## **Ácidos gordos insaturados**

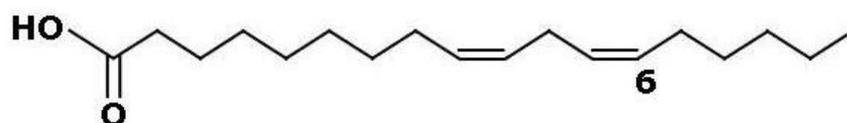
Estes ácidos classificam-se segundo o número de ligações duplas na cadeia de carbonos. Devido à presença de ligações duplas, os ácidos gordos insaturados são mais reativos quimicamente que os ácidos gordos saturados. O grau de insaturação – número de ligações duplas – determina o ponto de fusão, temperatura à qual a gordura sólida se faz líquida (Amaral, 2005).

Os ácidos gordos insaturados compreendem:

**Ácidos gordos monoinsaturados:** têm apenas uma ligação dupla. O ácido oleico (C18:1) é o representante desta família. Também está presente no azeite, abacate e nos óleos alimentares (Amaral, 2005).

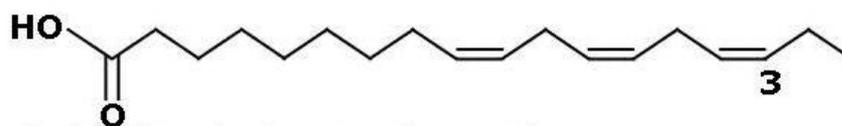
**Ácidos gordos polinsaturados:** contêm mais do que uma ligação dupla. A este grupo pertencem os ácidos gordos linoleico com duas ligações duplas e  $\alpha$ -linolénico (ALA) com três ligações duplas (Amaral, 2005).

Estes ácidos fazem parte de duas famílias importantes dos ácidos gordos: os  $\omega$ -3 e os  $\omega$ -6 e pode-se utilizar a letras grega  $\omega$  ou latina n. O nome de cada família denomina-se segundo a posição da primeira ligação dupla da cadeia dos ácidos gordos, contando a partir do grupo metilo. Se esta está localizada entre os carbonos sexto e sétimo, o ácido gordo pertence à família  $\omega$ -6 (Figura 4), e se está entre os carbonos três e quatro pertence a família  $\omega$ -3 (Figura 5). Aplicando este conceito um ácido  $\omega$ -9 tem a primeira ligação dupla entre os carbonos nove e dez (Figura 6) (Amaral, 2005).



Ácido linoleico (LA, C18:2, ómega 6)

**Figura 4:** Representação estrutural do ácido linoleico. (Adaptado de: <https://www.google.pt/>)



Ácido alfa-linolénico (ALA, C18:3, ómega 3)

**Figura 5:** Representação estrutural do ácido  $\alpha$ -linolénico. (Adaptado de: <https://www.google.pt/>)



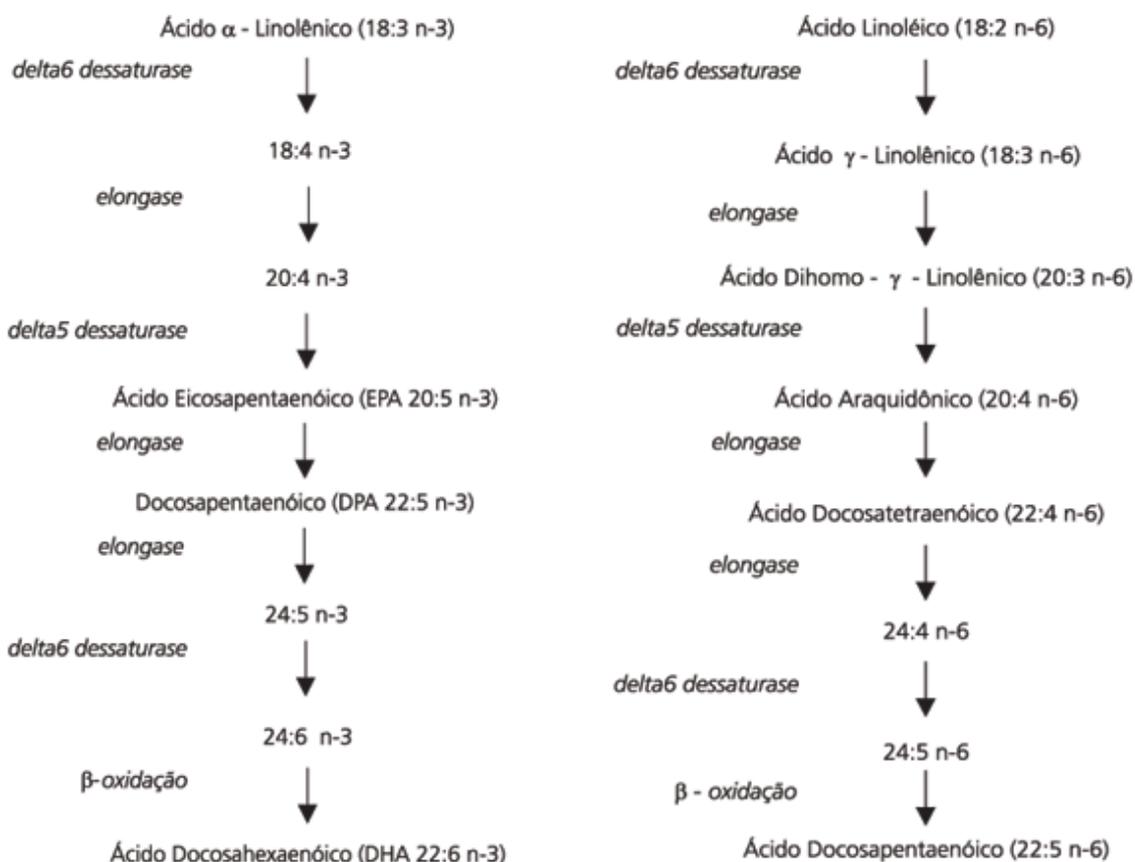
**Figura 6:** Representação estrutural do ácido oleico. (Adaptado de: <https://www.google.pt/>)

Nos alimentos o ácido gordo ALA é o principal ácido gordo da família  $\omega$ -3. É encontrado em elevadas concentrações no pescado e em algumas sementes, tais como o óleo de linhaça e as nozes (Gutiérrez, 2000; Tiemeier, 2003). O ácido linoleico (LA) do grupo dos  $\omega$ -6 está maioritariamente presente nos óleos vegetais, como o óleo de girassol, milho e soja, nozes e cereais integrais (Gutiérrez, 2000; Tiemeier, 2003). O ALA e o LA são ácidos gordos essenciais, ou seja, não podem ser sintetizados pelo organismo, sendo necessário obtê-los através da alimentação (Zurier, 1991).

O ALA, o ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA) são os 3 principais representantes dos ácidos gordos  $\omega$ -3 (Holub, 2002). O LA é o principal ácido gordo  $\omega$ -6.

Os ácidos gordos de cadeia muito longa como o EPA, o DHA ( $\omega$ -3) e o ácido araquidónico (AA) ( $\omega$ -6) são precursores de compostos biologicamente ativos denominados eicosanóides (Figura 7). Estes compostos, similares a hormonas, incluem as prostaglandinas, prostaciclina, tromboxanos e leucotrienos, importantes reguladores de funções vitais como a pressão e a coagulação sanguínea, as respostas imunitárias e inflamatórias e as secreções gástricas (Smith, 1989; Holub, 2002; Gutiérrez, 2000).

É importante manter um equilíbrio adequado entre os dois tipos de ácidos gordos,  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6, visto trabalharem em conjunto para promover a saúde. Estas duas classes de ácidos gordos polinsaturados (AGPIs), desempenham um papel fundamental na saúde e nutrição humana (Hall, 2007), sendo ambos responsáveis pelo controlo dos níveis de colesterol total. No entanto, os eicosanóides obtidos a partir do EPA ( $\omega$ -3) têm propriedades opostas dos provenientes do AA ( $\omega$ -6). O excesso de  $\omega$ -6, em detrimento dos  $\omega$ -3, origina uma maior produção de eicosanóides provenientes do AA comparativamente àqueles sintetizados pelo EPA, o que leva à alteração do estado fisiológico normal para um estado pró-trombótico, pró-inflamatório e pró-constritivo (Smith, 1989; Martin *et al.*, 2006).



**Figura 7:** Metabolismo dos ácidos gordos essenciais. (Adaptado de: <https://www.google.pt/>)

Os ácidos gordos *trans* são ácidos gordos insaturados com pelo menos uma ligação dupla *trans* e podem, portanto, ter também ligações duplas em configuração *cis* (Albuquerque *et al.*, 2011). Encontram-se de forma natural nos ruminantes (carne, leite e derivados), na forma de ácido linoleico conjugado (CLA) (Herrera e Lopera, 2012). A maior parte dos isómeros *trans* produzem-se durante a elaboração das margarinas e manteigas como resultado do processo químico da hidrogenação (Hernandez, 2010; Herrera e Lopera, 2012). O principal representante deste tipo de ácido gordo é o ácido elaídico (n-9 *trans* C18:1), que se encontra em todos os produtos elaborados como óleos ou gorduras hidrogenadas como bolachas, produtos de pastelaria, aperitivos, manteigas e margarinas (Hernandez, 2010; Herrera e Lopera, 2012). Nas últimas décadas tem surgido a preocupação pelo consumo destes ácidos gordos e o risco das doenças cardiovasculares. Em diversos estudos científicos, afirma-se que estes ácidos gordos são um risco para a saúde cardiovascular (Hernandez, 2010; Herrera e Lopera, 2012; Velásquez, 2006).

Se, por um lado, os ácidos gordos são essenciais ao indivíduo, por outro podem estar associados a diversos tipos de doença, quando ingeridos de forma desproporcionada. Assim, a OMS estabeleceu os valores recomendados para a ingestão dos diversos tipos de gordura: <15-30 % gordura total; <10 % ácidos gordos saturados; <5-8 % ácidos gordos polinsaturados n-6; <1-2 % ácidos gordos polinsaturados n-3 e <1 % ácidos gordos *trans* (OMS, 2003; Scollan *et al.*, 2006).

### **Ácidos gordos e a carne de suíno**

Durante muitos anos a identificação e quantificação dos ácidos gordos presentes nos diversos tecidos da carne de porco assumiu uma grande importância porque constitui mais um critério válido para averiguar a qualidade da carne e dos produtos transformados (Jakobsen, 1999).

Lloyd, McDonald e Crampton, (1982), Jorgensen *et al.* (1996), Warnants, *et al.* (1998) e Cameron *et al.* (1999) referem que um alto teor em ácidos gordos polinsaturados, na carne ou outros produtos transformados, pode conduzir à flacidez devido à diminuição do ponto de fusão da gordura da carcaça, e como sequência, a um empobrecimento da qualidade. As consequências práticas de um elevado conteúdo nestes ácidos gordos são a suscetibilidade acrescida à oxidação e dificuldades de ordem tecnológica devido à falta de firmeza dos tecidos adiposos, reduzindo assim a vida útil do produto (Wood e Enser, 1997;

Sheard *et al.*, 2000), a menos que se tomem precauções especiais, como a adição de antioxidantes ou a conservação a temperaturas baixas (Lloyd, McDonald e Crampton, 1982). Também as gorduras tendem a absorver os odores, pelo que pode ser a causa de que o alimento adquira um sabor desagradável (Lloyd, McDonald e Crampton, 1982).

A composição em ácidos gordos dos lípidos intramusculares do porco é influenciada pela composição em ácidos gordos da sua alimentação (Cava *et al.*, 2000; Daza *et al.*, 2005; Nuernberg *et al.*, 2005). Ruíz e López-Bote (2005) defendem as dietas ricas em ácido oleico, em vez de ácido linoleico, para obter um perfil de ácidos gordos saudável, favorecendo as características sensoriais do produto.

Os ácidos gordos saturados de cadeia longa são mal absorvidos, sobretudo pelos animais jovens. A digestibilidade do ácido palmítico e do ácido esteárico é sensivelmente menor que a do ácido oleico ou do ácido linoleico. Deste modo, a presença de uma ou mais ligações duplas na molécula do ácido gordo não saturado equivale à redução da cadeia em 6 carbonos (Lloyd, McDonald e Crampton, 1982).

## **Água**

A água é o nutriente que é necessário ser fornecido em maior quantidade, sendo essencial a todas as formas de vida. A água ocorre como componente intracelular ou extracelular, nos animais e nos vegetais e apresenta-se com teor variável nos diferentes alimentos (Gutiérrez, 2000). A água diferencia-se dos outros nutrientes não sofrendo mudanças químicas no organismo (Fox e Cameron, 1999).

As funções realizadas pela água são de natureza química e dependem da sua capacidade para transportar os nutrientes através do organismo, para dissolver as substâncias ou para mantê-las em suspensão, entre outras (Fox e Cameron, 1999). Embora a maior parte da água do organismo, esteja implicada em mudanças físicas, uma parte da mesma relaciona-se com mudanças químicas, como as reações enzimáticas e hidrolíticas dos nutrientes durante a digestão, que absorvem água, enquanto outras como a oxidação dos nutrientes absorvidos, para fornecer energia ao organismo, libertam água (Fox e Cameron, 1999).

A água é absorvida com maior facilidade quando é ingerida só ou com um alimento, visto que, após a digestão forma uma solução onde a pressão osmótica é inferior à do plasma. Existem diversos componentes dos alimentos, tais como os polissacáridos e em

especial a pectina, que formam géis que tendem a reter água, permitindo a redução na absorção no intestino e por sua vez, aumentando assim a quantidade de água nas fezes, pelo que estes alimentos atuam como laxantes (Lloyd, McDonald, Crampton, 1982).

A água é essencial para o processo vital e influencia a textura, a aparência, o sabor e a deterioração química e microbiológica dos alimentos. Quanto maior o teor de água num alimento, maior é a sua sensibilidade à deterioração sendo por isso que a maioria dos métodos de preservação de alimentos baseia-se na remoção da água pela secagem, na redução da mobilidade da água por congelamento ou, ainda, na adição de solutos, por exemplo, sal ou açúcar (Gutiérrez, 2000).

A deterioração de um alimento é normalmente resultante do crescimento de micro-organismos, atividade enzimática e reações químicas, as quais na sua maioria, dependem da presença de água.

## **1.2.2 Micronutrientes**

### **1.2.2.1 Minerais**

#### **Cálcio**

Aproximadamente 99 % do cálcio encontra-se localizado nos ossos, sendo que o restante 1 % encontra-se nos fluidos corporais e nas células. O cálcio está intimamente ligado à lecitina, controlando a permeabilidade da membrana celular. Este também estimula a contração muscular, intervém na regulação da transmissão do impulso nervoso e é considerado um componente essencial na absorção da vitamina B<sub>12</sub> (Lloyd, McDonald, Crampton, 1982). O cálcio é o quinto elemento mais abundante na natureza, sendo que este é absorvido através do intestino e excretado pelo organismo através das fezes e urina (Doros, 2008; Vázquez, Cos e López-Nomdedeu, 2005). Existem diversas fases na vida em que a absorção de cálcio é superior, tais como o período da gravidez, lactação ou em períodos de crescimento acentuado (Vázquez, Cos e López-Nomdedeu, 2005).

No que diz respeito à alimentação, o cálcio é obtido, fundamentalmente, por via dos laticínios, mas também pelos cereais, vegetais e frutas. Para além do teor em cálcio, as fontes alimentares deverão ser avaliadas tendo em conta a biodisponibilidade do mesmo (Doros, 2008; Vázquez, Cos e López-Nomdedeu, 2005).

A vitamina D (da qual depende o transporte de cálcio para dentro da célula e utilizada no tratamento do raquitismo), proteínas, lactose e a acidez do bolo intestinal são elementos que favorecem em grande parte a absorção do cálcio. Pelo contrário, existem outros elementos que a prejudicam fortemente, tal como o excesso de fósforo, presente em muitos pescados e tipos de carnes e, também o excesso de gordura. Embora estes compostos possam reduzir a absorção de cálcio dos cereais e dos vegetais, respetivamente, ambos os tipos de alimentos continuam a ser excelentes fontes de cálcio, pelo que não se deve excluir da alimentação (Vázquez, Cos e López-Nomdedeu, 2005; Dorosz, 2008).

Geralmente, a quantidade de cálcio disponível é limitada pela quantidade que o intestino pode absorver. A ingestão excessiva pode interferir no metabolismo do magnésio, fósforo e ferro. O excesso de cálcio pode provocar dores musculares, fraqueza, sede, cálculos renais e redução de outros minerais, como magnésio. Também pode causar anorexia, dificuldade de memorização, depressão e irritabilidade (Vázquez, Cos e López-Nomdedeu, 2005; Dorosz, 2008).

## **Fósforo**

Para além do cálcio, o fósforo também possui um papel fundamental, no que diz respeito à formação dos ossos e dos dentes. O fósforo é importante para o metabolismo dos hidratos de carbono mediante a formação de hexosafosfatos, fosfatos de adenosina e fosfato de creatina. É o mineral quantitativamente mais importante no organismo depois do cálcio e é absorvido principalmente no intestino delgado (Vázquez, Cos e López-Nomdedeu, 2005; Dorosz, 2008) e por sua vez, intervém no metabolismo das gorduras mediante a formação intermédia de lecitina. Este é considerado um constituinte dos fosfolípidos, formando parte das nucleoproteínas da cromatina celular e de fosfoproteínas tais como a caseína e os fosfatos que ajudam a regular o equilíbrio ácido-base do organismo (Lloyd, McDonald, Crampton, 1982).

Quase todos os alimentos contêm fósforo, e os alimentos ricos em proteínas e em cálcio são igualmente ricos em fósforo. Os alimentos com maior teor em fósforo são o queijo, a gema do ovo, os frutos oleaginosos, os legumes secos, o chocolate, a sardinha, o atum, os moluscos, os crustáceos e a carne (Vázquez, Cos e López-Nomdedeu, 2005; Dorosz, 2008).

A carência poderá causar debilidade muscular, perda de apetite e dores nos ossos. Por sua vez, o excesso de fósforo também pode ser prejudicial, podendo levar a diarreia, formação de cristais de fosfato que podem bloquear artérias, levando a má circulação sanguínea, arteriosclerose, derrames, ataque cardíaco e pode também dificultar a absorção de cálcio, ferro, magnésio e zinco. A principal forma de excreção do fósforo é por meio das vias renais (pela urina), portanto, pessoas com problemas renais podem vir a acumular o excesso de fósforo (e de outros elementos, como o cálcio). Pessoas com esse quadro clínico devem evitar o consumo de alimentos ricos em fósforo, a fim de evitar a sua acumulação (Williams, 2002; Vázquez, Cos e López-Nomdedeu, 2005).

## **Sódio**

O sódio é um mineral que se encontra naturalmente nos alimentos. Algumas das funções mais básicas do organismo dependem do sódio tais como manter o equilíbrio hídrico controlando a sua entrada e saída das células, regular a tensão arterial, transmitir impulsos nervosos e permitir o relaxamento muscular (incluindo do músculo cardíaco) (Rodríguez, 1998; Dorosz, 2008).

A absorção do sódio dá-se a nível do intestino delgado, na forma de cloretos e de fosfatos. Os rins regulam o nível de sódio no corpo humano. Em indivíduos saudáveis, o organismo não retém o sódio em excesso e mesmo que o consumo seja superior ao necessário, o sódio excedente é eliminado pela urina ou, em menor quantidade, através do suor e fezes (Rodríguez, 1998; Dorosz, 2008).

O sal que se adiciona aos alimentos é o cloreto de sódio, que contém 40% de sódio. O sódio é fornecido, naturalmente, pelos alimentos e pela adição de sal durante o processamento culinário. A ingestão de sódio ultrapassa geralmente sempre as necessidades do organismo, e é preciso combater o hábito de adicionar sal aos alimentos (Dorosz, 2008). O excesso na ingestão de sódio pode ser prejudicial. De facto existem evidências de que seja um fator que contribua para a hipertensão e edemas (Dorosz, 2008). Em condições de doença renal, diarreia e transpiração excessiva ocorre a perda de sódio, o que provoca uma queda da pressão arterial (Rodríguez, 1998; Marshall, Bangert, Lapsley, 2012).

### **1.2.2.2 Vitaminas**

As vitaminas são compostos orgânicos de estruturas muito variadas, que desempenham no organismo humano funções específicas, sendo vitais para as células e tecidos corporais. Apresentam a particularidade comum de não poderem ser sintetizadas pela bioquímica humana, embora sejam compostos essenciais para o desenvolvimento normal. Portanto, são substâncias que devem ser proporcionadas pelos alimentos da dieta (Gutiérrez, 2000; Martín e Portal, 2000).

Existem dois grupos de vitaminas distintos em função da solubilidade: hidrossolúveis e lipossolúveis. As hidrossolúveis são as do complexo B (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>9</sub>, B<sub>11</sub> e B<sub>12</sub>) e vitamina C. As vitaminas lipossolúveis constituem um grupo de substâncias orgânicas e podem formar complexos com as lipoproteínas plasmáticas, tais como retinol (A), calciferol (D), tocoferol (E) e filoquinona (K) (Gutiérrez, 2000; Martín e Portal, 2000). As vitaminas lipossolúveis contêm carbono, hidrogênio e oxigênio, enquanto as hidrossolúveis do complexo B, além de estes três elementos possuem azoto, enxofre ou cobalto (Lloyd, McDonald, Crampton, 1982). Estas últimas participam numa série de tipos de reações químicas, sendo que a maioria das quais estão relacionadas com o transporte de energia (Lloyd, McDonald, Crampton, 1982).

As vitaminas hidrossolúveis são absorvidas no intestino e transportadas pelo sistema circulatório até aos tecidos onde serão utilizadas. O intestino absorve também as lipossolúveis com a ajuda de gorduras e sais biliares, sendo transportadas pelo sistema linfático até aos tecidos. As lipossolúveis podem ficar armazenadas no organismo em quantidade e tempo variável, sendo o fígado o principal reservatório (Gutiérrez, 2000; Martín e Portal, 2000). As vitaminas lipossolúveis excretam-se exclusivamente nas fezes, enquanto as vitaminas hidrossolúveis podem aparecer também nas fezes (embora às vezes procedentes unicamente da síntese bacteriana), embora a sua principal via de excreção seja através da urina, depois de serem metabolizadas. Esta diferença na via de excreção reflete a diferença na solubilidade (Lloyd, McDonald, Crampton, 1982).

Quando a alimentação é variada e equilibrada pode assegurar-se uma ingestão de vitaminas em quantidades suficientes (Gutiérrez, 2000).

Os valores recomendados para as vitaminas e para um homem adulto são:

### Hidrossolúveis

Tiamina (B<sub>1</sub>)- 1,2 mg/dia; Riboflavina (B<sub>2</sub>)- 1,3 mg/dia; Niacina (B<sub>3</sub>)- 16 mg/dia; Ácido pantoténico (B<sub>5</sub>)- 5 mg/dia; Piridoxina (B<sub>6</sub>)- 1,4 mg/dia; Biotina (B<sub>7</sub>)- 30 µg/dia; Ácido fólico (B<sub>9</sub>)- 400 µg/dia; Carnitina (B<sub>11</sub>)- 500 mg/dia; Cobalamina (B<sub>12</sub>)- 2,4 µg/dia e C – 90 mg/dia.

### Lipossolúveis

A – 900 µg/dia; D – 15 µg/dia; E – 15 mg/dia e K – 120 µg/dia (Institute of Medicine, 1998, 2000, 2001, 2011).

### 1.3 Composição nutricional do presunto

As Tabelas de Composição de Alimentos (TCA) compilam dados da composição nutricional de inúmeros alimentos. A Tabela 3 compila os dados referentes ao presunto, encontrados nas TCA de Portugal, Espanha e Itália. No que respeita ao teor de vários nutrientes verifica-se variabilidade em alguns, tais como: lípidos, colesterol, sódio, potássio, cálcio, magnésio.

**Tabela 3: Dados de composição nutricional do presunto (expresso em 100 g de porção edível) obtidos a partir das Tabelas de Composição de Alimentos de Portugal, Espanha e Itália.**

Tabela de Composição de alimentos	Portugal <sup>a</sup>	Espanha <sup>b</sup>	Itália <sup>c</sup>
	<i>Presunto</i>	<i>Jamón serrano</i>	<i>Prosciutto cotto</i>
<b>Parâmetros</b>	<b>Valor</b>		
Energia (kcal)	215	319	215
Água (g)	55,2	39,9	66,2
Proteína (g)	25	28,8	19,8
Lípidos (g)	12,8	22,6	14,7
Ácidos gordos saturados (g)	4,1	7,94	5,1
Ácidos gordos monoinsaturados (g)	5,1	11,06	6,05
Ácidos gordos polinsaturados (g)	1,4	2,58	2,45
Ácido linoleico (g)	1,2	0,708	1,89
Colesterol (mg)	66	84	62
Hidratos de carbono (g)	0	0,2	0,9
Sal (mg)	6240	---	---
Cinza (g)	7	---	---
Sódio (mg)	2570	2130	640
Potássio (mg)	580	250	227
Cálcio (mg)	23	9	6
Fósforo (mg)	200	167	250
Magnésio (mg)	41	22	16
Ferro (mg)	2	1,7	0,7
Zinco (mg)	3,9	2,1	2,6
Vitamina D (µg)	0,8	0,6	0,4
α-tocoferol (mg)	0,2	0,2	---

**Tabela 3: Dados de composição nutricional do presunto (expresso em 100 g de porção edível) obtidos a partir das Tabelas de Composição de Alimentos de Portugal, Espanha e Itália (cont.).**

<b>Tiamina (mg)</b>	0,7	1	---
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,28	0,25	0,15
<b>Equivalentes de niacina (mg)</b>	11	8	---
<b>Niacina (mg)</b>	6	---	---
<b>Vitamina B6 (mg)</b>	0,41	0,5	---
<b>Vitamina B12 (µg)</b>	1	0,6	---
<b>Folatos (µg)</b>	1	2	0

Fonte: <sup>a</sup> Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2006; <sup>b</sup> Base de datos Española de Composición de Alimentos, 2010; <sup>c</sup> Centro di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione, 2009

## **1.4 Outros constituintes coadjuvantes**

### **1.4.1 Sal**

O cloreto de sódio ou sal comum é um dos ingredientes básicos e essenciais em toda a cura, e tem sido utilizado como conservante desde os tempos pré-históricos.

O sal em produtos cárneos contribui para a retenção da água, que é a capacidade dum alimento reter a água na sua estrutura (Chantrapornchai e McClements, 2002), tem influência na cor, nas propriedades de ligação das gorduras, no sabor, textura e solubilização das proteínas (Armenteros, *et al.*, 2012). Também reduz a *aw* e atua como agente bacteriostático para a maioria dos micro-organismos, melhorando assim a sua vida útil (Rabe, Krings e Berger 2003; Sofos, 1984).

No presunto curado o sal contribui para controlar a taxa de lipólise durante a cura, por conseguinte, a substituição de NaCl por outros sais de cloreto é muito importante para o controlo eficaz da lipólise e, conseqüentemente para manter o sabor final do produto (Armenteros *et al.*, 2012).

De acordo com a OMS, o ideal seria consumir, um teor inferior a 5 g de sal por dia o que representa cerca de 2 g de sódio (Plataforma contra a obesidade, 2015). A sua redução exige uma adaptação por parte do consumidor o qual pode substituir o sal, por exemplo, pelo uso de plantas aromáticas que beneficiarão a saúde, quer pela redução da quantidade de sal, quer pelas características nutricionais que apresentam, conferindo ainda sabor, aroma e cor às refeições (DGS, 2014).

## **1.5 Tecnologia do Fabrico de presunto**

As características do presunto curado dependem do processo de fabrico, que diversifica de acordo com o país de origem e a duração do mesmo. Geralmente, a elaboração do presunto curado consta das seguintes etapas: seleção da matéria-prima, salga, repouso ou pós-salga e secagem ou maturação (Arnau, 1993).

Na atualidade, a indústria alimentar procura obter presuntos com um elevado valor, seguros, sem imperfeições e que sejam apreciados pelas características organolépticas próprias e características do produto. Por isso, na seleção da matéria-prima deve-se ter em consideração diversos fatores como a raça, a idade, o peso e a alimentação dos suínos, uma vez que estes influenciam a quantidade, composição e a suscetibilidade à oxidação da gordura e ao aparecimento de sabores, aromas e textura desagradáveis (Ramírez, 2005). A temperatura do presunto deve ser mantida entre 1 e 3 °C durante a salga (Arnau, 1993) e a eliminação dos restos de sangue contidos nos vasos dos pernis, através de pressão manual ou mecânica, é um procedimento importante para evitar alterações microbianas no decorrer do processo (Ramírez, 2005).

O período de salga consiste na incorporação de sal, sais de cura (nitratos e nitritos) e adjuvantes da cura (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 salgado que o presunto apresenta (Molinero, 2003; Ramírez, 2005).

Arnau (1991), citado por Molinero (2003) e Ramírez (2005) refere que para se conseguir uma temperatura uniforme dos pernis de suíno, estas devem ser colocadas 24 a 48 horas a uma temperatura de 2 °C e seguidamente, devem formar-se pilhas ou camadas de pernis completamente envolvidas por sal. Esta etapa considera-se finalizada quando as perdas de peso se situam entre 3 e 7 % do peso inicial e a quantidade de água perdida é da ordem de 7 a 10 % (Arnau, 1993 citado por Hernández, 2009).

Na etapa do repouso, lavam-se e escovam-se os pernis com o objetivo de remover o excesso de sal superficial. A finalidade desta etapa é a estabilização das peças, permitindo uma distribuição homogénea do sal através dos diferentes músculos do pernil (Molinero, 2003; Ramírez, 2005). A duração desta etapa varia entre 1 e 3 meses, sendo que quanto mais longa, menos frequentes serão os efeitos de putrefação causada por micro-organismos, dependendo da concentração de sal, tamanho do presunto e da presença de gordura intra e intermuscular, que constitui uma barreira à difusão salina (Molinero, 2003; Ramírez, 2005).

A função da maturação é provocar a desidratação e intensificar os processos bioquímicos de proteólise e lipólise (Molinero, 2003; Ramírez 2005). Recorre-se a temperaturas mais elevadas para favorecer o desenvolvimento da cor, textura e a formação de compostos voláteis responsáveis pelo sabor e aroma típicos do presunto (Molinero, 2003).

Os presuntos podem ser classificados em três categorias:

**Presunto corrente**, aquele que é submetido a um período de cura mínimo de 4 meses e sem extremidade podal (NP 1130, 2008).

**Presunto reserva**, aquele que é submetido a um período de cura mínimo de 7 meses e com ou sem extremidade podal (NP 1130, 2008).

**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 oxal e sem envolvente muscular (NP 1130, 2008).

## **I.6 Alimentação e Saúde**

### **Doenças cardiovasculares**

As doenças cardiovasculares (DCV) são responsáveis por cerca de 40% dos óbitos em Portugal. São o conjunto das doenças que afetam o coração e os vasos sanguíneos e têm consequências como o enfarte do miocárdio, o acidente vascular cerebral e a morte (Portal da Saúde, 2009). Os fatores de risco cardiovascular que favorecem o desenvolvimento da doença coronária são o tabagismo, colesterol, hipertensão, sedentarismo, *stress*, obesidade e diabetes, e, portanto, é necessário combatê-los e conseguir controlá-los (Farré e Miguel, 2007; Portal da Saúde, 2009).

A gordura da dieta, em especial o colesterol e a gordura saturada influenciam enormemente a evolução da doença coronária, portanto o seu consumo deve ser diminuído. Encontram-se principalmente na gema do ovo, leite e seus derivados (queijo, natas, manteiga), carnes gordas (porco), mariscos, enchidos, óleos vegetais tropicais (coco, palma) (Farré e Miguel, 2007).

Existem outro tipo de gorduras muito prejudiciais, as gorduras hidrogenadas, que se utilizam na preparação industrial de alimentos como produtos de pastelaria, comidas rápidas e pré-cozinhados (Farré e Miguel, 2007). Um estudo associa o consumo de gordura saturada e hidratos de carbono refinados ao risco de DCV (DiNicolantonio, Lucan e O'Keefe, 2015). Outros estudos apontam que o alto consumo de ácidos gordos saturados e baixo em polinsaturados aumentam os níveis de colesterol (Hedgested *et al.*, 1965; Keys e Parlin, 1966). Por outro lado, o consumo de AGMI e AGPI foram associados a um menor risco de DCV, enquanto os AGS e AG *trans* foram associados a um maior risco (Guasch-Ferré *et al.*, 2015). O excesso de sal é suscetível de contribuir para o risco de DCV, principalmente através dos seus efeitos hipertensivos (Elliot, 1991; Sacks *et al.*, 2001; Suckling e Swift, 2015).

### **Doenças oncológicas**

A partir dos anos 70 surgem os primeiros estudos onde se relaciona a incidência do cancro com diferenças geográficas e determinados padrões alimentares. Foi nesta altura que se começa a reconhecer que certos cancros como o colo-rectal, de mama ou do endométrio são mais frequentes em países ocidentais onde é maior o consumo de gorduras, alimentos de origem animal e açúcares simples, enquanto nos países em vias de

desenvolvimento com dietas baseadas em hidratos de carbono complexos e pobres em gordura e alimentos animais, a incidência destes cancros é muito menor (Garlito e García, 2005).

A relação da gordura com o cancro da mama, próstata, endométrio, ovário e cólon apoia-se em estudos observacionais e em resultados de experimentação animal (Garlito e García, 2005). A gordura pode ter um duplo efeito carcinogénico. Por um lado, o excessivo consumo de gordura afeta diretamente (em modelos animais) algumas funções celulares, incluindo os mecanismos de controlo do crescimento celular, e por outro, um elevado consumo de gordura na dieta conduz à obesidade (Garlito e García, 2005).

Alguns investigadores relacionaram o consumo de carne e derivados com maior risco de cancro do cólon. São vários os mecanismos pelos quais a carne vermelha pode aumentar o risco de cancro. Por exemplo, no processamento culinário produzem-se aminas e benzopirenos devido à influência das altas temperaturas e da duração prolongada da confeção; a alta concentração de ferro no cólon pode estimular a produção de radicais livres e os métodos de conservação das carnes processadas como o sal e o fumo. Além disso, a mortalidade por cancro do cólon em vegetarianos de países ocidentais não é menor, o que faz pensar que o consumo de carne vermelha não é o fator determinante que explicaria a elevada incidência de cancro do cólon nos países desenvolvidos. Estudos demonstram que os cancros do esófago e estômago são muito mais prevalentes em zonas onde existe um maior consumo de carnes processadas (Garlito e García, 2005).

## 1.7 Embalagem

A embalagem alimentar desempenha um importante papel na indústria alimentar dada a sua importância na conservação, manutenção da qualidade e segurança dos alimentos, protegendo-os de fatores responsáveis pela deterioração física, química e microbiológica (Poças e Moreira, 2003). A embalagem tem ainda a importante função de veicular informação sobre o produto embalado, podendo contribuir significativamente para o *marketing* do produto.

Nos últimos anos, desenvolveram-se novos conceitos de embalagens como resposta às exigências dos consumidores e da indústria em acompanhar as necessidades de mercado. Entre os novos conceitos destacam-se as embalagens ativas e as embalagens inteligentes. As embalagens ativas interagem deliberadamente com os alimentos com o objetivo de aumentar a sua vida útil ou mesmo melhorar a sua qualidade (Dainelli *et al.*, 2008). Os absorvedores de oxigénio e os libertadores de agentes antimicrobianos são alguns dos exemplos que podemos encontrar deste tipo de embalagens (Poças e Delgado, 2008). Devido à sua interação deliberada com o alimento e/ou seu ambiente, a embalagem ativa coloca novos desafios para a avaliação da sua segurança, em comparação com a embalagem convencional (Dainelli *et al.*, 2008). O Regulamento (CE) n.º 1935/2004 relativo aos materiais e objetos destinados a entrar em contacto com os alimentos contém disposições gerais sobre a segurança das embalagens ativas enquanto o Regulamento (CE) n.º 450/2009 estabelece as medidas específicas em relação aos materiais e objetos ativos e inteligentes. O Regulamento (UE) n.º 10/2011 constitui as normas específicas a aplicar aos materiais e objetos de matéria plástica destinados a entrar em contacto com os alimentos.

Todavia, com o aumento das preocupações sobre a segurança dos antioxidantes sintéticos surge a inclusão de extratos naturais com atividade antioxidante no material de embalagem para proteger os alimentos contra a oxidação, aumentando assim a sua vida útil. Entre as fontes de antioxidantes naturais, o alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) foi recentemente autorizado pela União Europeia como aditivo alimentar (Diretiva 2010/67/UE e Diretiva 2010/69/UE) para utilização na preservação de géneros alimentícios. A adição do extrato de alecrim a produtos à base de frango revelou-se eficaz no retardamento da oxidação lipídica (Teruel *et al.*, 2015), nas salsichas de frango (Liu *et al.*, 2009) e rissóis (Naveena *et al.*, 2013). No âmbito do projeto de investigação Rose4Pack, desenvolveu-se um filme biodegradável que incorpora extrato de alecrim, o qual foi utilizado no trabalho experimental conducente a esta dissertação de mestrado. Os plásticos biodegradáveis, provenientes de fontes naturais renováveis, visam a preservação ambiental e a procura de

potenciais alternativas de substituição de plásticos convencionais. Devido ao impacto ambiental das embalagens plásticas nos últimos anos, o interesse em substituí-las por materiais biodegradáveis tem crescido consideravelmente (Sanches-Silva *et al.*, 2014).

## **1.8 Metodologia analítica**

Serão descritos sumariamente os métodos mais utilizados para determinar os parâmetros que foram analisados na presente dissertação.

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

O método da secagem em estufa baseia-se na remoção da água por aquecimento. A temperatura da secagem deve ser um pouco acima de 100 °C para evaporar a água. A permanência da amostra pode ser até peso constante ou por tempo determinado. A pesagem é feita após arrefecimento em exsiccador (NP 875,1994).

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

As cinzas de um alimento representam o resíduo não volátil isento de carbono que resulta da combustão da matéria orgânica, em condições apropriadas (NP 872, 1983).

Destacam-se dois métodos para a determinação das cinzas, a mineralização por via húmida e a incineração (mineralização por via seca). O método de incineração é o mais utilizado. Baseia-se na destruição da matéria orgânica por incineração em mufla a 500-550 °C durante 3 horas, seguindo do arrefecimento e pesagem da matéria inorgânica resultante (NP 872, 1983). A temperatura não deve ultrapassar os 600 °C, já que a esta temperatura os cloretos alcalinos se volatilizam (FFUC, 2014).

### **1.8.3 Determinação do fósforo**

Esta determinação é realizada sobre as cinzas anteriormente obtidas por incineração. O fósforo do extrato das cinzas reage com o ácido molíbdico, em solução ácida, para formar um complexo fosfomolíbdico. Este composto é reduzido pelo sulfato ferroso dando uma cor azul acinzentada que se mede por espectrofotometria (NP 874, 2000).

### **1.8.4 Determinação da matéria gorda livre**

Este método fundamenta-se na extração da gordura livre com éter de petróleo. Posteriormente elimina-se o solvente por destilação usando um evaporador rotativo. A percentagem de gordura é obtida por pesagem do resíduo seco em estufa (NP 1224,1982).

### **1.8.5 Determinação da proteína bruta**

O método de Kjeldahl desenvolve-se em três fases, a mineralização; destilação e titulação. Na mineralização a amostra é aquecida na presença de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado, ocorrendo a destruição da matéria orgânica. O enxofre é reduzido a  $\text{SO}_2$  e o azoto é libertado na forma de  $\text{NH}_3$ , no fim da mineralização o azoto que existe encontra-se na forma de sulfato de amónio. A mineralização processa-se até obter uma solução límpida (quando toda a matéria orgânica é destruída). A destilação consiste na adição de soda, de forma a decompor o  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  em amoníaco, a soda neutraliza ainda o excesso de ácido proveniente da neutralização. Nesta última fase o excesso de ácido é titulado na presença de uma base (NP ISO 5983-I, 2007).

O teor das proteínas da matéria orgânica em azoto, é obtido por multiplicação do teor em azoto mineral por um coeficiente (fator de conversão) que representa a riqueza em azoto das proteínas ou vegetais (16 %). O fator geral usado na transformação do azoto para proteína é de 6,25 (NP ISO 5983-I, 2007).

### **1.8.6 Determinação do teor de cloreto de sódio**

O método de Charpentier-Volhard é uma volumetria de retorno, onde se titula o ião prata com uma solução de tiocianato, sendo o ponto final indicado pela formação de um complexo cor vermelho tijolo, utilizando o ião ferro (III) como indicador (NP 2972, 1994).

### **1.8.7 Determinação do cálcio**

Esta determinação é realizada sobre as cinzas anteriormente obtidas por incineração. O EDTA quando adicionado a uma amostra contendo  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  complexa-se principalmente com o ião cálcio, que pode ser determinado diretamente com o EDTA. Para tal, deve-se elevar o pH, a fim de precipitar o magnésio na forma de hidróxido, e usar um indicador que combine com o cálcio. O indicador murexida provoca uma troca visível de cor quando todo o cálcio é complexado pelo EDTA, em pH de 12 a 13 (NP 506:1967).

### **1.8.9 Estudo do perfil em ácidos gordos**

Descrita pela primeira vez em 1952, por James e Martin, a cromatografia gasosa (GC) rapidamente se tornou extremamente popular no universo da química analítica devido às

potencialidades evidenciadas. A partir de pequenas quantidades de amostra, possibilita a separação, deteção e quantificação, em curto espaço de tempo e com grande sensibilidade, de todos os componentes de misturas complexas que apresentem suficiente volatilidade e estabilidade térmica (Fernandes, 2013).

A GC caracteriza-se pela utilização como fase móvel de um gás quimicamente inerte que transporta os componentes da mistura a analisar na forma de gases ou vapores. A afinidade para a fase móvel significa, neste caso, que os compostos a separar devem possuir uma tensão de vapor significativa nas condições de análise. Os gases mais utilizados são o hélio, o hidrogénio e o azoto, fluidos compressíveis, de baixa densidade e de baixa viscosidade, nos quais os coeficientes de difusão são grandes (Fernandes, 2013).

A fase estacionária pode ser constituída por um sólido ou por um líquido. Em qualquer dos casos, a fase estacionária encontra-se num tubo, de aço inoxidável, de vidro, de sílica ou de outro material inerte, designando-se o sistema assim constituído por coluna cromatográfica (Fernandes, 2013).

A GC é a técnica mais habitualmente utilizada para a análise de ácidos gordos (Seppanen-Laakso, Laakso, Hiltunen, 2002). Só uma pequena quantidade de ácidos gordos se encontra na forma livre. Por esse motivo, a análise de ácidos gordos totais implica usualmente uma extração seguida de derivatização (metilação). Os ésteres metílicos dos ácidos gordos (FAMES) são mais voláteis do que os correspondentes ácidos gordos livres, o que facilita a análise por GC (Brondz, 2002). Para a deteção dos FAMES por GC, neste caso em particular, o detetor utilizado foi o detetor de ionização de chama (FID). A identificação das substâncias é frequentemente conseguida por comparação dos tempos de retenção dos picos da amostra com os tempos de retenção de padrões comercialmente disponíveis.

## 2. Objetivos

Os objetivos do presente trabalho consistiram em:

- Avaliar e comparar a composição nutricional de seis marcas de presunto disponíveis no mercado nacional, através do teor em humidade, gordura total, composição em ácidos gordos, proteína, cinzas, fósforo, sódio e cálcio;
- Determinação do perfil em ácidos gordos, por GC-FID, do presunto embalado com embalagens biodegradáveis ativas que incorporam diferentes concentrações de extrato de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e com uma embalagem controlo, submetidas a diferentes tempos de contacto e temperaturas de armazenamento;
- Avaliar a eficácia da nova embalagem ativa que incorpora extrato de alecrim na minimização dos fenómenos de oxidação lipídica do presunto embalado.

### **3. Material e Métodos**

#### **3.1 Amostragem**

Foram selecionadas e adquiridas aleatoriamente 6 marcas diferentes de presunto das quais 4 eram de marca comercial, sendo que 2 não apresentavam adição de conservantes, e 2 de marca branca. A recolha de amostras foi realizada durante os meses de Fevereiro e Março de 2015, em superfícies comerciais de Coimbra e Lisboa, onde 5 marcas foram compradas fatiadas e embaladas enquanto o presunto da marca selecionada para fazer os testes com as embalagens ativas foi comprado na sua totalidade (uma perna de suíno sem osso) e foi fatiado no supermercado. Das seis marcas apenas uma era de presunto de porco preto. As embalagens alimentares ativas com extrato de alecrim foram enviadas e produzidas no departamento de Engenharia dos Polímeros da Universidade do Minho no âmbito do projeto de investigação Rose4Pack, financiado pela FCT.

Os presuntos apresentavam no rótulo a seguinte composição:

- Perna de suíno, sal, açúcar, dextrose, conservantes (nitrito de sódio, nitrato de potássio), antioxidantes (eritorbato de sódio, citratos de sódio)
- Perna de suíno, sal, dextrose, conservantes (nitrito de sódio, nitrato de potássio), antioxidantes (ascorbato de sódio)
- Perna de suíno (96 %), sal marinho, açúcar, dextrose, conservantes (nitrito de sódio, nitrato de potássio) e antioxidantes (eritorbato de sódio, citratos de sódio)
- Perna de suíno, sal, açúcar, conservantes (nitrito de sódio, nitrato de potássio) e antioxidantes (ascorbato de sódio, citratos de sódio)
- Perna de porco, sal, conservante (nitrato de potássio)
- Pernil de porco preto de raça alentejana certificada, sal

#### **3.2 Preparação das amostras**

As amostras foram homogeneizadas mediante uma trituradora Krups (Modelo GVA241/6R0) durante alguns segundos. Depois de homogeneizadas, todas as amostras foram acondicionadas em copos de plástico com tampa e mantidas a uma temperatura de -18 °C para posteriormente serem realizadas as análises para a determinação da composição

centesimal (humidade, cinzas, gordura e proteína), minerais (fósforo, sódio e cálcio) e determinação da composição em ácidos gordos.

Cada fatia de presunto foi posta em contacto com 2 filmes de policaprolactona com extrato de alecrim (um de cada lado). Posteriormente o sistema foi colocado dentro de um saco de polietileno (sem aditivos) e embalado a vácuo. Foram utilizados filmes com diferentes concentrações de extrato de alecrim (1 %, 2 %, 3 % e 5 %, m/m). O ensaio de controlo foi realizado com filme sem extrato de alecrim. Estas amostras foram armazenadas a 5 °C e à temperatura ambiente. O perfil de ácidos gordos das amostras com extrato de alecrim foi avaliado periodicamente até aos 90 dias de armazenamento.

Todas as determinações para a composição foram realizadas em triplicado, exceto a determinação da gordura e perfil de ácidos gordos, nos quais se optou por duplicados, tomando como resultado final a média aritmética dos resultados obtidos.

### **3.3 Determinação da humidade**

Para a determinação da humidade, foi usado o método de secagem em estufa de acordo com a Norma Portuguesa NP 875 (1994). Este método baseia-se na evaporação da água existente na amostra por secagem em estufa até à obtenção de peso constante (Figura 8).

#### **Descrição do método**

- Colocou-se a cápsula de porcelana com areia calcinada e uma vareta de vidro, em estufa a 120 °C, durante 90 minutos;
- Retirou-se a cápsula da estufa, deixou-se arrefecer em exsiccador até atingir a temperatura ambiente e pesou-se em balança analítica;
- Pesou-se, aproximadamente, 5 g de amostra de presunto na cápsula e, de seguida, homogeneizou-se bem a amostra, com o auxílio da vareta de vidro;
- Colocou-se o conjunto (cápsula + areia + vareta + amostra) em estufa a 120 °C, durante 90 minutos. Retirou-se da estufa, deixou-se arrefecer em exsiccador até atingir a temperatura ambiente, e pesou-se em balança analítica;

- Repetiu-se o procedimento de secagem, com períodos de 90 minutos, arrefecimento e pesagem até à obtenção de peso constante.

O teor de humidade (H), expresso em gramas por 100 g, é calculado pela seguinte equação:

$$\% \text{ Humidade} = \frac{P2-P3}{P2-P1} \times 100$$

Sendo:

P1= é o peso, expresso em gramas, da cápsula com a areia e a vareta;

P2= é o peso, expresso em gramas, da cápsula com a areia, a vareta e a amostra;

P3= é o peso, expresso em gramas, da cápsula com a areia, a vareta e a amostra, após a obtenção de peso constante.



**Figura 8: Etapas da determinação da humidade.** 8A – Estufa; 8B – Exsicador com amostras; 8C – Cápsulas com a areia, vareta e amostra.

### 3.4 Determinação da matéria gorda livre

Para a determinação do teor de matéria gorda, foi usado o método de Soxhlet, elaborado segundo a Norma Portuguesa NPI224 (1982). Este método baseia-se na extração da gordura da amostra, adicionada de quantidade suficiente de sulfato de sódio anidro, com

solvente (éter de petróleo, 40-60 °C) seguindo-se a eliminação do solvente por evaporação e secagem do resíduo. A gordura extraída é quantificada por pesagem, após arrefecimento (Figura 9).

### Descrição do método

- Colocou-se na estufa um balão de fundo esmerilado a  $\pm 103$  °C durante 1h para retirar toda a humidade presente no balão;
- Depois de arrefecido, num exsiccador, até atingir a temperatura ambiente, pesou-se o balão numa balança analítica;
- Para uma cápsula pesou-se, 3 a 5 g de amostra e colocou-se sulfato de sódio anidro (aproximadamente 2 colheres) de modo a eliminar a água existente na amostra de presunto;
- Colocou-se a amostra, num cartucho de extração, removendo todas as partículas agarradas à cápsula com a ajuda de algodão embebido em éter de petróleo, o qual é por fim colocado a fechar o cartucho;
- Colocou-se o cartucho no extrator e introduziu-se o solvente (cerca de uma vez e meia a duas descargas), adaptou-se o condensador e aqueceu na manta elétrica durante 4 h;
- Após a extração, evaporou-se o solvente num evaporador rotativo em banho-maria (40 °C);
- Depois de evaporado, colocou-se o balão numa estufa durante 1h e pesou-se após arrefecimento.

O teor da matéria gorda livre na amostra, expresso em gramas, é dado por:

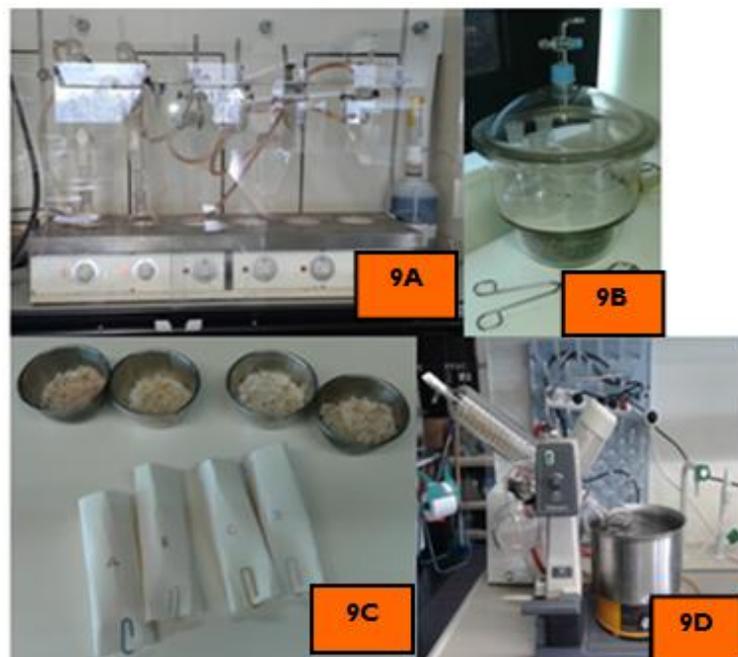
$$\% \text{ Gordura} = \frac{P2-P1}{m} \times 100$$

Sendo:

P2= o peso do balão e da matéria gorda após secagem, expressa em gramas;

P1= o peso do balão, expressa em gramas;

m= o peso da toma de amostra, expressa em gramas.



**Figura 9: Etapas da determinação da matéria gorda livre.** 9A – Extrator de Soxhlet; 9B – Exsiccador com amostras; 9C – Preparação das amostras; 9D – Evaporador rotativo.

### 3.5 Determinação da composição em ácidos gordos

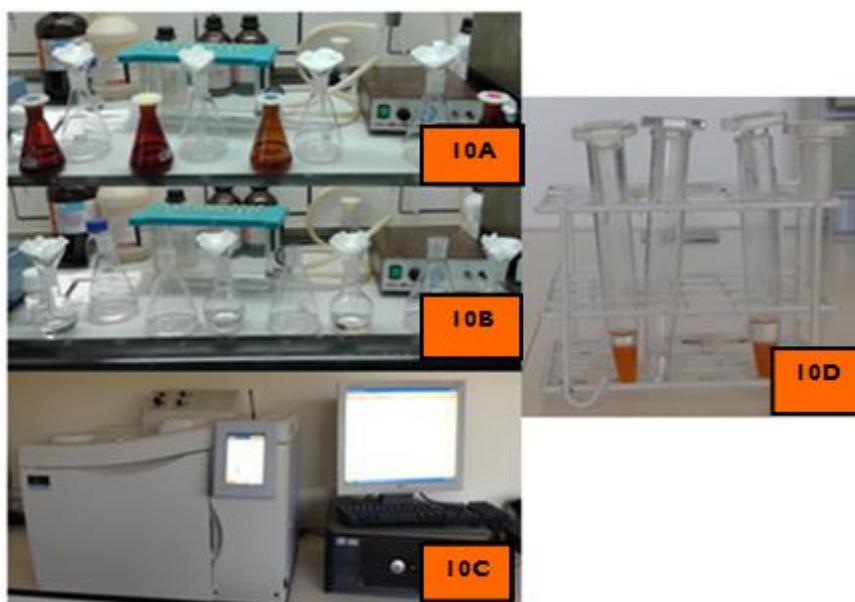
Para a determinação do perfil lipídico das amostras efetuou-se a extração da gordura da amostra com a mistura de solventes acetato de etilo/etanol (2:1, v/v).

Após a extração da gordura das amostras efetuou-se a transesterificação a frio com solução metanólica de hidróxido de potássio (KOH) (2 M) com a análise no equipamento de GC-FID (Figura 10).

#### Descrição do método

- Pesou-se  $\pm 10$  g amostra num Erlenmeyer de 250 mL e adicionou-se 200 mL da mistura acetato de etilo/etanol (2:1);
- Colocou-se no banho de ultrassons durante 15 minutos e, deixou-se em contacto com o solvente durante, aproximadamente, 12 horas;
- Filtrou-se toda a amostra com um filtro Whatman n°1 contendo sulfato de sódio anidro, para um Erlenmeyer de 500 mL;

- Filtrou-se, novamente, com um filtro Whatman nº1 contendo sulfato de sódio anidro (aproximadamente 3 colheres bem cheias), para um balão de fundo esmerilado;
- Colocou-se o balão no rotavapor a  $50 \pm 2$  °C para evaporação do solvente;
- Pesou-se aproximadamente 0,2 g do extrato para um tubo de ensaio de fundo cónico e adicionou-se 2 mL de n-heptano e 1 ml de solução metanólica de KOH;
- Agitou-se no vórtex durante 30 segundos e deixou-se repousar até se observar a separação de duas fases;
- Retirou-se 1 mL da fase superior com uma seringa e filtrou-se;
- Deste extrato, retirou-se com uma microseringa 0,5 µL e injetou-se no cromatógrafo PerkinElmer Clarus 500, com as seguintes condições cromatográficas:
  - Coluna capilar: BTX70 (60 m x 0,25 mm x 0,25 µm);
  - Detetor de ionização de chama (FID);
  - Temperatura do injetor e do detetor: 240 °C e 250 °C, respetivamente;
  - Modo de injeção: Split (1:50)
  - Programa de temperatura do forno da coluna: 175 °C (25 min), aumento a 5 °C/min até 220 °C (10 min).
- A identificação dos ácidos gordos efetuou-se por comparação com os tempos de retenção de cada componente com os correspondentes da mistura Supelco® 37 FAME Mix (C4:0 – C24:0);
- Para o cálculo dos ésteres metílicos de ácidos gordos por 100 g de amostra utilizou-se o método da percentagem de área, em que se converte a área dos ésteres metílicos para o valor de matéria gorda determinado e obtém-se o valor em gramas de ésteres metílicos por 100 g de matéria gorda.
- A conversão de ésteres metílicos em ácidos gordos foi calculada através dos fatores de conversão individuais obtidos pela divisão da massa molecular do ácido gordo pela massa molecular do ácido gordo esterificado ( $F_{AG} = \frac{\text{Massa Molecular}_{AG}}{\text{Massa Molecular}_{AG \text{ esterificado}}}$ ), expresso em gramas de ácidos gordos por 100 g de gordura.



**Figura 10: Etapas para a determinação da composição em ácidos gordos.** 10A e 10B – Filtração da amostra com sulfato de sódio anidro; 10C – Separação das fases; 10D – Cromatógrafo GC-FID.

Na Tabela 4, pode observar-se, os ácidos gordos estudados no presente estudo.

**Tabela 4: Ácidos gordos presentes na mistura padrão adquirida comercialmente.**

Ácido Gordo	Fórmula
Ácido butírico	C4:0
Ácido caproico	C6:0
Ácido caprílico	C8:0
Ácido cáprico	C10:0
Ácido undecanóico	C11:0
Ácido láurico	C12:0
Ácido tridecanóico	C13:0
Ácido mirístico	C14:0
Ácido miristoleico	C14:1
Ácido pentadecanóico	C15:0
Ácido <i>cis</i> -10-pentadecanóico	C15:1
Ácido palmítico	C16:0
Ácido palmitoleico	C16:1
Ácido heptadecanóico	C17:0
Ácido <i>cis</i> -10-heptadecanóico	C17:1
Ácido esteárico	C18:0

**Tabela 4: Ácidos gordos presentes na mistura padrão adquirida comercialmente (cont.)**

Ácido oleico	C18:1n9c
Ácido eláidico	C18:1n9t
Ácido linoleico	C18:2n6c
Ácido linolelaídico	C18:2n6t
Ácido $\gamma$ -linolénico	C18:3n6
Ácido $\alpha$ -linolénico	C18:3n3
Ácido araquídico	C20:0
Ácido <i>cis</i> -11 eicosanóico	C20:1n9
Ácido <i>cis</i> -11,14-eicosadienóico	C20:2
Ácido <i>cis</i> -8,11,14-eicosatrienóico	C20:3n6
Ácido <i>cis</i> -11,14,17-eicosatrienóico	C20:3n3
Ácido araquidónico	C20:4n6
Ácido <i>cis</i> -5,8,11,14,17-eicosapentaenóico	C20:5n3
Ácido heneicosanóico	C21:0
Ácido behénico	C22:0
Ácido erúcico	C22:1n9
Ácido <i>cis</i> -13,16-docosadienóico	C22:2
Ácido <i>cis</i> -4,7,10,13,16,19-docosahexanóico	C22:6n3
Ácido tricosanóico	C23:0
Ácido lignocérico	C24:0
Ácido nervónico	C24:1n9

### 3.6 Determinação da proteína bruta

Para a determinação da proteína, foi usado o método de Kjeldahl (NP ISO 5983-1, 2007). Este método baseia-se em 3 etapas: mineralização, destilação e titulação (Figura 11).

#### Descrição do método

- Pesou-se 0,5 g de amostra num papel isento de N para um tubo de mineralização;
- Adicionou-se uma pastilha catalisadora (constituída por  $K_2SO_4$  e selénio);
- Juntou-se 25 mL de  $H_2SO_4$  concentrado;

- Colocou-se no aparelho de mineralização previamente ligado à temperatura de 400-420 °C e deixou-se mineralizar até que o líquido se apresentasse transparente;
- Retirou-se do mineralizador, deixou-se arrefecer um pouco (até não se notarem vapores de ácido) e adicionou-se 75 mL de água destilada;
- Colocou-se o tubo de mineralização e um Erlenmeyer de 250 mL com 25 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,2N e 2-3 gotas de vermelho de metilo no aparelho de destilação;
- Deixou-se destilar o tempo suficiente para que se atingisse 150 mL e desligou-se o vapor;
- Titulou-se com solução de NaOH 0,2 N até viragem do indicador para amarelo (V<sub>1</sub>);
- Paralelamente executou-se um ensaio em branco utilizando 0,5 g de sacarose (V<sub>2</sub>).

O teor de proteína bruta na amostra, é dado por:

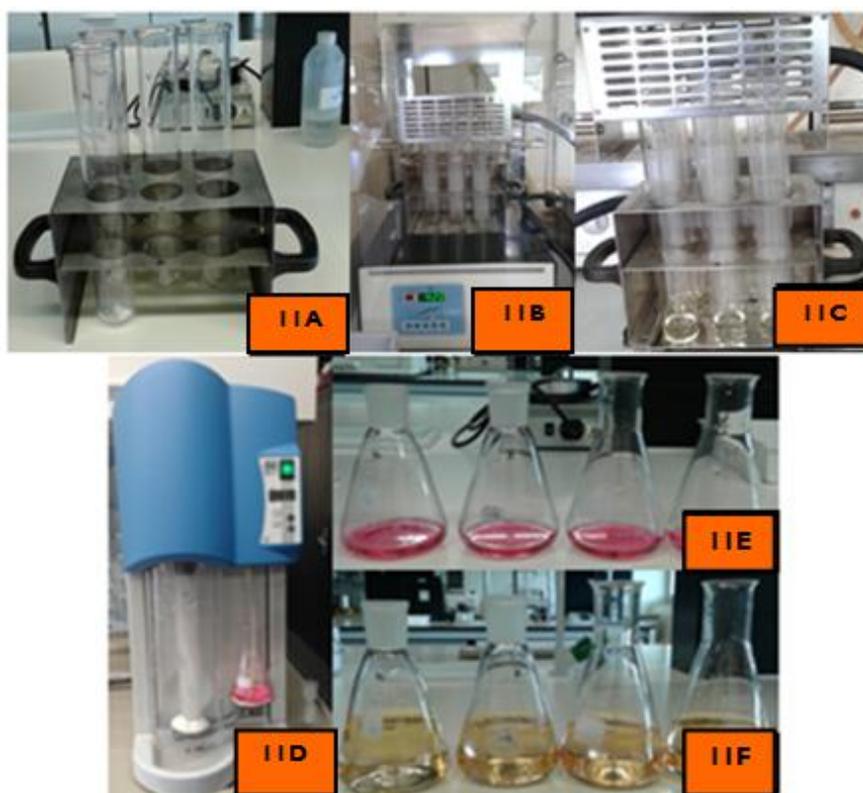
$$\% \text{ Proteína} = \frac{(V_2 - V_1) \times 0,28 \times 6,25}{P}$$

Sendo:

V<sub>1</sub> = Volume, em mL, de NaOH 0,2 N gastos no ensaio real;

V<sub>2</sub> = Volume, em mL, de NaOH 0,2 N gastos no ensaio em branco;

P = Peso, em gramas, da toma de amostra



**Figura 11: Etapas para a determinação da proteína bruta.** IIA – Tubos de mineralização com amostras; IIB – Aspiração de vapores; IIC – Amostra transparente no mineralizador; IID – Destilação da amostra; IIE e IIF – Titulação da amostra até viragem do indicador para amarelo.

### 3.7 Determinação do teor de cinzas

Para a determinação do teor de cinza total, foi usado o método de acordo com a Norma Portuguesa NP-872 (1983). Este método baseia-se na destruição da matéria orgânica por incineração em mufla a 550-600 °C durante 3h, seguido de arrefecimento e pesagem da matéria inorgânica resultante (Figura 12).

#### Descrição do método

- Pesou-se o cadinho de porcelana vazio;
- Pesou-se, no cadinho de porcelana previamente tarado, aproximadamente 2 g de amostra;
- Introduziu-se o cadinho na mufla a 300 °C e aqueceu-se até à carbonização da amostra;
- Depois de carbonizada, incinerou-se durante 3 h a 550-600 °C até à obtenção de cinzas brancas ou branco-cinza;
- Deixaram-se arrefecer as cinzas no exsiccador à temperatura ambiente e pesou-se em balança analítica.

O teor de cinza, expresso em percentagem em massa da amostra, é dado por:

$$\% \text{ Cinzas} = \frac{P1-P2}{m} \times 100$$

Sendo:

P1= é o peso, expresso em gramas, do cadinho com as cinzas;

P2= é o peso, expresso em gramas, do cadinho;

m= é o peso, expresso em gramas, da toma da amostra.



**Figura 12: Etapas da determinação do teor de cinza.** 12A – Mufla; 12B – Exsicador com amostras; 12C – Cadinhos com cinzas.

### 3.8 Determinação do fósforo

Para a determinação do fósforo aproveitaram-se as cinzas anteriormente obtidas por incineração (NP 874, 2000). O fósforo do extrato das cinzas reage com o ácido molíbdico em solução ácida formando o complexo fosfomolíbico. Este composto é então reduzido pelo sulfato ferroso, originando uma coloração azul acinzentada, cuja intensidade de cor é proporcional à concentração de fósforo na amostra e que absorve a 720 nm (Figura 13).

#### Descrição do método

- Aproveitaram-se as cinzas obtidas anteriormente por incineração;
- Introduziu-se no cadinho 10 mL de HCL e ferveu-se durante 5 minutos, na placa de aquecimento. Deixou-se arrefecer;

- Passou-se o líquido frio para um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água destilada;
- Filtrou-se para um Erlenmeyer de 100 mL;
- Pipetou-se 10 mL do filtrado e diluiu-se para 100 mL;
- Pipetou-se 1 mL da solução para dentro de um tubo de ensaio e adicionaram-se 9 mL de ácido molíbdico e 0,8 mL de solução de sulfato ferroso recém-preparada. (Pesou-se 2g de sulfato ferroso hepta-hidratado e juntou-se 20 mL de água destilada e umas gotas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (concentrado) num balão de 50 mL);
- Misturou-se cuidadosamente;
- Para cada série de amostras, preparou-se um branco com 1 mL de água destilada e os reagentes referidos para a amostra;
- Preparou-se de igual modo uma solução padrão de fósforo com concentração de 20 µg/mL;
- Leu-se a transmitância a 720 nm.

O teor de fósforo (P), expresso em gramas por 100 g, é calculado pela seguinte equação:

$$\%P = \frac{2 \times (-\log T_a)}{p \times (-\log T_p)}$$

Sendo:

p= peso da amostra de que se partiu para obter as cinzas;

T<sub>a</sub>= transmitância da amostra

T<sub>p</sub>= transmitância do padrão



**Figura 13: Etapas para a determinação do fósforo.** 13A – Placa de aquecimento com cadinhos; 13B – Filtração das amostras; 13C – Espectrofotômetro; 13D – Amostras.

### 3.9 Determinação do teor de sódio

Em primeiro lugar foi determinado o teor de cloreto de sódio, pelo método de Charpentier-Volhard (NP 2972, 1994). Este método baseia-se na extração dos cloretos em água destilada, seguida de precipitação dos cloretos pelo nitrato de prata e por último titulação do excesso de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) com tiocianato de potássio ( $\text{KSCN}$ ) (Figura 14).

#### Descrição do método

- Pesou-se, aproximadamente, 5 g amostra para um balão volumétrico de 500 mL;
- Adicionou-se carvão ativado (aproximadamente 3 colheres), 400 mL de água destilada, 5 mL de solução de Carrez I e 5 mL de solução de Carrez II;
- Agitou-se durante 30 minutos em agitador mecânico. Completou-se o volume com água destilada, homogeneizou-se e filtrou-se;
- Mediu-se para um balão, 25 mL do filtrado obtido anteriormente mais 25 mL de água destilada;
- Adicionaram-se 5 mL de ácido nítrico, 2 mL de solução saturada de ferro III, 20 mL de solução 0,1N de nitrato de prata e 5 mL de éter dietílico e agitou-se fortemente até aglutinação do precipitado;

- Titulou-se o excesso de nitrato de prata com a solução de tiocianato de potássio até que a cor vermelha-acastanhada persistisse, pelo menos, durante 30 segundos;
- Paralelamente, executou-se um ensaio em branco, substituindo a solução da amostra por água destilada.

O teor de cloretos, expressos em cloreto de sódio e em percentagem em massa, é:

$$\% \text{NaCl} = \frac{50 \times 5,845 \times (V1 - V2)}{V \times m}$$

Sendo:

V= o volume de solução tomado para ensaio;

V1= o volume, expresso em centímetros cúbicos de KSCN correspondente ao da solução de nitrato de prata 0,1N (deduzido do volume gasto no ensaio em branco);

V2= o volume, expresso em centímetros cúbicos, da solução de tiocianato de amónio ou de potássio 0,1N;

m= a massa, expressa em gramas, da toma para análise.

O teor de sódio, expresso em gramas por 100 g de amostra, é dado por:

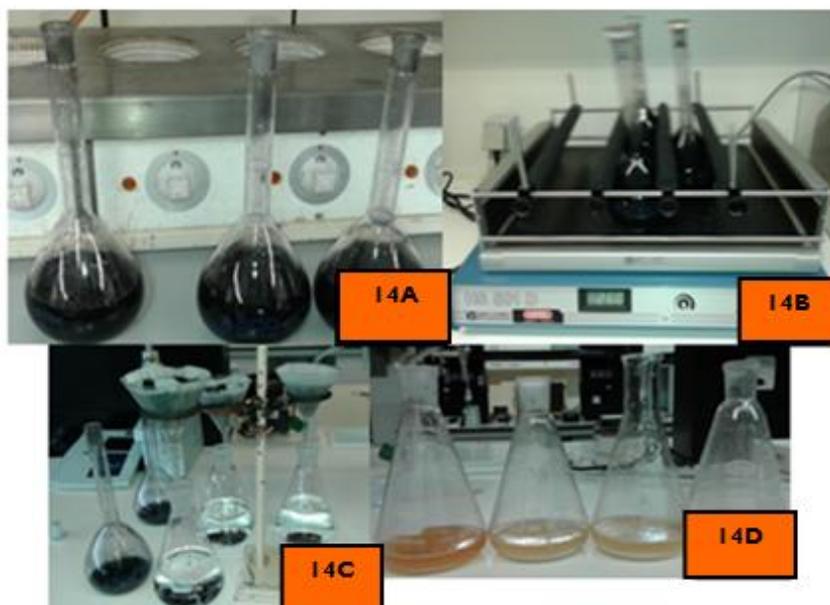
$$\text{Na} = \frac{M \times \text{Mr Na}}{\text{Mr NaCl}}$$

Sendo:

M= média do triplicado;

Mr Na= 22,9

Mr NaCl= 58,44



**Figura 14: Etapas para a determinação do cloreto de sódio.** 14A – Amostras; 14B – Agitador mecânico com amostras; 14C – Filtração das amostras; 14D – Amostras após titulação.

### 3.10 Determinação do cálcio

Para a determinação do cálcio, foi realizada uma titulação com uma solução de EDTA 0,02 N (NP 506:1967). Neste método o pH deve ser ajustado a um valor de 13, pois um excesso de ácido pode reter o cálcio dissolvido e, o magnésio pode precipitar juntamente com o cálcio quando a solução é alcalina (Figura 15).

#### Descrição do método

- Aproveitaram-se as cinzas obtidas anteriormente por incineração;
- Introduziu-se no cadinho 10 mL de HCL e ferveu-se durante 5 minutos, na placa de aquecimento. Deixou-se arrefecer;
- Passou-se o líquido frio para um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água destilada;
- Filtrou-se para um Erlenmeyer de 100 mL;
- Pipetou-se 10 mL do filtrado e dilui-se para 100 mL;
- Pipetou-se 50 mL da solução anterior e adicionaram-se 2,5 ml de NaOH 1N para elevar o pH a 12-13;
- Agitou-se e comprovou-se o pH com papel indicador;
- Adicionou-se 0,25 mL de indicador murexida;

- Na bureta, adicionou-se EDTA 0,02 N e titulou-se até a cor rósea inicial virar nitidamente a púrpura.

O teor de cálcio (Ca), expresso em gramas por 100 g, é calculado com base na fórmula que considera a equivalência 1mL de EDTA 0,02N corresponde a 0,4008 mg de cálcio

$$\% \text{Ca}^{2+} = \frac{V \times 0,4008 \times 100}{p \times 10^{-1} \times 0,5}$$

Sendo:

p= peso da amostra de que se partiu para obter as cinzas;

V= Volume, em mL, de EDTA 0,02 N gastos no ensaio.



**Figura 15: Etapas para a determinação do cálcio.** 15A – Amostras após filtração; 15B – Confirmação do pH a 12-13; 15C – Titulação das amostras.

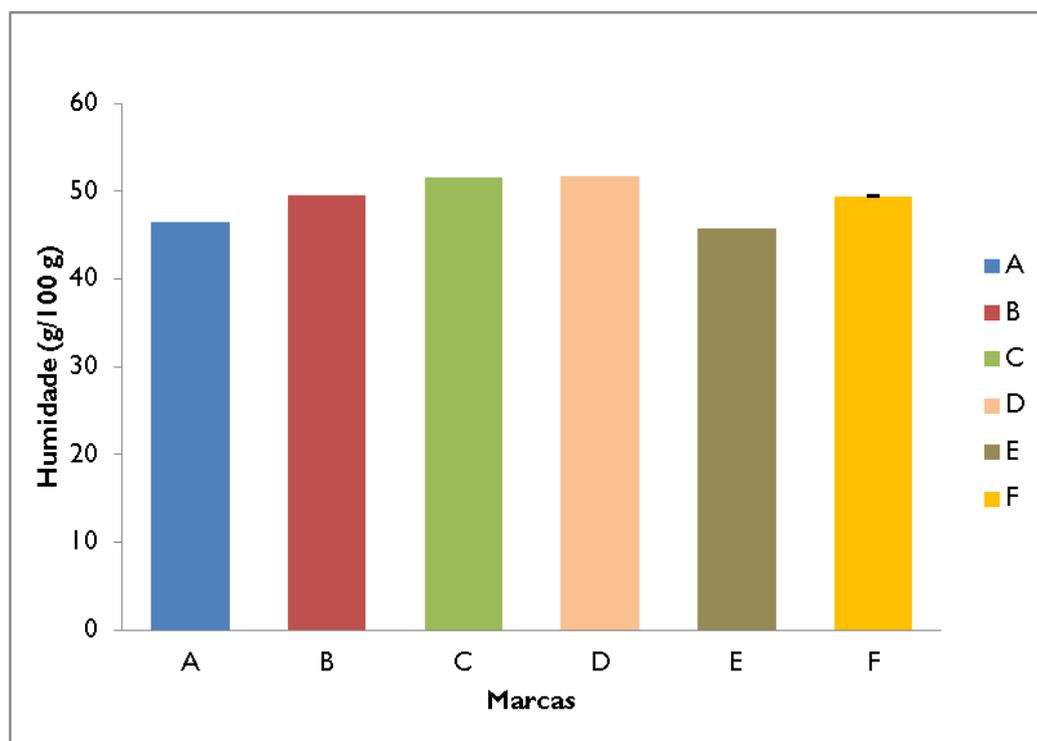
### **3.11 Análise Estatística dos Resultados**

Os resultados são apresentados em médias e respectivos desvios padrão. Para o perfil de ácidos gordos das amostras com extrato de alecrim (1%, 2%, 3% e 5%) e filme controle foram submetidos a análise de variância (ANOVA) seguido pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, as diferenças foram consideradas significativas para  $p < 0,05$ .

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Humidade

No conjunto das amostras, os teores para a humidade variam entre  $45,7 \pm 0,02$  e  $51,7 \pm 0,02$  g/100 g (Figura 16). A Tabela de Composição dos Alimentos Portuguesa indica um teor médio de 55,2 g/100 g (INSA, 2006). Carrapiso e García (2008) obtiveram, no presunto, valores de humidade entre  $47,47 \pm 1,51$  e  $49,98 \pm 4,17$  g/100 g enquanto Pérez-Palacios *et al.* (2010) obtiveram  $51,92 \pm 2,13$  e  $53,84 \pm 0,86$  g/100 g.

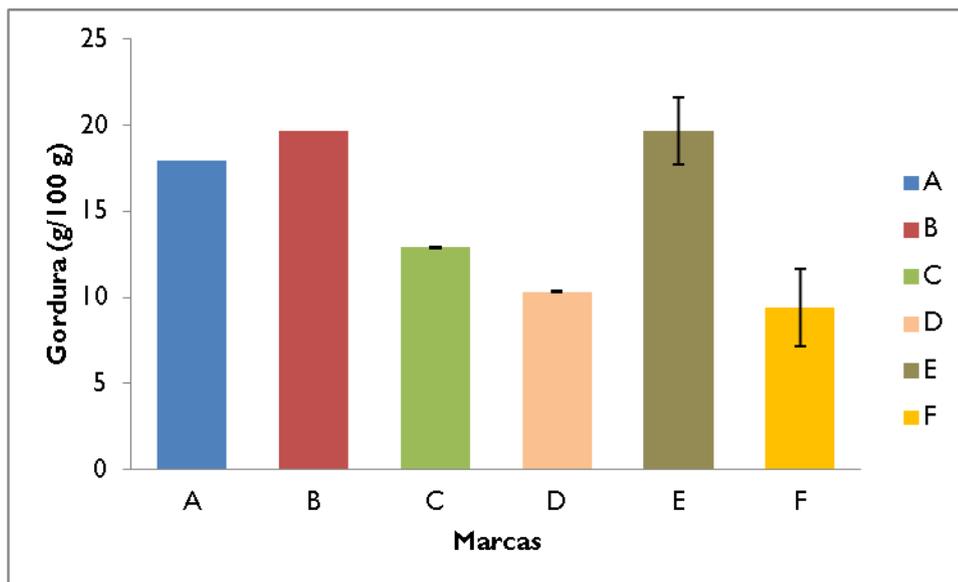


**Figura 16:** Comparação do teor de humidade (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados no presente estudo.

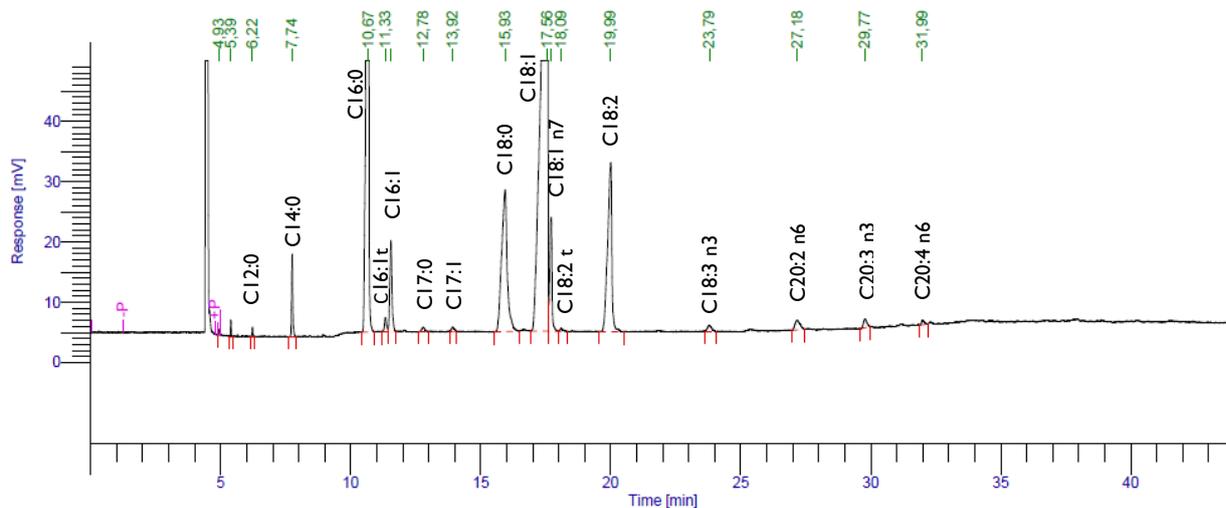
### 4.2 Gordura

Em relação à gordura, os teores variam entre  $9,40 \pm 2,22$  e  $19,7 \pm 0,00$  g/100 g (Figura 17). Os resultados obtidos são superiores ao apresentado pela Tabela de Composição de Alimentos Portuguesa (INSA, 2006) que aponta 12,8 g/100 g como referência e próximos dos obtidos por Pérez-Palacios *et al.* (2010) que obtiveram  $14,1 \pm 2,05$  e  $16,8 \pm 3,44$  g/100 g.

As amostras D e F são as que apresentam menor teor em gordura. Por outro lado, a B e a E são as que contêm maior teor em gordura.



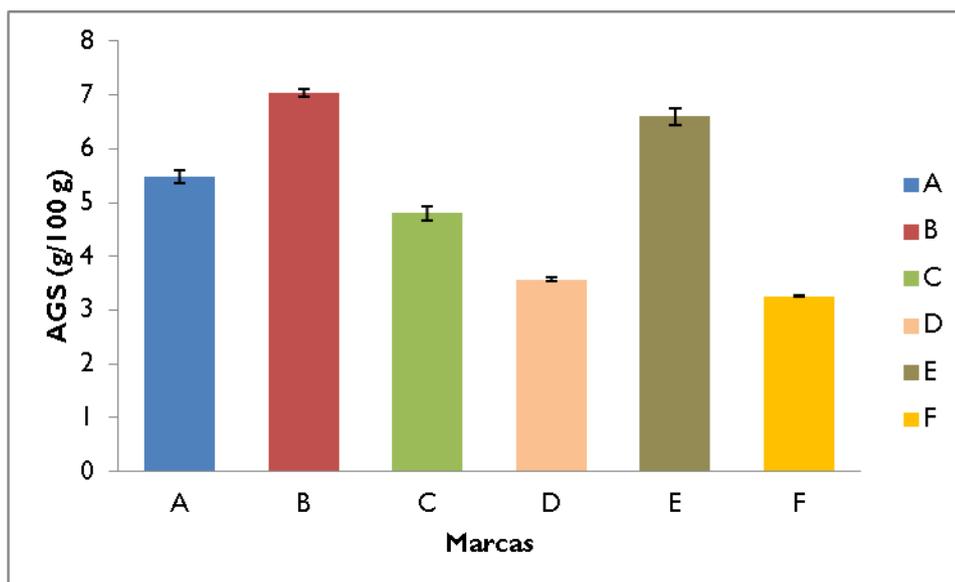
**Figura 17:** Comparação do teor de gordura (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados no presente estudo.



**Figura 18:** Cromatograma dos ácidos gordos identificados e quantificados no presente estudo.

### 4.3 Ácidos gordos saturados

Relativamente aos AGS, os valores variam entre  $3,26 \pm 0,01$  e  $7,04 \pm 0,07$  g/100 g (Figura 19). Referem-se os valores do somatório para os AGS que foram identificados: o ácido láurico (C12:0), o ácido mirístico (C14:0), o ácido palmítico (C16:0), o ácido heptadecanóico (C17:0) e o ácido esteárico (C18:0) (Tabela 5). Os resultados observados neste trabalho foram superiores aos determinados por Petrón *et al.* (2004) e Ventanas *et al.* (2007) citados por Jiménez-Colmenero *et al.* (2010) em presuntos ibéricos alimentados à base de bolota com 3,67 e 3,23 g/100 g, respetivamente. Jiménez-Colmenero *et al.* (2009) e Gandemer (2009) citados por Jiménez-Colmenero, Ventanas e Toldrá (2010) obtiveram 1,57 e 1,17 g/100 g, respetivamente, para presuntos serranos alimentados à base de ração. A Tabela de Composição de Alimentos Portuguesa (INSA, 2006) aponta o valor de 4,1 g/100 g para estes ácidos. Os presuntos ibéricos alimentados à base de bolota e os serranos alimentados à base de ração apresentam semelhante concentração de AGS (Jiménez-Colmenero, Ventanas e Toldrá, 2010).



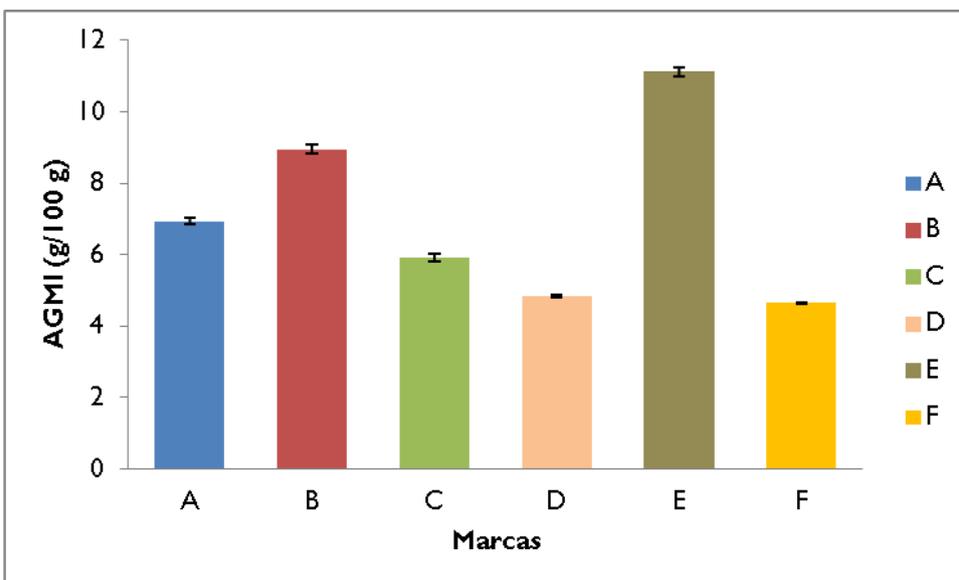
**Figura 19:** Comparação do teor de AGS (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados no presente estudo.

**Tabela 5: Quantificação dos AGS (g/ 100 g porção edível) identificados nas amostras de presunto analisadas (média  $\pm$  DP).**

Ácidos gordos saturados		Marcas					
		A	B	C	D	E	F
Láurico	C12:0	0,02 $\pm$ 0,00	0,02 $\pm$ 0,00	0,01 $\pm$ 0,00	0,01 $\pm$ 0,00	0,02 $\pm$ 0,00	0,01 $\pm$ 0,00
Mirístico	C14:0	0,20 $\pm$ 0,01	0,29 $\pm$ 0,00	0,18 $\pm$ 0,00	0,14 $\pm$ 0,00	0,25 $\pm$ 0,02	0,13 $\pm$ 0,00
Palmítico	C16:0	3,57 $\pm$ 0,14	4,62 $\pm$ 0,07	3,25 $\pm$ 0,18	2,28 $\pm$ 0,04	4,47 $\pm$ 0,16	2,10 $\pm$ 0,00
Heptadecanóico	C17:0	0,07 $\pm$ 0,00	0,09 $\pm$ 0,00	0,03 $\pm$ 0,00	0,03 $\pm$ 0,00	0,04 $\pm$ 0,00	0,02 $\pm$ 0,01
Estearíco	C18:0	1,62 $\pm$ 0,03	2,03 $\pm$ 0,00	1,33 $\pm$ 0,05	1,11 $\pm$ 0,01	1,83 $\pm$ 0,03	1,00 $\pm$ 0,01
<b><math>\Sigma</math> AGS</b>		5,48 $\pm$ 0,12	7,04 $\pm$ 0,07	4,80 $\pm$ 0,14	3,57 $\pm$ 0,03	6,60 $\pm$ 0,15	3,26 $\pm$ 0,01

#### 4.4 Ácidos gordos monoinsaturados

Em relação aos AGMI, os valores variam entre  $4,65 \pm 0,01$  e  $11,12 \pm 0,12$  g/100 g (Figura 20). Referem-se os valores do somatório para os AGM que foram identificados: o ácido palmitelaídico (C16:1t), o ácido palmitoleico (C16:1), o ácido cis-10 heptadecanóico (C17:1), o ácido oleico (C18:1) e o ácido cis-vacénico (C18:1 w7) (Tabela 6). Os valores quantificados foram semelhantes aos obtidos na Tabela de Composição de Alimentos Portuguesa (INSA, 2006) (5,1 g/100 g) e por Petrón *et al.* (2004) e Ventanas *et al.* (2007) citados por Jiménez-Colmenero *et al.* (2010) em presuntos ibéricos alimentados à base de bolota com 6,70 e 5,19 g/100 g, respetivamente. Jiménez-Colmenero *et al.* (2009) e Gandemer (2009) citados por Jiménez-Colmenero, Ventanas e Toldrá (2010) obtiveram 2,53 e 1,95 g/100g, respetivamente, para presuntos serranos alimentados à base de ração. Os presuntos ibéricos alimentados à base de bolota apresentam maior concentração de AGMI quando comparados aos presuntos serranos alimentados à base de ração (Jiménez-Colmenero, Ventanas e Toldrá, 2010).



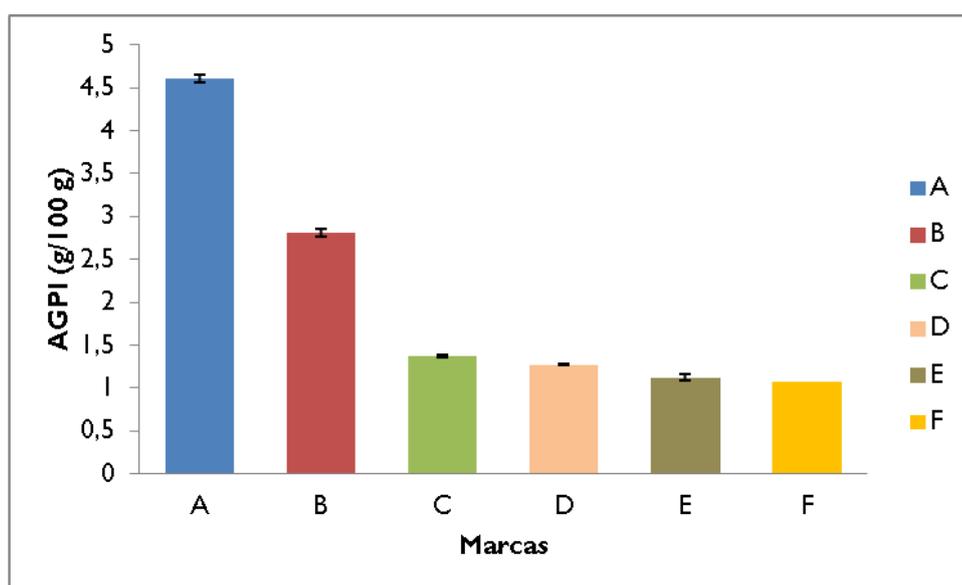
**Figura 20:** Comparação do teor de AGMI (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados.

**Tabela 6:** Quantificação dos AGMI (g/ 100 g porção edível) identificados nas amostras de presunto analisadas (média ± DP).

Ácidos gordos monoinsaturados		Marcas					
		A	B	C	D	E	F
Palmitelaídico	C16:1t	0,08 ± 0,00	0,10 ± 0,01	0,05 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,07 ± 0,00	0,04 ± 0,00
Palmitoleico	C16:1	0,30 ± 0,01	0,50 ± 0,01	0,38 ± 0,01	0,27 ± 0,02	0,62 ± 0,03	0,25 ± 0,00
Cis-10 heptadecanóico	C17:1	0,03 ± 0,00	0,07 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,02 ± 0,00
Oleico	C18:1	6,03 ± 0,10	7,90 ± 0,11	4,98 ± 0,10	4,14 ± 0,04	9,75 ± 0,11	4,04 ± 0,01
Cis-vacénico	C18:1 w7	0,50 ± 0,00	0,39 ± 0,02	0,46 ± 0,02	0,36 ± 0,00	0,63 ± 0,03	0,31 ± 0,00
<b>Σ AGMI</b>		<b>6,94 ± 0,08</b>	<b>8,95 ± 0,12</b>	<b>5,91 ± 0,11</b>	<b>4,83 ± 0,03</b>	<b>11,12 ± 0,12</b>	<b>4,65 ± 0,01</b>

## 4.5 Ácidos gordos polinsaturados

Relativamente aos polinsaturados, os valores variam entre  $1,07 \pm 0,00$  e  $4,61 \pm 0,04$  g/100 g (Figura 21). Os valores apresentados correspondem ao somatório dos AGPI que foram identificados: o ácido linolelaídico (C18:2t), o ácido linoleico (C18:2), o ácido  $\alpha$ -linolénico (C18:3), o ácido eicosadienóico (C20:2), o ácido eicosapentanóico (C20:3) e o ácido araquidónico (C20:4) (Tabela 7). A Tabela de Composição de Alimentos Portuguesa (INSA, 2006) aponta o valor de 1,4 g/100 g para estes ácidos. De acordo com Petrón *et al.* (2004) e Ventanas *et al.* (2007) citados por Jiménez-Colmenero *et al.* (2010) os valores obtidos para os AGPI em presuntos ibéricos alimentados à base de bolota foram 0,92 e 1,09 g/100 g, respetivamente e para presuntos serranos alimentados à base de ração Jiménez-Colmenero *et al.* (2009) e Gandemer (2009) citados por Jiménez-Colmenero *et al.* (2010) obtiveram 0,49 e 0,39 g/100 g, respetivamente, sendo os valores deste trabalho superiores. Os presuntos ibéricos alimentados à base de bolota apresentam menor concentração de AGPI em relação aos presuntos serranos alimentados à base de ração (Jiménez-Colmenero, Ventanas e Toldrá, 2010).



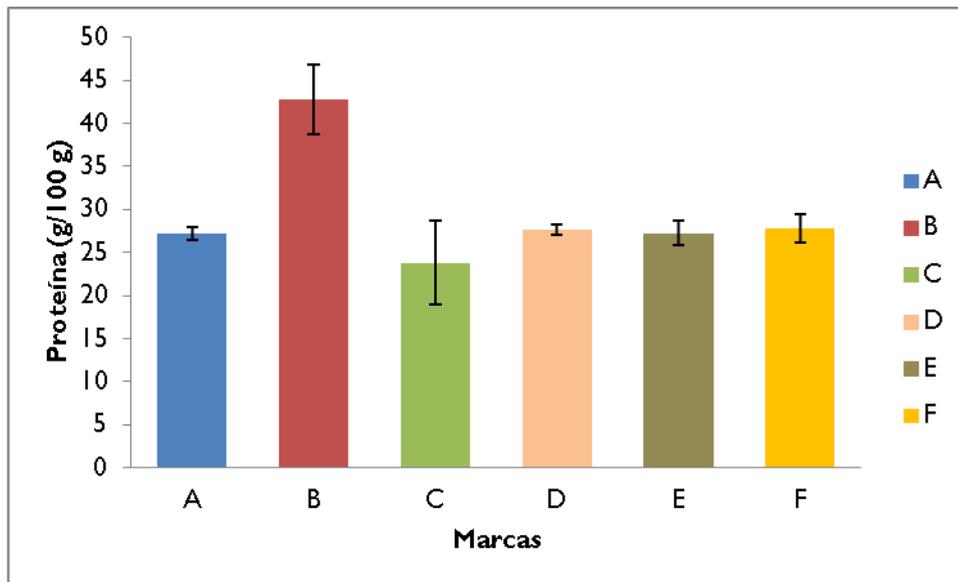
**Figura 21:** Comparação do teor de AGPI (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados.

**Tabela 7:** Quantificação dos AGPI (g/ 100 g porção edível) identificados nas amostras de presunto analisadas (média  $\pm$  DP).

Ácidos gordos polinsaturados		Marcas					
		A	B	C	D	E	F
Linolelaídico	C18:2t	0,01 $\pm$ 0,00					
Linoleico	C18:2	4,05 $\pm$ 0,04	2,48 $\pm$ 0,04	1,16 $\pm$ 0,02	1,09 $\pm$ 0,01	0,89 $\pm$ 0,03	0,91 $\pm$ 0,00
$\alpha$ -linolénico	C18:3	0,25 $\pm$ 0,01	0,08 $\pm$ 0,00	0,07 $\pm$ 0,00	0,05 $\pm$ 0,00	0,04 $\pm$ 0,00	0,04 $\pm$ 0,00
Eicosadienóico	C20:2	0,07 $\pm$ 0,00	0,11 $\pm$ 0,00	0,08 $\pm$ 0,00	0,06 $\pm$ 0,00	0,14 $\pm$ 0,01	0,06 $\pm$ 0,00
Eicosapentanóico	C20:3	0,13 $\pm$ 0,00	0,09 $\pm$ 0,00	0,04 $\pm$ 0,00	0,05 $\pm$ 0,00	0,03 $\pm$ 0,00	0,04 $\pm$ 0,00
Araquidónico	C20:4	0,09 $\pm$ 0,00	0,04 $\pm$ 0,00	0,01 $\pm$ 0,00	0,02 $\pm$ 0,00	0,01 $\pm$ 0,00	0,01 $\pm$ 0,00
<b><math>\Sigma</math> AGPI</b>		4,61 $\pm$ 0,04	2,81 $\pm$ 0,04	1,37 $\pm$ 0,02	1,27 $\pm$ 0,01	1,12 $\pm$ 0,04	1,07 $\pm$ 0,00

#### 4.6 Proteína

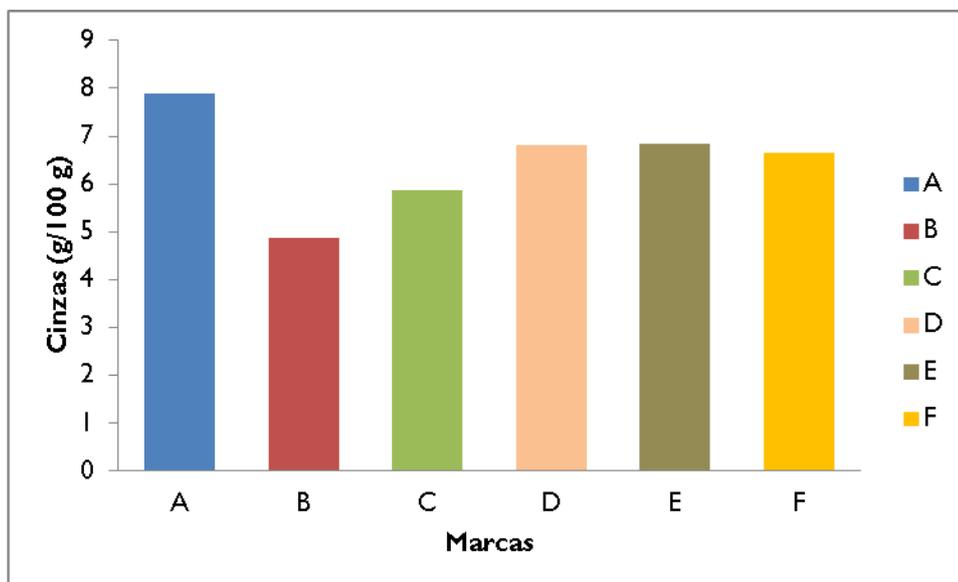
No que respeita à proteína, os teores variaram entre  $23,8 \pm 4,86$  e  $42,8 \pm 4,06$  g/100 g (Figura 22). No que diz respeito aos valores médios da proteína, pode verificar-se que os resultados se encontram próximos dos referidos por García-Rey *et al.* (2004) que obtiveram  $27,97 \pm 0,11$  e  $28,46 \pm 2,13$  g/100 g, exceto a marca B.



**Figura 22:** Comparação do teor de proteína (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados.

#### 4.7 Cinzas

Os teores de cinza variaram entre  $4,86 \pm 0,00$  e  $7,89 \pm 0,00$  g/100 g (Figura 23). Estes valores são próximos ao encontrado para o presunto na Tabela de Composição dos Alimentos Portuguesa (INSA, 2006) (7 g/100 g).



**Figura 23:** Comparação do teor de cinzas (g/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados.

#### 4.8 Fósforo, Sódio e Cálcio

Os teores para o fósforo variam entre  $164 \pm 0,03$  e  $248 \pm 0,01$  mg/100 g (Tabela 8). A Tabela de Composição dos Alimentos Portuguesa (INSA, 2006) aponta o valor 200 mg/100 g como referência e Moreiras *et al.* (2006); MSC (1995); Mataix *et al.* (2003); e Ventanas (2006) citados por Jiménez-Colmenero *et al.* (2010) os valores no intervalo 157-180 mg/ 100 g.

Os teores de sódio variam entre  $422 \pm 0,88$  e  $1350 \pm 0,67$  mg/100 g (Tabela 8). Os resultados médios obtidos encontram-se abaixo dos indicados por Moreiras *et al.* (2006); MSC (1995); Mataix *et al.* (2003); e Ventanas (2006) citados por Jiménez-Colmenero *et al.* (2010) que obtiveram resultados entre 1100 e 1800 mg/100 g. Por sua vez, a Tabela de Composição de Alimentos Portuguesa aponta 2570 mg/100 g (INSA, 2006).

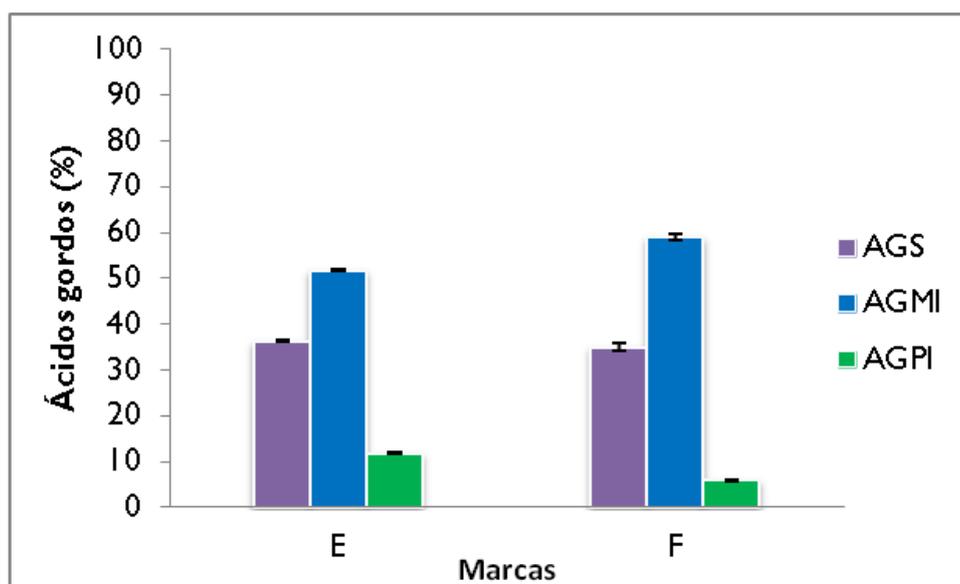
Os teores para o cálcio variam entre  $70,8 \pm 4,27$  e  $79,5 \pm 0,26$  mg/100 g (Tabela 8). Os resultados obtidos são superiores ao da Tabela de Composição dos Alimentos Portuguesa (INSA, 2006 (23 mg/100 g) e aos observados por Moreiras *et al.* (2006); MSC (1995); Mataix *et al.* (2003); e Ventanas (2006) citados por Jiménez-Colmenero *et al.* (2010) (12-35 mg/100 g).

**Tabela 8:** Comparação do teor de fósforo, sódio e cálcio (mg/ 100 g porção edível) nos presuntos analisados (média  $\pm$  DP).

Minerais	Marcas					
	A	B	C	D	E	F
Fósforo (mg/100 g)	$229 \pm 0,01$	$225 \pm 0,02$	$167 \pm 0,06$	$164 \pm 0,03$	$248 \pm 0,01$	$233 \pm 0,01$
Sódio (mg/100 g)	$1165 \pm 0,24$	$809 \pm 0,79$	$422 \pm 0,88$	$1350 \pm 0,67$	$1305 \pm 0,34$	$1154 \pm 0,37$
Cálcio (mg/100 g)	$74,91 \pm 0,93$	$70,82 \pm 4,27$	$79,51 \pm 0,26$	$77,53 \pm 1,21$	$76,13 \pm 1,28$	$75,53 \pm 1,62$

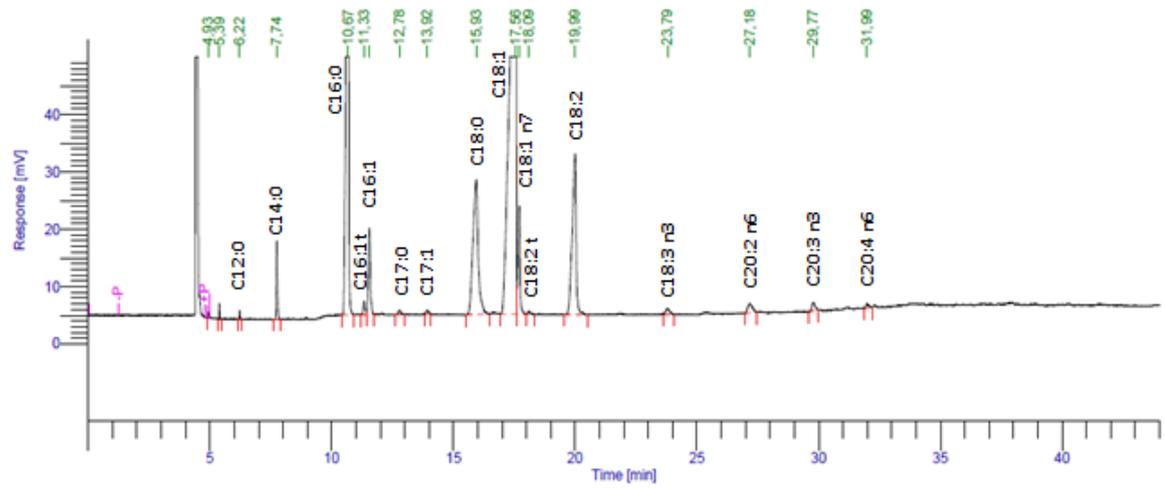
#### 4.9 Amostras embaladas com filme controle

No que diz respeito ao perfil de ácidos gordos, verificou-se que os AGS têm percentagens semelhantes nas duas amostras selecionadas para serem embaladas com o filme biodegradável ativo com extrato de alecrim antes do armazenamento (E:  $36,3 \pm 0,14$  % e F:  $35,1 \pm 0,81$  %) (Figura 24), no entanto, verificou-se uma composição em AGM maior na amostra F (E:  $51,8 \pm 0,09$  % e F:  $59,0 \pm 0,60$  %) (Figura 24), ocorrendo o inverso nos AGPI (E:  $11,9 \pm 0,05$  % e F:  $5,94 \pm 0,21$  %) (Figura 24). Contudo, apesar da amostra F apresentar metade do teor de gordura da amostra E, não tem grandes diferenças em relação ao perfil em ácidos gordos (em % relativa).

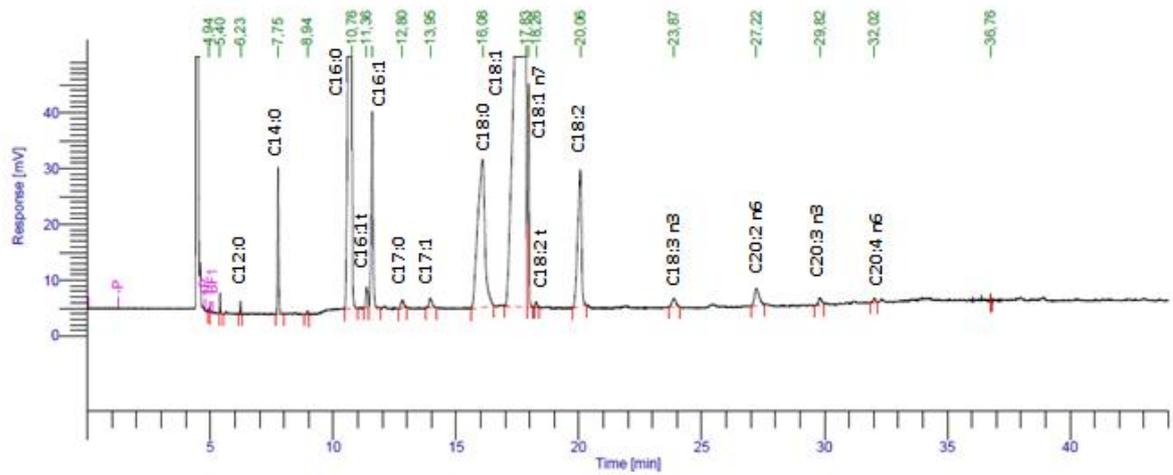


**Figura 24:** Comparação do perfil de ácidos gordos entre as duas amostras selecionadas para serem embaladas com o filme ativo ( $t=0$  dias).

As duas amostras de presunto apresentam um perfil em ácidos gordos saturados semelhante (Figura 25 e 26). Em relação aos AGS o mais abundante é o ácido palmítico (C16:0), seguindo-se o ácido esteárico (C18:0). O AGMI mais abundante foi o ácido oleico (C18:1 n9) e o AGPI predominante foi o ácido linoleico (C18:2 n6).



**Figura 25:** Cromatograma da amostra E embalada com filme controle, no início do período de armazenamento.



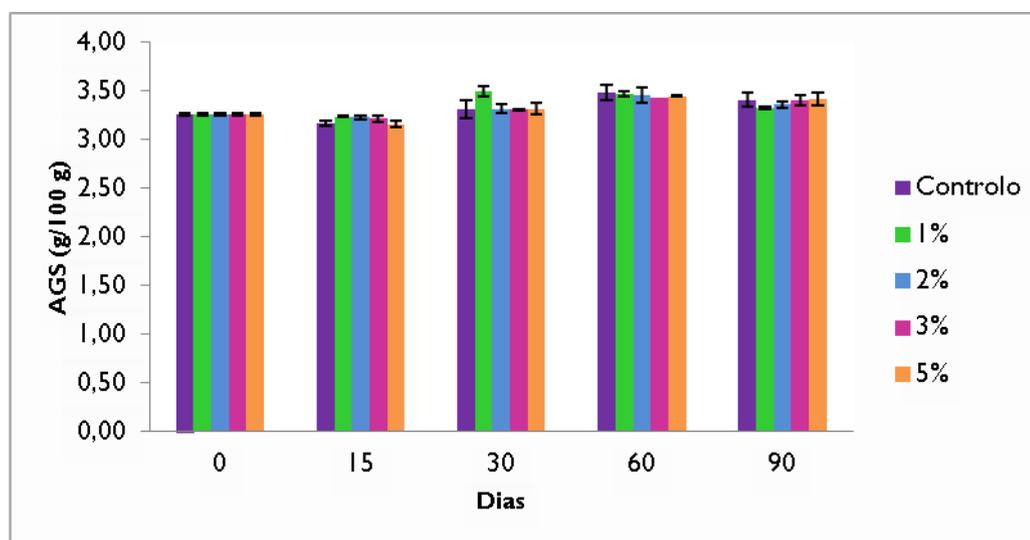
**Figura 26:** Cromatograma da amostra F com filme controle, no início do período de armazenamento.

#### 4.10 Avaliação da eficácia da nova embalagem com extrato de alecrim

Neste trabalho, o extrato de alecrim foi escolhido para ser incorporado nas embalagens de presunto fatiado uma vez que é reconhecido na literatura a sua utilização como antioxidante e por ter sido autorizado pela Comissão Europeia (Diretiva 2010/67/UE e Diretiva 2010/69/UE).

##### 4.10.1 Eficácia da nova embalagem armazenada a 5 °C durante 90 dias

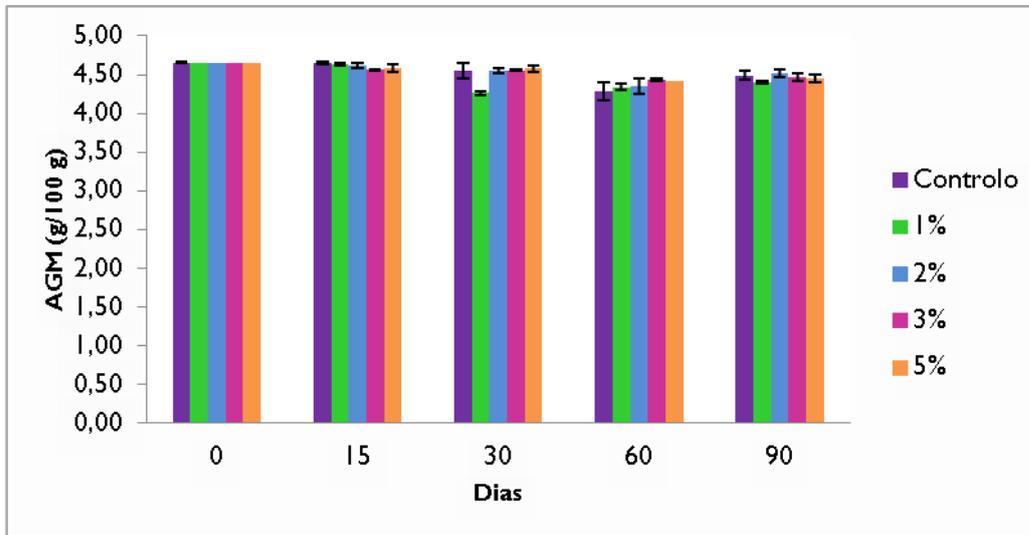
Em relação aos AGS, não houve alterações significativas ao longo do tempo com diferentes quantidades de extrato adicionado ao filme ( $p>0,05$ ) (Figura 27). No entanto, os filmes com 1 e 2 % de extrato ajudaram a manter os níveis de AGS menores que o filme controlo ao fim de 90 dias. Foi escolhida esta temperatura porque a amostra está geralmente conservada em frigoríficos entre 5 a 8 °C e 3 meses porque costuma ser o prazo de validade do presunto vendido já fatiado.



**Figura 27:** Comparação do teor de AGS na amostra E, armazenada ao longo de 90 dias a 5 °C.

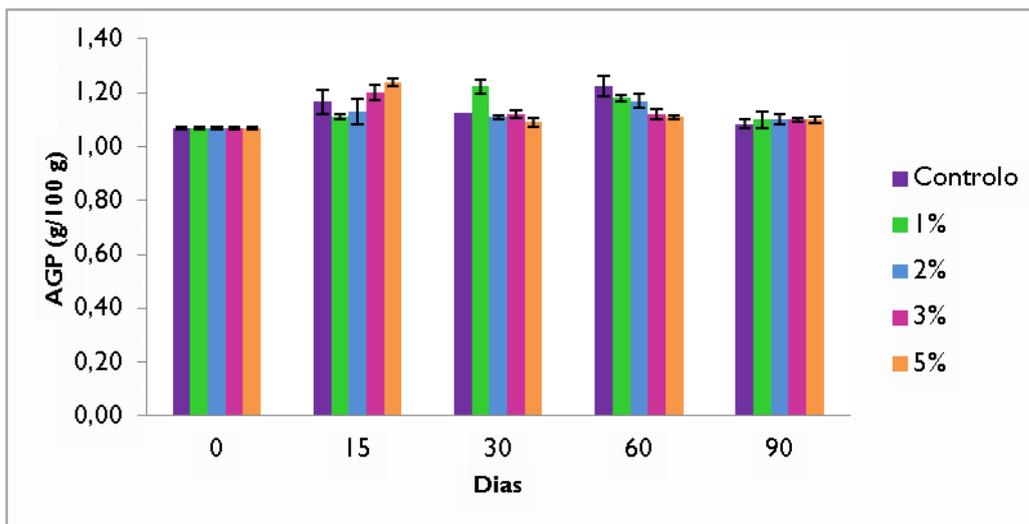
No que diz respeito aos AGMI, existe uma ligeira diminuição do teor destes AG ao longo dos 90 dias de armazenamento a 5 °C. O filme com 1 % de extrato de alecrim, aos 30 dias, tem o menor valor para estes ácidos gordos ( $p<0,05$ ), enquanto que nos restantes extratos (2, 3 e 5 %) esta quantidade é maior. Aos 90 dias, também se verifica o aumento

destes ácidos gordos na presença dos filmes com 2 e 3 % de extrato, o que leva a sugerir que estas sejam as % de extrato mais eficazes na proteção do alimento (Figura 28).



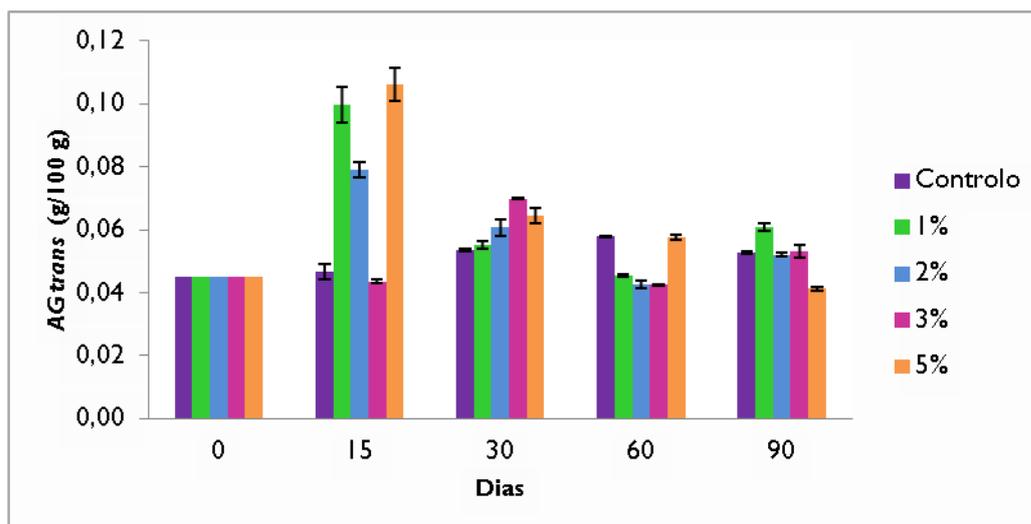
**Figura 28:** Comparação do teor de AGMI na amostra E, armazenada ao longo de 90 dias a 5 °C.

No caso dos AGPI, há um aumento ao longo do tempo de armazenamento. Aos 30 dias, houve diferenças significativas entre o filme controlo e o filme com 1 % de extrato ( $p < 0,05$ ) (Figura 29). No entanto, o filme controlo mostra uma diminuição em 90 dias.



**Figura 29:** Comparação do teor de AGP na amostra E, armazenada durante 90 dias a 5 °C.

Em relação à evolução dos ácidos gordos *trans*, os filmes com extrato a 1, 2 e 5 %, ao fim de 15 dias apresentaram os maiores valores, mostrando uma diferença significativa em relação aos outros filmes ativos ( $p < 0,05$ ) (Figura 30). No entanto, aos 60 dias, os filmes com 2 e 3 % de extrato têm os teores mais baixos de ácidos gordos *trans*, havendo diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação ao filme controlo. Ao fim de 90 dias, o filme com 5 % de extrato apresenta o valor mais baixo de ácidos gordos *trans* comparativamente aos restantes filmes ativos.

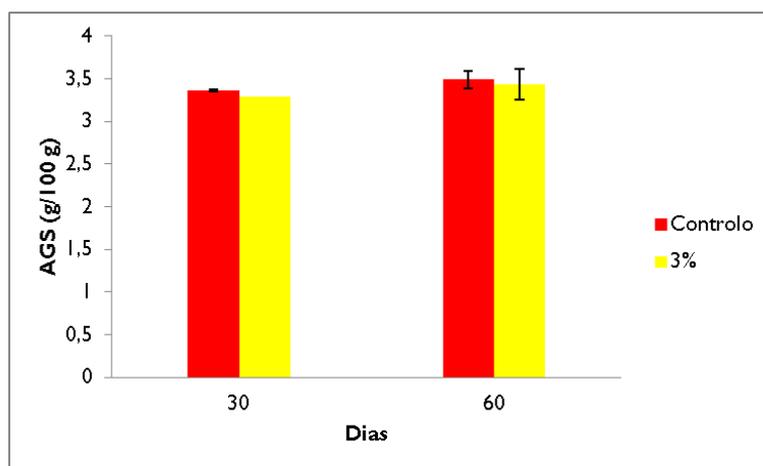


**Figura 30:** Comparação do teor de AG *trans* na amostra E, armazenada ao longo de 90 dias a 5 °C.

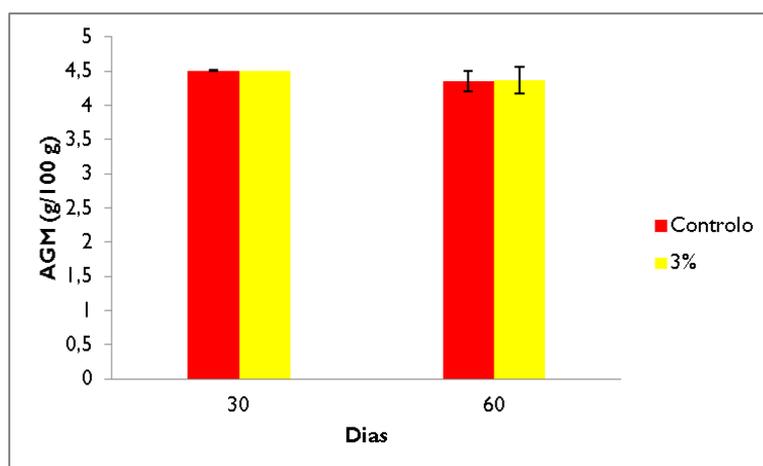
Os resultados obtidos com estes ensaios com os filmes com 2 e 3 % de extrato sugerem a eficácia do extrato natural e confirmam a possibilidade de utilização do extrato de alecrim como antioxidante.

#### 4.10.2 Eficácia da nova embalagem ativa com 3 % de extrato de alecrim no armazenamento de presunto à temperatura ambiente

Após 30 e 60 dias de armazenamento à temperatura ambiente com uma embalagem ativa biodegradável com 3 % de extrato de alecrim, houve uma ligeira redução nos AGS na presença do extrato (Figura 31). No que respeita aos AGM, não houve alterações quer após 30, quer após 60 dias de contacto com o filme ativo (Figura 32).

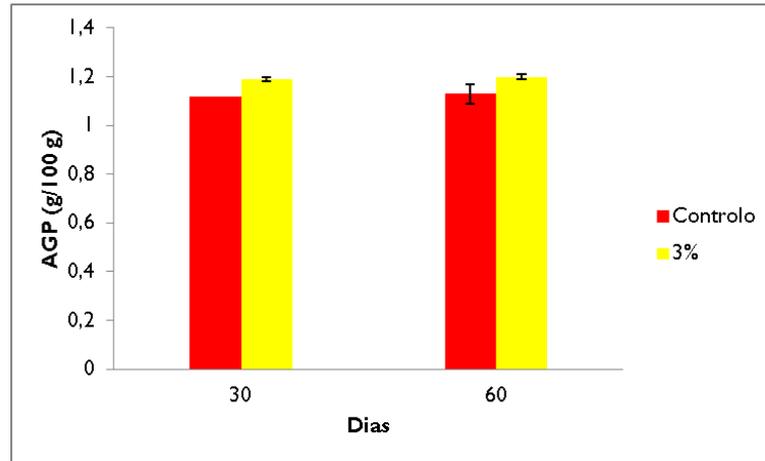


**Figura 31:** Comparação do teor de AGS na amostra E, armazenada à temperatura ambiente durante 60 dias.

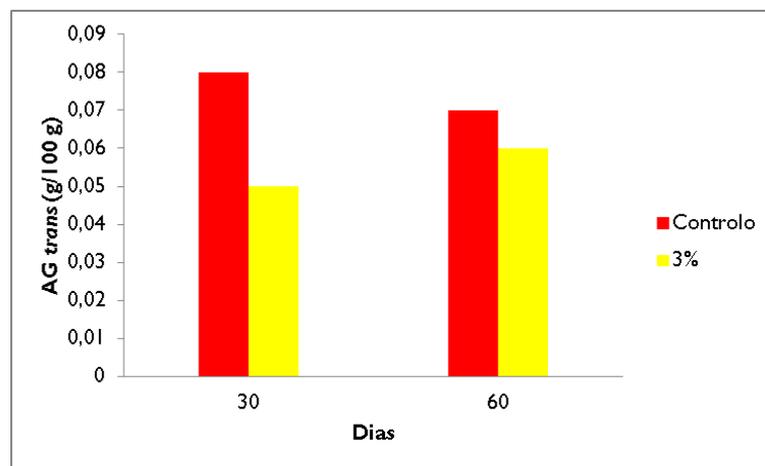


**Figura 32:** Comparação do teor de AGM na amostra E, armazenada à temperatura ambiente durante 60 dias.

Em relação aos AGP, o filme controlo não apresentou alterações ao longo do tempo de armazenamento, enquanto se verificou um aumento destes ácidos gordos no filme com extrato de alecrim incorporado (Figura 33).



**Figura 33:** Comparação do teor de AGP na amostra E, armazenada à temperatura ambiente durante 60 dias.



**Figura 34:** Comparação do teor de AG *trans* na amostra E, armazenada à temperatura ambiente durante 60 dias.

Embora não haja diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) ao longo do tempo de armazenamento entre o filme controlo e o filme ativo com 3 % de extrato de alecrim para AGS, AGMI e AGPI, nos ácidos gordos *trans* houve uma diminuição estatisticamente significativa na presença do extrato de alecrim ( $p < 0,05$ ) (Figura 34).

## 5. Conclusão

De um modo geral poderá dizer-se que o presente trabalho atingiu os objetivos que se propôs alcançar.

Com base nos resultados obtidos, a qualidade nutricional dos presuntos disponíveis no mercado nacional pode ser generalizada uma vez que estes apresentam composição bastante homogénea.

No que respeita à humidade, a marca D ( $45,8 \pm 0,02$  g/100 g) foi quem apresentou maior percentagem, em relação aos valores de gordura foi a marca B ( $19,68 \pm 0,00$  g/100 g). Na quantificação dos ácidos gordos, os que obtiveram maiores percentagens foram os monoinsaturados (marca E:  $11,12 \pm 0,12$  g/100 g), seguidos dos saturados (marca B:  $7,04 \pm 0,07$  g/100 g) e polinsaturados (marca A:  $4,61 \pm 0,04$  g/100 g). A marca E corresponde a um presunto de porco preto onde o elevado consumo de bolota se destaca pelo alto teor de ácido oleico ( $9,75 \pm 0,11$  g/100 g) comparado com os presuntos de porco de raça branca.

A marca B ( $42,80 \pm 4,06$  g/100 g) foi quem apresentou maior percentagem de proteína. Por sua vez, a marca A ( $7,89 \pm 0,00$  g/100 g) nas cinzas, a marca E ( $248 \pm 0,01$  mg/100 g) no fósforo, a marca D ( $1350 \pm 0,67$  mg/100 g) no sódio e a marca C ( $79,51 \pm 0,26$  mg/100 g) no cálcio, foram as que tiveram maiores percentagens nos respetivos parâmetros.

Tendo em conta a variedade de amostras de presunto analisadas, verifica-se que as marcas B e E podem ser as opções menos corretas a nível nutricional pelos seus maiores conteúdos em gordura e a marca F a opção mais correta por ser aquela que tem menor teor de gordura total. A marca C e a marca D são as opções mais e menos saudáveis em relação ao sal, respetivamente.

Os ensaios realizados com embalagens ativas que incorporam extrato de alecrim mostraram que os melhores resultados foram obtidos para os filmes com 2 e 3 % de extrato. Estes filmes permitiram manter ou mesmo melhorar o perfil em ácidos gordos durante o armazenamento, contribuindo para minimizar o fenómeno de oxidação lipídica nas amostras de presunto.

O extrato de alecrim incorporado em embalagens biodegradáveis mostrou ter potencial para prolongar a vida útil dos produtos de charcutaria embalados, em substituição dos antioxidantes sintéticos.

## **6. Perspetivas futuras**

Tendo por base o trabalho já realizado, seria interessante a continuação deste estudo recorrendo a diferentes alimentos ricos em gordura, tais como outros produtos de charcutaria (incluindo alguns à base de aves de capoeira) e o pescado (salmão, truta ou sardinha), recorrendo ao filme utilizado neste trabalho (que incorpora extrato de alecrim) ou utilizando filmes com extratos de outras plantas aromáticas, reconhecidas pelas suas propriedades antioxidantes.

Seria também interessante recorrer a um painel de provadores para avaliar se notavam diferenças a nível das propriedades organoléticas dos produtos embalados e poder verificar a aceitabilidade dos potenciais consumidores.

## 7. Bibliografia

ALBUQUERQUE, Tânia et al. – **Trends in the analytical methods for the determination of trans fatty acids content in foods.** Trends in Food Science & Technology. 22 (2011) 543-560.

AMARAL, Joana Andréa Soares – **Contribuição para a caracterização química das folhas e sementes de aveleira (*Corylus avellana* L.) e de noqueira (*Juglans regia* L.).** Porto: Universidade do Porto, 2005. [Acedido a 23 de Junho de 2016]. Disponível na Internet: <https://repositorio-aberto.up.pt/>.

ARMENTEROS, Mónica et al. - **Biochemical and sensory changes in dry-cured ham salted with partial replacements of NaCl by other chloride salts.** Meat Science. 90,2 (2012). 361-367.

ARNAU, J. – **Tecnología de elaboración del jamón curado.** Sociedad Española de Microbiología. 9 (1993), 3-9.

Base de Datos Española de Composición de Alimentos – **Información detallada del alimento: Jamón serrano.** [Acedido a 8 de Janeiro de 2016]. Disponível na Internet: <http://www.bedca.net/>.

BERG, Jeremy M.; Tymoczko, John L.; Stryer, Lubert – **Biochemistry.** Fifth Edition. New York: WH Freeman, 2002. ISBN 0-7167-3051-0.

BRONDZ, Iliia. – **Development of fatty acids analysis by high-performance liquid chromatography, gas chromatography, and related techniques.** Analytica Chimica Acta. 465 (2002) 1-37.

CAMERON, ND et al. – **Genotype with nutrition interactions for carcass composition and meat quality in pig genotypes selected for components of efficient lean growth rate.** Animal Science. 69, 1 (1999) 69-80.

CARRAPISO, Ana; GARCÍA, Carmen – **Effect of the Iberian pig line on dry-cured ham characteristics.** Meat Science, 80 (2008), 529-534.

CAVA, R. et al. – **Effect of free-range rearing and  $\alpha$ -tocopherol and copper supplementation on fatty acid profiles and susceptibility to lipid oxidation of fresh meat from Iberian pigs.** Food Chemistry. 68 (2000) 51-59.

CENTRO DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRIÇÃO - **Tabela da composição de Alimentos**. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, 2006. ISBN 972-8643-19-5.

Centro di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione – **Tabelle di composizione degli alimenti: Prosciutto cotto**. [Acedido a 8 de Janeiro de 2016]. Disponível na Internet: [http://nut.entecra.it/646/tabelle\\_di\\_composizione\\_degli\\_alimenti.html?idalimento=110400&quant=100](http://nut.entecra.it/646/tabelle_di_composizione_degli_alimenti.html?idalimento=110400&quant=100).

CHABELA, María de Lourdes Pérez; ALQUICIRA, Edith Ponce – **Manual de prácticas de laboratorio: Tecnología de Carnes**. Primera Impresión. México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2013.

CHANTRAPORNCHAI, Withida; MC CLEMENTS, David Julian - **Influence of NaCl on optical properties, large-strain rheology and water holding capacity of heat-induced whey protein isolate gels**. Food Hydrocolloids. 16,5 (2002) 467-476.

COMISSÃO EUROPEIA. Agricultura e Desenvolvimento Rural – **DOOR**. [Acedido a 21 de Novembro de 2015]. Disponível na Internet: <http://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/list.html;jsessionid=pL0hLqqLXhNmFQyFI1b24mY3t9dJQPflg3xbL2YphGT4k6zdWn34!-370879141>.

DAINELLI, Dario et al. – **Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns**. Food Science & Technology. 19 (2008) S103-S112.

DAZA, A. et al. – **Effect of dietary vitamin E and partial replacement of poly- with monounsaturated fat on fatty acid patterns of backfat and intramuscular fat in heavy pigs (Iberian x Duroc)**. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 89, 1-2 (2005) 20-28.

DINICOLANTONIO, J. J. ; LUCAN, S. C. ; O'KEEFE, J. H. - **The Evidence for Saturated Fat and for Sugar Related to Coronary Heart Disease**. Progress in Cardiovascular Diseases. (2015).

Direcção Geral da Saúde – **Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável. Ervas aromáticas – Uma estratégia para a redução do sal na alimentação**. Lisboa: DGS, 2014.

Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural – **Produtos Tradicionais e DOP/IPG/ETG**. [Acedido a 11 de Janeiro de 2016]. Disponível na Internet: <http://www.dgadr.mamaot.pt/sustentavel/dop-igp-etg>.

Directiva 2010/67/UE, da Comissão de 20 de Outubro de 2010 que estabelece os critérios de pureza específicos dos aditivos alimentares com excepção dos corantes e dos edulcorantes. Jornal Oficial da União Europeia, L 277:17-26. [Acedido a 27 de Novembro de 2015]. Disponível na Internet: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>.

Directiva 2010/69/UE, da Comissão de 22 de Outubro de 2010 relativa aos aditivos alimentares com excepção dos corantes e dos edulcorantes. Jornal Oficial da União Europeia, L 279:22-31. [Acedido a 27 de Novembro de 2015]. Disponível na Internet: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>.

DOROSZ, Ph. – **Tabla de vitaminas sales minerales oligoelementos**. Sexta edición. Barcelona: Editorial Hispano Europea, S.A., 2008. ISBN 978-84-255-1355-8.

ELLIOT, P. - **Observational studies of salt and blood pressure**. Hypertension. 17 (S) (1991) 13-18.

Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra - **Bromatologia e Análises Bromatológicas - Apontamentos relativos às Aulas Laboratoriais**. Coimbra: FFUC, 2014.

FARRÉ, Antonio López; MIGUEL, Carlos Macaya – **Libro de la salud cardiovascular del hospital clínico San Carlos y la Fundación BBVA: La cardiología actual**. Madrid: Fundación BBVA, 2007.

FERNANDES, José Oliveira – **Cromatografia gasosa**. Porto: FFUP, 2013.

FOX, Brian A.; CAMERON, Allan G. – **Ciencia de los alimentos, nutrición y salud**. México: Limusa Ediciones, 1999. ISBN 968-18-4257-X.

GARCÍA-REY et al. – **Relationship between pH before salting and dry-cured ham quality**. Meat Science. 67 (2004) 625-632.

GARLITO, M. A. Koning; GARCÍA, D. del Olmo – **Alimentación y cáncer**. In: VÁZQUEZ, C.; COS, A. I. de; LÓPEZ-NOMDEDEU, C. – Alimentación y Nutrición Manual teórico-práctico. 2ª Edición. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2005. ISBN 84-7978-715-5.

GRUPO MARKTEST, 2015. [Acedido a 21 de Novembro de 2015]. Disponível na Internet: <http://www.marktest.com/wap/a/n/id~1fba.aspx>

GUASCH-FERRÉ, M. et al. - **Dietary fat intake and risk of cardiovascular disease and all-cause mortality in a population at high risk of cardiovascular disease.** The American Journal of Clinical Nutrition. 102, 6 (2015) 1563-1573.

GUTIÉRREZ, José Bello – **Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos.** Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2002. ISBN 84-7978-447-4.

GUTIÉRREZ, José Bello – **Jamón Curado: Aspectos científicos y tecnológicos Perspectiva desde la Unión Europea.** Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2008. ISBN 978-84-7978-884-1.

HALL, MN et al. – **Blood Levels of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids, Aspirin, and the Risk of Colorectal Cancer.** Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention. 16, 2 (2007) 314-321.

HEGSTED et al. - **Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man.** The American Journal of Clinical Nutrition. 17,5 (1965) 281-295.

HÉRNANDEZ, Ángel Gil – **Composición y calidad nutritiva de los alimentos.** 2ª edición. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2010. ISBN: 978-84-9835-350-1.

HERNÁNDEZ, William Albarracín – **Salado y descongelado simultáneo en salmuera para la obtención de jamón curado de cerdo de raza ibérica.** Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2009. [Acedido a 1 de Julho de 2015]. Disponível na Internet: <https://riunet.upv.es/>.

HERRERA, Miguel A. Rubio; LOPERA, Carmen Moreno – **Aspectos nutricionales en la hiperlipemia y riesgo cardiovascular.** In: ROMÁN, Daniel A. de Luis; GUERRERO, Diego Bellido; LUNA, Pedro Pablo García. Dietoterapia, nutrición clínica y metabolismo. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2012 ISBN: 978-84-9969-293-7.

HOLUB, Bruce J. – **Clinical Nutrition: 4. Omega-3 Fatty Acids in Cardiovascular Care.** Canadian Medical Association. 166, 5 (2002) 608-615.

HUFF-LONERGAN, Elisabeth – **Chemistry and Biochemistry of Meat.** In: TOLDRÁ, Fidel. Handbook of Meat Processing. Iowa: Wiley-Blackwell Publishing, 2010. ISBN: 978-0-8138-2182-5. p. 5.

IARC - **Volume 114: Red Meat and Processed Meat**. Lyon, 2015. [Acedido a 21 de Novembro de 2015]. Disponível na Internet: [https://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2015/pdfs/pr240\\_E.pdf](https://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2015/pdfs/pr240_E.pdf).

INE – **Estatísticas Agrícolas 2014**. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P., 2015. ISBN 978-989-25-0320-8. [Acedido a 22 de Novembro de 2015]. Disponível na Internet: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine\\_main&xpid=INE](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE).

Institute of Medicine - **Food and Nutrition Board: Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline (1998)**. [Acedido a 13 Maio de 2016]. Disponível na Internet: [https://fnic.nal.usda.gov/sites/fnic.nal.usda.gov/files/uploads/thiamin\\_full\\_report.pdf](https://fnic.nal.usda.gov/sites/fnic.nal.usda.gov/files/uploads/thiamin_full_report.pdf).

Institute of Medicine - **Food and Nutrition Board: Dietary Reference Intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenóides (2000)**. [Acedido a 13 Maio de 2016]. Disponível na Internet: [https://fnic.nal.usda.gov/sites/fnic.nal.usda.gov/files/uploads/vitamin\\_C\\_full\\_report.pdf](https://fnic.nal.usda.gov/sites/fnic.nal.usda.gov/files/uploads/vitamin_C_full_report.pdf).

Institute of Medicine - **Food and Nutrition Board: Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc (2001)**. [Acedido a 13 Maio de 2016]. Disponível na Internet: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222310/pdf/Bookshelf\\_NBK222310.pdf](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222310/pdf/Bookshelf_NBK222310.pdf).

Institute of Medicine - **Food and Nutrition Board: Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D (2011)**. [Acedido a 13 Maio de 2016]. Disponível na Internet: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56070/pdf/Bookshelf\\_NBK56070.pdf](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56070/pdf/Bookshelf_NBK56070.pdf).

JAKOBSEN, K. – **Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives**. European Journal of Lipid Science and Technology. 101,12 (1999) 475–483.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; VENTANAS, J. e TOLDRÁ, F. – **Nutritional composition of dry-cured ham and its role in a healthy diet**. Meat Science. 84 (2010) 585-593.

JORGENSEN, Henry; JENSEN, S. K.; Eggum, Bjorn O. – **The Influence of Rapeseed Oil Digestibility, Energy Metabolism and Tissue Fatty Acid Composition in Pigs.** Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science. 46, 2 (1996) 65-75.

KEYS, A.; PARLIN, R. W. – **Serum cholesterol response to changes in dietary lipids.** The American Journal of Clinical Nutrition. 19 (1966) 175-181.

LIU, D. C. et al - **Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage.** Food Chemistry. 117,1 (2009) 106–113.

LLOYD, L. E., MCDONALD, B. E.; CRAMPTON, E. W. – **Fundamentos de Nutrición.** Primera edición. Zaragoza: Editorial Acribia, 1982. ISBN 84-200-0508-8.

MAGANHINI, Magali Bernardes et al. – **Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial.** Ciência e Tecnologia dos Alimentos. 27 (2007) 69-72.

MARKTEST - **Um em cada cinco portugueses tende a eliminar a carne da alimentação.**

MARSHALL, William J.; BANGERT, Stephen K.; LAPSLEY, Marta – **Química Clínica.** Sétima edição. São Paulo: Elsevier Editora Ltda, 2012. ISBN 978-85-352-6870-6.

MARTIN, Clayton Antunes et al. – **Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods.** Revista de Nutrição, 19, 6 (2006) 761-770.

MARTÍN, Mariano Illera; PORTAL, Josefina Illera del; PORTAL, Juan Carlos Illera del – **Vitaminas y Minerales.** Primera edición. Madrid: Editorial Complutense, S.A., 2000. ISBN: 84-7491-590-2.

MOLINERO, Filiberto Sánchez – **Modificaciones tecnológicas para mejorar la seguridad y calidad del jamón curado.** Girona: Universitat de Girona, 2003. [Acedido a 1 de Julho de 2015]. Disponível na Internet: <http://dugi-doc.udg.edu/>.

NAVEENA, B. M., et al. - **Relationship between the solubility, dosage and antioxidant capacity of carnosic acid in raw and cooked ground buffalo meat patties and chicken patties.** Meat Science. 95,2 (2013) 195–202.

NELSON, David L.; COX, Michael M. – **Principles of Biochemistry**. Fourth Edition. New York: WH Freeman, 2002. ISBN 0716743396

Norma Portuguesa NP 506 (1967) – Água. Determinação do teor em cálcio.

Norma Portuguesa NP 1224 (1982) – Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação da matéria gorda livre.

Norma Portuguesa NP 872 (1983) – Alimentos para animais. Determinação do teor de cinza total.

Norma Portuguesa NP 874 (2000) – Alimentos para animais. Determinação do teor de fósforo total: Método espectrofotométrico.

Norma Portuguesa NP 875 (1994) – Alimentos para animais. Determinação do teor de humidade.

Norma Portuguesa NP 2972 (1994) – Alimentos para animais. Determinação do teor de cloretos solúveis na água. Técnica de Charpentier-Volhard.

Norma Portuguesa NP EN ISSO 5983-I (2007) – Alimentos para animais. Determinação do teor de azoto e cálculo do teor de proteína bruta. Parte I. Método de Kjeldahl.

Norma Portuguesa NP 1130 (2008) – Carnes e produtos cárneos. Presunto. Definição, classificação e características.

NUERNBERG, K. et al. – **Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs**. Meat Science. 70, 1 (2005) 63-74.

Organização Mundial da Saúde – **Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases**. Geneva: 2003.

PÉREZ-PALACIOS, Trinidad. et al. – **MRI-based analysis, lipid composition and sensory traits for studying Iberian dry-cured hams from pigs fed with different diets**. Food Research International. 43 (2010) 248-254.

PHILIPPI, Sonia Tucunduva – **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Manole Ltda, 2015. ISBN: 978-85-204-4509-9.

Plataforma contra a obesidade –**Sal**. 2015 [Acedido a 11 Janeiro de 2016]. Disponível na Internet: <http://www.plataformacontraaobesidade.dgs.pt/PresentationLayer/textos01.aspx?cttextoid=489&menuid=197&exmenuid=-1>.

POÇAS, Maria de Fátima Filipe; MOREIRA, Raquel – **Segurança Alimentar e Embalagem**. Porto: ESB/UCP, 2003. [Acedido a 27 de Novembro de 2015]. Disponível na Internet: [http://www2.esb.ucp.pt/twt/seg\\_alim/codigosguias/SegAlimentarEmbalagem.pdf](http://www2.esb.ucp.pt/twt/seg_alim/codigosguias/SegAlimentarEmbalagem.pdf)

POÇAS, Fátima; DELGADO, Telma – **Embalagens activas e inteligentes: promessas à vista**. In Segurança e Qualidade Alimentar. 2008 ISSN 1646-6349.

Portal da Saúde - **As doenças cardiovasculares são responsáveis por cerca de 40% dos óbitos em Portugal**. 2009 [Acedido a 7 de Dezembro de 2015]. Disponível na Internet: <http://www.portaldasaude.pt/portal/conteudos/enciclopedia+da+saude/ministeriosaude/doencas/doencas+do+aparelho+circulatorio/doencascardiovasculares.htm>.

RABE, Swen; KRINGS, Ulrich; BERGER, Ralf Gunter – **Initial dynamic flavour release from sodium chloride solutions**. European Food Research & Technology. 218 (2003) 32-39.

RAMÍREZ, Jorge Luis Ruiz – **Textura de músculos de cerdo y de jamón curado con distintos niveles de NaCl, pH y contenido de agua**. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 2005. [Acedido a 1 de Julho de 2015]. Disponível na Internet: <http://ddd.uab.cat/>.

Regulamento (CE) n° 1935/2004, do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de Outubro de 2004, relativo aos materiais e objectos destinados a entrar em contacto com os alimentos. Jornal Oficial da União Europeia, L 338:4-17. [Acedido a 27 de Novembro de 2015]. Disponível na Internet: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>.

Regulamento (CE) n° 509/2006, do Conselho de 20 de Março de 2006 relativo às especialidades tradicionais garantidas dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios. Jornal Oficial da União Europeia, L 93:1-11. [Acedido a 21 de Novembro de 2015]. Disponível na Internet: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>.

Regulamento (CE) n° 510/2006, do Conselho de 20 de Março de 2006 relativo à protecção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios. Jornal Oficial da União Europeia L 93:12-25. [Acedido a 21 de Novembro de 2015]. Disponível na Internet: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>.

Regulamento (CE) n.º 628/2008, da Comissão de 2 de Julho de 2008 que estabelece regras de execução do Regulamento (CE) n.º 510/2006 do Conselho relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios. Jornal Oficial da União Europeia L 173:3-5. [Acedido a 8 Janeiro de 2016]. Disponível na Internet: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>.

Regulamento (CE) n.º 450/2009 da Comissão de 29 de Maio de 2009 relativo aos materiais e objectos activos e inteligentes destinados a entrar em contacto com os alimentos. Jornal Oficial da União Europeia, L 135:3-11. [Acedido a 27 de Novembro de 2015]. Disponível na Internet: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>.

Regulamento (CE) n.º 10/2011 da Comissão de 14 de Janeiro de 2011 relativo aos materiais e objectos de matéria plástica destinados a entrar em contacto com os alimentos. Jornal Oficial da União Europeia, L 12:1-89. [Acedido a 27 de Novembro de 2015]. Disponível na Internet: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>.

RIERA, Josep Boatella; SALCEDO, Rafael Codony; ALEGRET, Pedro López – **Química y bioquímica de los alimentos II**. Barcelona: Edicions Universitat Barcelona, 2004. ISBN 84-475-2838-3.

RODRÍGUEZ, Zoila Rosa Marín – **Elementos de Nutrición Humana**. Primera edición. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia, 1998. ISBN 9977-64-902-2.

RUÍZ, Jorge; LÓPEZ-BOTE, Clemente. – **Alimentación y calidad sensorial en cerdos destinados a la obtención de productos cárnicos de calidad diferenciada**. In: XXI Curso de especialización FEDNA. Madrid, 2005, 53-80.

SACKS, F. M., et al. - **Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet**. The New England Journal of Medicine. 344 (2001) 3-10.

SANCHES-SILVA, et al. – **Trends in the use of natural antioxidants in active food packaging: a review**. Food Additives & Contaminants: Part A. 31,3 (2014) 374-395.

SCOLLAN, Nigel et al. – **Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality**. Meat Science. 74 (2006) 17-33.

SEPPANEN-LAAKSO, T; LAAKSO, I.; HILTUNEN, R. – **Analysis of fatty acids by gas chromatography, and its relevance to research on health and nutrition.** *Analytica Chimica Acta.* 465 (2002) 39-62.

SHEARD, PR et al. – **Shelf life and quality of pork and pork products with raised n-3 PUFA.** *Meat Science.* 55, 2 (2000) 213-221.

SKANDAMIS, Panagiotis N.; NYCHAS, George-John E.; SOFOS, John N. – **Meat Decontamination.** In: TOLDRÁ, Fidel. *Handbook of Meat Processing.* Iowa: Wiley-Blackwell Publishing, 2010. ISBN: 978-0-8138-2182-5. p. 43.

SMITH, William L. – **The Eicosanoids and Their Biochemical Mechanisms of Action.** *Biochem J.* 259, 2 (1989) 315-324.

SOFOS, John N. - **Antimicrobial Effects of Sodium and Other Ions in Foods: A review.** *Journal of Food Safety.* 6, 1 (1984) 45-78.

SUCKLING, R. J.; SWIFT, P. A. - **The health impacts of dietary sodium and a low-salt diet.** *Clinical Medicine.* 15, 6 (2015) 585-588.

TERUEL, M. Rocío et al. – **Effect of different format-solvent rosemary extracts (*Rosmarinus officinalis*) on frozen chicken nuggets quality.** *Food Chemistry.* 172 (2015) 40-46.

TIEMEIER Henning et al. – **Plasma Fatty Acid Composition and Depression are Associated in the Elderly: the Rotterdam Study.** *American Journal of Clinical Nutrition.* 78,1 (2003) 40-46.

TOLDRÁ, Fidel; ARISTOY, M. Concepción – **Dry-Cured Ham.** In: TOLDRÁ, Fidel. *Handbook of Meat Processing.* Iowa: Wiley-Blackwell Publishing, 2010. ISBN: 978-0-8138-2182-5. p. 351.

VÁZQUEZ, C.; COS, A. I. de; LÓPEZ-NOMDEDEU, C. – **Alimentación y Nutrición Manual teórico-práctico.** 2ª Edición. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2005. ISBN 84-7978-715-5.

VELÁSQUEZ, Gladys – **Fundamentos de alimentación saludable.** Primera edición. Antioquia: Editorial Universidad de Antioquia, 2006 ISBN: 958-655-990-4.

WARNANTS, N; VAN OECKEL, MJ; BOUCQUÉ CV. – **Effect of incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork backfat on the quality of salami.** Meat Science. 49 (4), 435-445.

WILLIAMS, Melvin H. – **Nutrición para la salud, la condición física y el deporte.** Primera edición. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2002. ISBN: 84-8019-595-9.

WOOD, J.D; ENSER M. – **Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality.** British Journal of Nutrition. 78, 1 (1997) S49-S60.

ZURIER, B. – **Essential Fatty Acids and Inflammation.** Annals of the Rheumatic Diseases. 50, 11 (1991), 745-746.

## 8. Anexos

### Anexo I: Comunicação Internacional sob a forma de poster

## DRY-CURED HAM PACKAGED UNDER VACCUM: NUTRITIONAL EVALUATION

Mariana Arede<sup>1</sup>, Patrícia Vicente<sup>1</sup>, Ana Sanches-Silva<sup>2,3</sup>, Fernando Ramos<sup>1,4</sup>,  
Maria Conceição Castilho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pharmacy Faculty, University of Coimbra, Coimbra, Portugal;

<sup>2</sup> National Institute of Health Dr. Ricardo Jorge, I.P., Department of Food and Nutrition – Av. Padre Cruz, 1649-016 Lisbon, Portugal;

<sup>3</sup> Centro de Estudos de Génica Animal (CECA), ICETA – Instituto de Ciências, Tecnologias e Agroambiente da Universidade do Porto, Universidade do Porto – Praça Gomes Teixeira, Apartado 55142, 4051-401 Oporto, Portugal

<sup>4</sup> CNC – Center for Neuroscience and Cell Biology, Pharmacy Faculty, University of Coimbra, Coimbra, Portugal;

\* Email: f.amos@ff.uc.pt

Dry-cured ham is a charcuterie product very appreciated in European countries such as Portugal, Spain and Italy. This product is generally found in the market as a whole-piece format or sliced in vacuum-packed trays.

The aim of this study was to determine the moisture, fat, protein content and individual fatty acids of sliced dry-cured hams packaged under vacuum commercialized in Portugal.

Six brands of dry-cured ham were randomly selected and acquired in supermarkets. Moisture content was determined by a drying method in a hot air oven

method. Soxhlet method was used for the determination of fat and Kjeldahl method was used for the determination of protein. Fatty acids methyl esters were determined by gas chromatography with a flame ionization detector (GC-FID).

According to the results obtained, moisture content ranged from  $45.7 \pm 0.02$  and  $51.7 \pm 0.02$  g/100 g, while fat content between  $9.40 \pm 2.22$  and  $19.7 \pm 0.00$  g/100 g. Protein content varied between  $23.8 \pm 4.86$  and  $42.8 \pm 4.06$  g/100 g.

Brand F contained the lowest levels of saturated fatty acids (SFA) ( $3.26 \pm 0.01$  g/100 g), monounsaturated fatty acids (MUFA) ( $4.65 \pm 0.01$  g/100 g) and polyunsaturated fatty acids (PUFA) ( $1.07 \pm 0.00$  g/100 g), while brand B ( $7.04 \pm 0.07$  g/100 g), brand E ( $11.1 \pm 0.12$  g/100 g) and brand A ( $4.61 \pm 0.04$  g/100 g) presented the highest SFA, MUFA and PUFA values, respectively.

Based on the results obtained, the nutritional value of dry-cured hams available in the Portuguese market presents variable composition. These differences may be due to the feeding of pigs, the variety of animals and processing conditions. Moderate consumption of these products is recommended due to their high fat content, especially in saturated fatty acids.

**Keywords:** Dry-cured ham; Fat; Nutritional content; Protein; Vacuum packaging.

#### Acknowledgements

This work was supported by the project PTDC/AGRTEC/3366/2012 with the acronym Rose4Pack (Biodegradable active packaging with rosemary extract (*Rosmarinus officinalis* L.) to improve food shelf-life) funded by the Foundation for Science and Technology (FCT) and COMPETE Program (FCOMP-01-0124-FEDER-028015). Patrícia Vicente is grateful for the research grant under the project Rose4Pack.

# DRY-CURED HAM PACKAGED UNDER VACCUM: NUTRITIONAL EVALUATION



Mariana Arede<sup>1</sup>, Patrícia Vicente<sup>1</sup>, Ana Sanches-Silva<sup>2,3</sup>, Fernando Ramos<sup>1,4</sup>,  
Maria Conceição Castilho<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Pharmacy Faculty, University of Coimbra, Coimbra, Portugal;

<sup>2</sup> National Institute of Health Dr. Ricardo Jorge, I.P., Department of Food and Nutrition, Lisbon, Portugal;

<sup>3</sup> Centro de Estudos de Ciência Animal (CECA), ICETA – Instituto de Ciências, Tecnologias e Agroambiente da Universidade do Porto, Oporto, Portugal

<sup>4</sup> CNC – Center for Neuroscience and Cell Biology, Pharmacy Faculty, University of Coimbra, Coimbra, Portugal



## INTRODUCTION

Dry-cured ham (Fig. 1) is a charcuterie product very appreciated in European countries such as Portugal, Spain and Italy. This product is generally found in the market as a whole-piece format or sliced in vacuum-packed trays. The aim of this study was to determine the moisture, fat, protein content and individual fatty acids of sliced dry-cured hams commercialized in Portugal and packaged under vacuum.



Figure 1. Dry-cured ham.

## METHODS

Six brands of dry-cured ham were randomly selected and acquired in supermarkets in Lisbon and Coimbra (Portugal). Moisture content was determined by a drying method in a hot air oven method (Fig. 2). Soxhlet method was used for the determination of fat (Fig. 3). Fatty acids methyl esters were determined by gas chromatography with a flame ionization detector (GC-FID) (Fig. 4). Kjeldahl method was used for the determination of protein (Fig. 5).



Figure 2. Determination of moisture. 2A – Oven; 2B – Desiccator; 2C – Capsules with sand and sample.



Figure 3. Determination of fat. 3A – Soxhlet extractor; 3B – Desiccator; 3C – Preparation of samples; 3D – Rotary evaporator.



Figure 4. Determination of fatty acids. 4A and 4B – Filtration of the sample with anhydrous sodium sulfate; 4C – Sample extraction and derivatization; 4D – GC-FID.

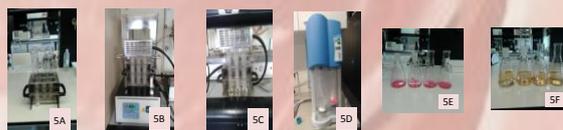


Figure 5. Determination of protein. 5A – Mineralization tubes with samples; 5B – Fumes aspiration; 5C – Mineralization of samples; 5D – Sample distillation; 5E and 5F – Samples before and after titration.

## RESULTS & DISCUSSION

According to the results obtained, moisture content ranged from  $45.7 \pm 0.02$  and  $51.7 \pm 0.02$  g/100 g (Fig. 6), while fat content between  $9.40 \pm 2.22$  and  $19.7 \pm 0.00$  g/100 g (Fig. 7).

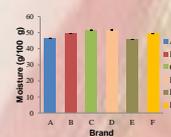


Figure 6. Moisture content of the analyzed dry-cured hams.

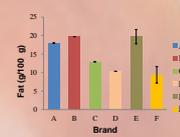


Figure 7. Fat content of the analyzed dry-cured hams.

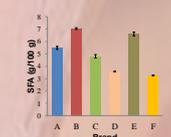


Figure 8. Saturated fatty acids content of the analyzed dry-cured hams.

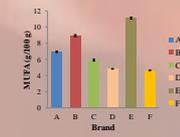


Figure 9. Monounsaturated fatty acids content of the dry-cured hams.



Figure 10. Polyunsaturated fatty acids content of the dry-cured hams.

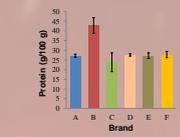


Figure 11. Protein content of the dry-cured hams.

Brand F contained the lowest levels of saturated fatty acids (SFA) ( $3.26 \pm 0.01$  g/100 g), monounsaturated fatty acids (MUFA) ( $4.65 \pm 0.01$  g/100 g) and polyunsaturated fatty acids (PUFA) ( $1.07 \pm 0.00$  g/100 g), while brand B ( $7.04 \pm 0.07$  g/100 g), brand E ( $11.1 \pm 0.12$  g/100 g) and brand A ( $4.61 \pm 0.04$  g/100 g) presented the highest SFA, MUFA and PUFA values, respectively (Fig. 8-10). Protein content varied between  $23.8 \pm 4.86$  and  $42.8 \pm 4.06$  g/100 g (Fig. 11).

## CONCLUSIONS

Based on the results obtained, the nutritional value of dry-cured hams available in the Portuguese market presents variable composition. These differences may be due to the feeding of pigs, the variety of animals and processing conditions. Moderate consumption of these products is recommended due to their high fat content, especially in saturated fatty acids.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Project Number PTDC/AGR-TEC/3366/2012 with the acronym Rose4Pack (Biodegradable active packaging with rosemary extract (*Rosmarinus officinalis* L.) to improve food shelf life) and funded by the Foundation for Science and Technology (FCT) and COMPETE Program [grant number FCOMP-01-0124- FEDER-028015]. Patrícia Vicente is grateful for a research grant under the Rose4Pack Project.



## MINERALS CONTENT OF DELICACY MEAT PRODUCTS PACKAGED UNDER VACUUM: DRY-CURED HAM

Mariana Arede<sup>1</sup>, Patrícia Vicente<sup>1</sup>, Ana Sanches-Silva<sup>2,3</sup>, Fernando Ramos<sup>1,4</sup>,  
Maria Conceição Castilho<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Pharmacy Faculty, University of Coimbra, Coimbra, Portugal;

<sup>2</sup> National Institute of Health Dr. Ricardo Jorge, I.P., Department of Food and Nutrition, Lisbon, Portugal;

<sup>3</sup> Centro de Estudos de Génia Animal (CECA), ICETA – Instituto de Ciências, Tecnologias e Agroambiente da Universidade do Porto, Oporto, Portugal

<sup>4</sup> CNC – Center for Neuroscience and Cell Biology, Pharmacy Faculty, University of Coimbra, Coimbra, Portugal;

\* Email: f Ramos@ff.uc.pt

The unique sensorial and nutritional qualities of dry-cured Iberian pork products are responsible for the expansion of the market of these delicacies, highly appreciated in Portugal, Spain and Italy.

The objectives of this study were to evaluate the composition of six dry-cured meat brands available in the national market regarding their ash, phosphorus, sodium and calcium content.

For the determination of ash, samples were carbonized, followed by induration in a muffle furnace at 600 °C. Phosphorus and calcium measurements were carried out on the ash previously obtained. Phosphorus was determined by spectrophotometry at 720 nm and calcium by complexometric titration with EDTA, adjusted to pH 13. Charpentier-Volhard method was used for evaluation of sodium chloride.

Ash content ranged between  $4.86 \pm 0.00$  g/100 g (brand B) and  $7.89 \pm 0.00$  g/100 g (brand A). Phosphorus content varied between  $164 \pm 0.03$  mg/100 g (brand D) and  $248 \pm 0.01$  mg/100 g (brand E). Sodium content ranged between  $422 \pm 0.88$  and  $1350 \pm 0.67$  mg/100 g, for the dry-cured hams of brands C and D, respectively. Calcium content ranged between  $70.8 \pm 4.27$  and  $79.5 \pm 0.26$  mg/100 g, for dry-cured hams of brands B and C, respectively.

In general, considerable differences were achieved among the six samples analysed for all the parameters evaluated. However, greater differences were found for sodium content, where a threefold difference was found between the lowest and the highest value. Due to the high salt content of dry-cured Iberian pork products, associated with cardiovascular diseases, the consumption of these products shall be moderate.

**Keywords:** Ash; Calcium; Dry-cured ham; Minerals; Phosphorus; Sodium.

### Acknowledgements

This work was supported by the project PTDC/AGRTEC/3366/2012 with the acronym Rose4Pack (Biodegradable active packaging with rosemary extract (*Rosmarinus officinalis* L.) to improve food shelf-life) funded by the Foundation for Science and Technology (FCT) and COMPETE Program (FCOMP-01-0124-FEDER-028015). Patrícia Vicente is grateful for the research grant under the project Rose4Pack.

# MINERALS CONTENT OF DELICACY MEAT PRODUCTS PACKAGED UNDER VACUUM: DRY-CURED HAM



Mariana Arede<sup>1</sup>, Patrícia Vicente<sup>1</sup>, Ana Sanches-Silva<sup>2,3</sup>, Fernando Ramos<sup>1,4</sup>, Maria Conceição Castilho<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Pharmacy Faculty, University of Coimbra, Coimbra, Portugal;

<sup>2</sup> National Institute of Health Dr. Ricardo Jorge, I.P., Department of Food and Nutrition, Lisbon, Portugal;

<sup>3</sup> Centro de Estudos de Ciência Animal (CECA), ICETA – Instituto de Ciências, Tecnologias e Agroambiente da Universidade do Porto, Oporto, Portugal

<sup>4</sup> CNC – Center for Neuroscience and Cell Biology, Pharmacy Faculty, University of Coimbra, Coimbra, Portugal



## INTRODUCTION

The unique sensorial and nutritional qualities of dry-cured Iberian pork products are responsible for the expansion of the market of these delicacies, highly appreciated in Portugal, Spain and Italy.

## OBJECTIVE

The objectives of this study were to evaluate the composition of six dry-cured meat brands available in the national market regarding their ash, phosphorus, sodium and calcium content.

## METHODS

For the determination of ash, samples were carbonized, followed by incineration in a muffle furnace at 600 °C (Fig. 1). Phosphorus and calcium measurements were carried out on the ash previously obtained (Fig. 2). Phosphorus was determined by spectrophotometry at 720 nm and calcium by complexometric titration with EDTA, adjusted to pH 13 (Fig. 3). Charpentier-Volhard method was used for evaluation of sodium chloride (Fig. 4).



Figure 1- Determination of ash. 1A – Muffle furnace; 1B – Desiccator; 1C – Ashes.

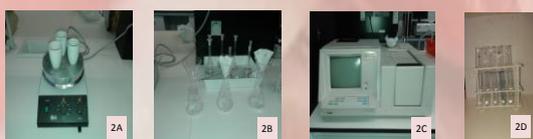


Figure 2- Determination of phosphorus. 2A – Hotplate with crucibles; 2B – Filtration of samples; 2C – Spectrophotometer; 2D – Samples.

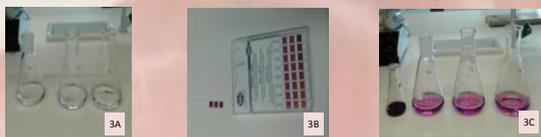


Figure 3- Determination of calcium. 3A – Samples after filtration; 3B – Confirmation of pH 12-13; 3C – Titration of the samples.



Figure 4- Determination of sodium. 4A – Samples; 4B – Mechanical stirrer with samples; 4C – Filtration of samples; 4D – Samples after titration.

## RESULTS & DISCUSSION

Ash content range between  $4.86 \pm 0.00$  g/100 g (brand B) and  $7.89 \pm 0.00$  g/100 g (brand A) (Figure 5).

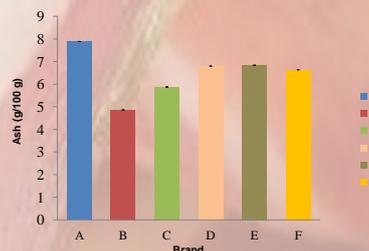


Figure 5- Comparison of the ash content of the dry-cured hams.

Phosphorus content varied between  $164 \pm 0.03$  mg/100 g and  $248 \pm 0.01$  mg/100 g while sodium content ranged between  $422 \pm 0.88$  and  $1350 \pm 0.67$  mg/100 g (Table). Calcium content ranged between  $70.82 \pm 4.27$  and  $79.51 \pm 0.26$  mg/100 g (Table 1).

Table 1- Comparison of the phosphorus, sodium and calcium content of the dry-cured hams.

	A	B	C	D	E	F
Phosphorus (mg/100 g)	229 ± 0.01	225 ± 0.02	167 ± 0.06	164 ± 0.03	248 ± 0.01	233 ± 0.01
Sodium (mg/100 g)	1165 ± 0.24	809 ± 0.79	422 ± 0.88	1350 ± 0.67	1305 ± 0.34	1154 ± 0.37
Calcium (mg/100 g)	74.9 ± 0.93	70.8 ± 4.27	79.5 ± 0.26	77.5 ± 1.21	76.1 ± 1.28	75.5 ± 1.62

## CONCLUSIONS

In general, considerable differences were achieved among the six samples analyzed for all the parameters evaluated. However, greater differences were found for sodium content, where a threefold difference was found between the lowest and the highest value. Due to the high salt content of dry-cured Iberian pork products, associated with cardiovascular diseases, the consumption of these products shall be moderate.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Project Number PTDC/AGR-TEC/3366/2012 with the acronym Rose4Pack (Biodegradable active packaging with rosemary extract (*Rosmarinus officinalis* L.) to improve food shelf life) and funded by the Foundation for Science and Technology (FCT) and COMPETE Program [grant number FCOMP-01-0124- FEDER-028015]. Patrícia Vicente is grateful for a research grant under the Rose4Pack Project.



**P179. Fatty acids profile of dry-cured ham packaged with a biodegradable active packaging with rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract**

Vicente P<sup>1</sup>; Arede M<sup>1</sup>; Castilho MC<sup>1</sup>; Sanches-Silva A<sup>2</sup>; Ramos F<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Pharmacy, University of Coimbra, Portugal; <sup>2</sup>Portuguese National Institute of Health Dr. Ricardo Jorge, Portugal

framos@ff.uc.pt

Keywords: *Rosmarinus officinalis*, biodegradable active packaging, fatty acid profile

Antioxidants are additives that can be included in the formulation of active films to control deterioration by oxidation and to preserve food quality <sup>1</sup>. The aim of this study was to evaluate the fatty acid profile of dry-cured ham packaged with a biodegradable active packaging with rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract.

Two types of dry-cured ham, without the addition of preservatives and with different fat levels, acquired in local supermarkets, were packaged with films with rosemary extract (R1%, R2%, R3% and R5% - biodegradable films containing 1, 2, 3 and 5 % of rosemary extract, respectively). Three assays were carried out: (1) low fat sample packaged at 5 °C for 90 days; (2) low fat sample packaged with R3% at room temperature for 60 days and (3) low and high fat samples packaged with R2%. After storage, samples were analyzed regarding their fatty acids profile. Preparation of fatty acid methyl esters (FAMES) was performed by transesterification using a methanolic solution of potassium hydroxide. Chromatographic analysis was performed with a gas chromatograph equipped with a flame ionization detector.

The first assay was carried out with films with different concentration of rosemary extract. In general, active films allowed maintaining the fatty acids (FA) profile after 90 days of storage. However, R1% was the less effective. The results obtained in second assay have showed increased polyunsaturated fatty acids (PUFAs) levels in the cured ham packaged with R3% in comparison with the control after 30 and 60 days of storage. In the third assay, the active film R2% has showed similar protection in samples with different fat levels.

Promising results were obtained regarding the lipid oxidation status of a food model packaged with an active food packaging with rosemary extract. This new packaging allowed maintaining the fatty acids profile of dry-cured ham.

1. Barbosa-Pereira L, Aurrekoetxea GP, Angulo I, Paseiro-Losada P and Cruz JM (2014). Meat Science, 97: 249–254.

# FATTY ACIDS PROFILE OF DRY-CURED HAM PACKAGED WITH A BIODEGRADABLE ACTIVE PACKAGING WITH ROSEMARY (*Rosmarinus officinalis* L.) EXTRACT

Patrícia Vicente<sup>1</sup>, Mariana Arede<sup>1</sup>, Maria Conceição Castilho<sup>1</sup>, Ana Sanches-Silva<sup>2,3</sup>, Fernando Ramos<sup>1,4,\*</sup>

<sup>1</sup> Pharmacy Faculty, University of Coimbra, Coimbra, Portugal;

<sup>2</sup> CNC – Center for Neuroscience and Cell Biology, Pharmacy Faculty, University of Coimbra, Coimbra, Portugal;

<sup>3</sup> Department of Food and Nutrition, National Institute of Health Dr. Ricardo Jorge, I.P., Lisbon, Portugal;

<sup>4</sup> Centro de Estudos de Ciência Animal (CECA), ICETA - Instituto de Ciências, Tecnologias e Agroambiente da Universidade do Porto, Universidade do Porto, Oporto, Portugal

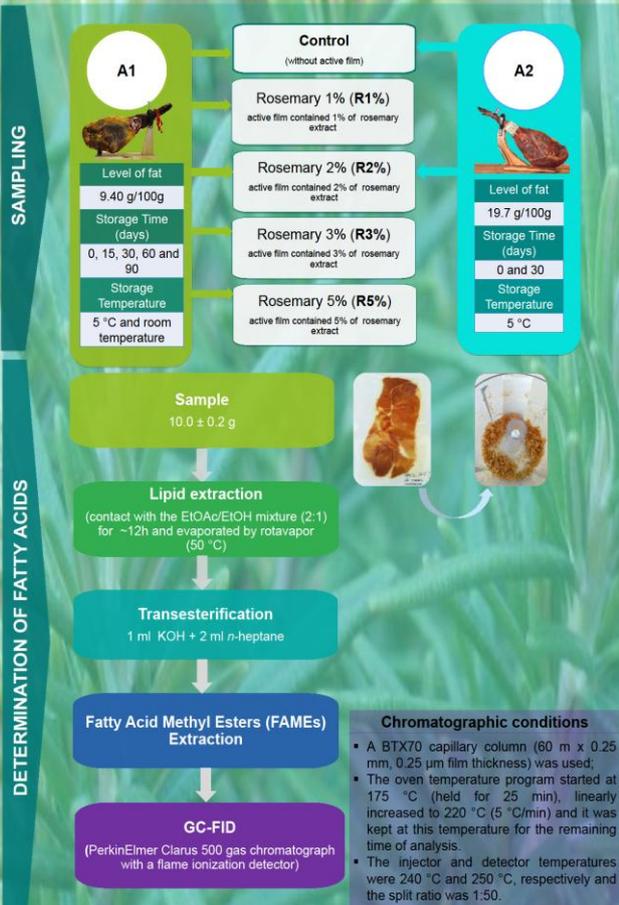
\* Presenting author: framos@ff.uc.pt



## INTRODUCTION

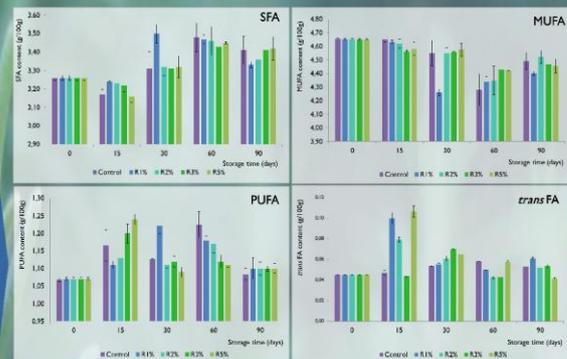
Lipid oxidation can produce changes in food quality parameters, such as organoleptic properties and nutritional value, which leads to the generation and accumulation of compounds that may be responsible for product unacceptability for human consumption [1]. Antioxidants are additives that can be included in the formulation of active films to control deterioration caused by oxidation and to preserve food quality [2]. Traditionally, synthetic antioxidants have been used, like butylated hydroxytoluene (BHT) and butylated hydroxyanisole (BHA), although the potential toxicity is making their application questionable. In this respect, natural antioxidants and the search for naturally occurring compounds that have antioxidant effect are gaining interest for their antimicrobial activity and their flavors that lead them to be widely used within the food industry [3]. The aim of this study was to evaluate the fatty acid profile of dry-cured ham packaged with a biodegradable active packaging. The active packaging incorporates rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract to improve the quality of foodstuffs and to increase their shelf-life while ensuring food safety.

## METHODOLOGY



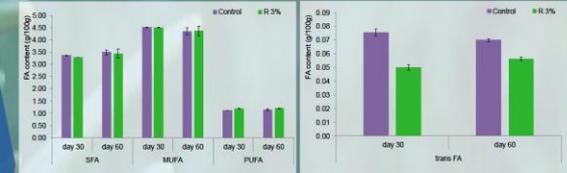
## RESULTS AND DISCUSSION

LOW-FAT SAMPLE PACKAGED AT 5 °C FOR 90 DAYS



- In general, active films allowed maintaining the fatty acids (FA) profile after 90 days of storage. However, R1% was the less effective.
- For instance, saturated fatty acids (SFA) and monounsaturated fatty acids (MUFAs) presented the lowest levels in dry-cured ham packaged with active film R1%.
- After 60 days of storage at 5 °C, dry-cured ham packaged with active films R2% and R3%, showed the lowest values of *trans* FAs.

LOW-FAT SAMPLE PACKAGED WITH R3% AT ROOM TEMPERATURE FOR 60 DAYS



- The results obtained have showed increased polyunsaturated fatty acids (PUFAs) levels in the dry-cured ham packaged with R3% in comparison with the control after 30 and 60 days of storage.
- The *trans* FA levels showed decrease in film R3%, which favors the protection against lipid oxidation.

LOW AND HIGH-FAT SAMPLES PACKAGED WITH R2%

Fatty Acids *	Day 0		Day 30	
	Control Film	R 2%	Control Film	R 2%
<b>A1</b>				
SFA	3.26 ± 0.01	3.31 ± 0.09	3.32 ± 0.05	
MUFA	4.85 ± 0.01	4.55 ± 0.09	4.55 ± 0.05	
PUFA	1.07 ± 0.00	1.13 ± 0.00	1.11 ± 0.01	
<i>trans</i> FA	0.04 ± 0.00	0.05 ± 0.00	0.06 ± 0.00	
<b>A2</b>				
SFA	6.60 ± 0.15	6.52 ± 0.06	6.71 ± 0.10	
MUFA	11.1 ± 0.12	11.0 ± 0.05	10.7 ± 0.09	
PUFA	1.12 ± 0.04	1.26 ± 0.01	1.39 ± 0.01	
<i>trans</i> FA	0.08 ± 0.00	0.09 ± 0.00	0.11 ± 0.00	

\* Mean values ± standard deviation (g per 100g of fat).

- The active film R2% has showed similar protection in samples with different fat levels.

## CONCLUSION

Promising results were obtained regarding the lipid oxidation status of a food model packaged with an active food packaging with aromatic plant extract. This new packaging allowed maintaining the fatty acids profile of dry-cured ham.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Project Number PTDC/AGR-TEC/3366/2012 with the acronym Rose4Pack (Biodegradable active packaging with rosemary extract (*Rosmarinus officinalis* L.) to improve food shelf life) and funded by the Foundation for Science and Technology (FCT) and COMPETE Program [grant number FCOMP-01-0124-FEDER-028015]. Patrícia Vicente is grateful for a research grant under the Rose4Pack Project.

- REFERENCES**
- Barbosa-Pereira, L., Aurrekoetxea, G.P., Argüelo, I., Paseiro-Losada, P. and Cruz, J.M. Development of new active packaging films coated with natural phenolic compounds to improve the oxidative stability of beef. *Meat Sci.* 97 (2014) 249–254.
  - Volpe, M.O., Siano, F., Paolucci, M., Sacco, A., Sorrentino, A., Malinconico, M. and Varricchio, E. (2015). Active edible coating effectiveness in shellfish enhancement of trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets. *LWT - Food Science and Technology* 60 (2015) 615–622.
  - Contini, C., Álvarez, R., O'Sullivan, M., Dowling, D.P., Og Gargan, S. and Monahan, F. J. (2014). Effect of an active packaging with citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. *Meat Sci.* 96 (2014) 1171–1176.

