

RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS

SÉRIE DIGITAL

CONSERVAÇÃO EM REFRIGERADO DE
FIAMBRES DE CORVINA E DOURADA
EMBALADOS EM ATMOSFERA MODIFICADA

J. Patriarca, A.T. Ribeiro, H. Silva, H. Vieira, B. Teixeira,
M.J. Rodrigues, M. Gil, P. Pousão-Ferreira, e R. Mendes

2015

8



RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS DO IPMA – SÉRIE DIGITAL

Destinam-se a promover uma divulgação rápida de resultados de carácter científico e técnico, resultantes da actividade de investigação e do desenvolvimento e inovação tecnológica nas áreas de investigação do mar e da atmosfera. Esta publicação é aberta à comunidade científica e aos utentes, podendo os trabalhos serem escritos em Português, Francês ou Inglês.

Edição

IPMA

Rua C – Aeroporto de Lisboa
1749-007 LISBOA
Portugal

Corpo Editorial

Francisco Ruano – Coordenador

Aida Campos

Irineu Batista

Lourdes Bogalho

Mário Mil-Homens

Rogélia Martins

Teresa Drago

Edição Digital

Anabela Farinha

As instruções aos autores estão disponíveis no sitio web do IPMA

<http://ipma.pt>

ou podem ser solicitadas aos membros do Corpo Editorial desta publicação

Capa

Conceição Almeida

ISSN

2183-2900

Todos os direitos reservados

CONSERVAÇÃO EM REFRIGERADO DE FIAMBRES DE CORVINA E DOURADA EMBALADOS EM ATMOSFERA MODIFICADA

Patriarca, J.; Ribeiro, A.T.; Silva, H.; Vieira, H.; Teixeira, B.; Rodrigues, M.J.; Gil, M.; Pousão-Ferreira, P. e Mendes, R.

Recebido em 29.09.2015

Aceite em 04.11.2015

RESUMO

A procura de alimentos saudáveis e mais nutritivos pelos consumidores tem estimulado o desenvolvimento de novos produtos alimentares funcionais. Neste trabalho, a qualidade de fiambres de corvina e dourada com fibras dietéticas foi avaliada durante a armazenagem em refrigerado e em atmosfera modificada (30 % CO₂/70 % N₂). Os fiambres tiveram uma boa aceitação sensorial e, em termos microbiológicos, mantiveram-se aceitáveis até, pelo menos, 20 dias. O consumo de 25g de fiambre de corvina garante, 6,0 % e 4,8 % da DDR e de fibra e EPA+DHA, respetivamente, enquanto o fiambre de dourada proporciona, 7,2 % e 17,7 %. Os fiambres de corvina e de dourada com fibras dietéticas são dois produtos hipocalóricos e muito interessantes nutricionalmente para um mercado de consumidores mais exigentes, que dão preferência a produtos alimentares à base de pescado e promotores da saúde e de bem-estar.

Palavras-chave: fiambre de pescado, corvina, dourada, qualidade, refrigerado, atmosfera modificada

ABSTRACT

Title: Quality changes during refrigerated storage of meagre and seabream hams packaged in modified atmosphere.

The search for healthier food products has increased the development of novel fish-based functional foods. In the present work the quality changes during refrigerated storage of meagre and sea bream hams enriched with dietetic fibers and packaged in modified atmosphere (30 % CO₂ / 70 % N₂) were evaluated. The fish hams had a good sensory acceptance and in microbiological terms were acceptable until at least 20 days. The consumption of 25 grams of meagre ham guarantees 6.0 % and 4.8 % of the DDR of fiber and EPA+DHA, respectively, while seabream ham provides 7.2 % and 17.7 %. The meagre and seabream hams with dietary fibers are two hypocaloric products very interesting nutritionally for a market of consumers demanding fish-based products that also promote health and well-being.

Keywords: fish ham, meagre, sea bream, quality, refrigerated storage, modified atmosphere

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Patriarca, J.; Ribeiro, A.T.; Silva, H.; Vieira, H.; Teixeira, B.; Rodrigues, M.J.; Gil, M.; Pousão-Ferreira, P.; Mendes, R., 2015. Conservação em refrigerado de fiambres de corvina e dourada embalados em atmosfera modificada. **Relat. Cient. Téc. do IPMA** (<http://ipma.pt>), n° 8, 43 pp.

CONSERVAÇÃO EM REFRIGERADO DE FIAMBRES DE CORVINA E DOURADA EMBALADOS EM ATMOSFERA MODIFICADA.



Patriarca, J.^a, Ribeiro, A.T.^{b,d,e}, Silva, H.^b, Vieira, H.^b, Teixeira, B.^b, Rodrigues, M.J.^a,
Gil, M.^a, Pousão-Ferreira, P.^c e Mendes, R.^b.

^a MARE - Marine and Environmental Sciences Centre, ESTM, Instituto Politécnico de Leiria, 2520-641 Peniche, Portugal.

^b Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Departamento do Mar e dos Recursos Marinhos, Av. Brasília, 1449-006 Lisboa, Portugal.

^c Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Estação Piloto de Piscicultura de Olhão, Av. 5 de Outubro, 8700-305 Olhão, Portugal.

^d Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior Agrária, Quinta do Galinheiro - S. Pedro, Freguesia S. Salvador, 2001 - 904 Santarém.

^e Universidade de Évora, Largo dos Colegiais 2, 7000 Évora

Este trabalho foi realizado com o suporte financeiro dos projetos GAC Oeste: Conservação de fiambres dietéticos produzidos a partir de pescado subvalorizado (nº 5/Ação 3,5/edição 2/2012) e PROMAR: Aquacor – Projeto-Piloto de cultivo de corvina em vários sistemas de produção.



Índice

| | |
|---|-----------|
| 1. Introdução..... | 5 |
| 2. Materiais e Métodos..... | 6 |
| 2.1. Matérias-primas e aditivos | 6 |
| 2.2. Produção dos fiambres de pescado..... | 8 |
| 2.3. Embalagem em atmosfera modificada | 9 |
| 2.4. Composição química | 10 |
| 2.5. Fibra alimentar solúvel e insolúvel | 10 |
| 2.6. Perfil de ácidos gordos | 12 |
| 2.7. Análise da composição dos gases..... | 13 |
| 2.8. pH e Capacidade de retenção de água (CRA) | 13 |
| 2.9. Cor..... | 13 |
| 2.10. Análise da textura..... | 14 |
| 2.11. Análise sensorial..... | 14 |
| 2.12. Análise microbiológica..... | 15 |
| 2.13. Análise estatística | 15 |
| 3. Resultados e Discussão..... | 16 |
| 3.1. Composição química | 16 |
| 3.2. Fibras alimentares..... | 17 |
| 3.3. Perfil de ácidos gordos | 18 |
| 3.4. Análise da composição de gases | 20 |
| 3.5. pH e Capacidade de retenção de água (CRA)..... | 21 |
| 3.6. Cor..... | 23 |
| 3.7. Análise de textura..... | 25 |
| 3.8. Análise sensorial..... | 26 |
| 3.9. Análise microbiológica..... | 27 |
| 4. Conclusões..... | 30 |
| Referências bibliográficas..... | 32 |
| Anexos..... | 39 |
| Anexo A – Diagrama de fluxo da produção do fiambre de corvina e dourada. | 39 |
| Anexo B – Ficha de Análise Sensorial | 40 |
| Anexo C –Valores (média ± DP) do crescimento microbiano (log UFC/g) registado nos fiambres de corvina e de dourada durante a armazenagem em refrigerado. | 42 |
| Anexo D – Valores (média ± DP) de cada uma das características sensoriais dos fiambres de corvina e de dourada no dia 0. | 43 |

Abreviaturas

As abreviaturas utilizadas são apresentadas por ordem alfabética seguidas da correspondente definição.

| Abreviatura | Designação |
|--------------------|--------------------------------------|
| ΔE | Diferença total da cor |
| AM | Atmosfera modificada |
| APT | Água peptonada tamponada |
| C_{ab} | Saturação da cor |
| CRA | Capacidade de retenção de água |
| DHA | Ácido docosahexaenóico |
| DP | Desvio-padrão |
| EPA | Ácido eicosapentaenóico |
| EUA | Estados Unidos da América |
| FD | Fibras dietéticas |
| H | Humidade |
| h_{ab} | Tonalidade da cor |
| MES | Ácido 2-(-n-morfolino)etanosulfónico |
| MRD | “Maximum recovery diluent” |
| MTGase | Transglutaminase microbiana |
| MUFA | Ácidos gordos monoinsaturados |
| p | Nível de significância |
| p/p | Peso/peso |
| p/v | Peso/volume |
| PI | Padrão interno |
| PUFA | Ácidos gordos polinsaturados |
| RH | Humidade relativa |
| rpm | Rotações por minuto |
| SFA | Ácidos gordos saturados |
| TBX | Meio Triptona-Bile X-Glucuronídeo |
| TRIS | Tris(hidroximetil)aminometano |
| UFC | Unidades formadoras de colónias |
| VRBGA | Ágar Vermelho Violeta Bile Glicose |
| W | Índice de brancura |

1. Introdução

O bem-estar proporcionado por uma alimentação equilibrada, o crescente conhecimento referente a doenças associadas a maus hábitos alimentares e o interesse em manter um estilo de vida ativo (Slawson *et al.*, 2013; IHRSA, 2014; Sardinha *et al.*, 2015), têm levado os consumidores a selecionar criteriosamente os produtos alimentares disponíveis no mercado. A procura de alimentos mais saudáveis e nutritivos tem vindo a impulsionar o desenvolvimento de novos produtos alimentares à base de pescado (Cardoso *et al.*, 2008, 2011; Ribeiro, 2011), que em virtude da sobre-exploração dos recursos pesqueiros mais valiosos, é feita sobretudo com utilização de espécies de peixe subvalorizadas e reaproveitamento dos restos de pescado provenientes da indústria de processamento (Sánchez *et al.*, 2004). Por outro lado, a atual existência de mercado para produtos diferenciados mais valorizados e de elevada qualidade nutricional, visando clientes mais exigentes por alimentos cujo consumo aporte benefícios acrescidos de saúde e bem-estar, justifica igualmente a utilização de pescado de espécies de maior valor comercial, tais como espécies de aquicultura (Cardoso *et al.*, 2011; Cardoso e Mendes, 2015).

A corvina (*Argyrosomus regius*) é uma espécie mediterrânica com excelentes características biológicas, nomeadamente altas taxas de crescimento, conversão alimentar e fertilidade (Hernández *et al.*, 2009), o que tem impulsionado a sua crescente produção em aquicultura. Apesar da significativa valorização da corvina de maiores tamanhos, a corvina de menor tamanho (< 2 kg) é mais difícil de comercializar, uma vez que possui uma cabeça e ossos grandes, pouca carne e é pouco saborosa (Monfort, 2010). Por sua vez, a dourada (*Sparus aurata*) é também uma espécie largamente produzida em aquicultura devido à sua elevada taxa de crescimento e rentabilidade. Em virtude do aparente excesso de oferta, o mercado apresenta sinais de saturação na comercialização de pescado inteiro, pelo que a incorporação da dourada como ingrediente proteico em novos produtos alimentares tem sido uma alternativa para escoar o produto (Cardoso *et al.*, 2011). A fim de reforçar a rentabilidade da corvina de menor porte e da dourada, foram desenvolvidos novos produtos alimentares através da incorporação de polpa de pescado e ingredientes funcionais (Borderías *et al.*, 2005; Cardoso *et al.*, 2011).

As salsichas, por serem convenientes e de rápida confeção, têm sido usadas como modelo para o desenvolvimento de alimentos à base de pescado os quais incluem outros ingredientes capazes de aumentar o respectivo valor nutricional, nomeadamente óleo de

peixe (Marchetti *et al.*, 2014, 2015) ou fibras dietéticas (FD) (Cardoso *et al.*, 2008). Entre os novos produtos, incluem-se fiambres à base de pescado que têm vindo a ser igualmente propostos como forma de aumentar o leque de produtos saudáveis e nutritivos (Patriarca *et al.*, 2015).

As FD e as enzimas microbianas, como a transglutaminase microbiana (MTGase), são dois exemplos de ingredientes frequentemente usados. Ambos têm um efeito positivo na capacidade de retenção de água, viscosidade, capacidade de gelificação e características texturais, dos produtos alimentares à base de proteínas (Borderías *et al.*, 2005; Phillips, 2013; Gaspar e Góes-Favoni, 2015). Além disso, as FD apresentam uma longa lista de benefícios para o trânsito intestinal (Brownlee, 2011; Phillips, 2013) e são frequentemente usadas no desenvolvimento de alimentos com propriedades funcionais (Puupponen-Pimä *et al.*, 2002). Atualmente, estão presentes quer em alimentos tradicionais (carne, cereais de pequeno-almoço, bolachas, pão, entre outros), quer em suplementos alimentares. A incorporação de FD em produtos alimentares à base de pescado é uma vertente de investigação com resultados promissores (Ribeiro, 2011; Patriarca *et al.*, 2015) e tem-se vindo a usar FD oriundas de algas, como o carragenato (Ortiz e Aguilera, 2004), ou de sementes (Montero *et al.*, 2000).

Continuam a ser limitados os estudos sobre fiambres de pescado suplementados com FD e a sua estabilidade ao longo da armazenagem em refrigerado. Nesse sentido, o presente estudo teve como finalidade produzir e acompanhar a evolução da qualidade de fiambres de corvina e de dourada, ambos enriquecidos com FD, quando armazenados em refrigerado e embalados em atmosfera modificada (AM).

2. Materiais e Métodos

2.1. Matérias-primas e aditivos

A corvina e a dourada foram as espécies escolhidas como matéria-prima para a produção de fiambres com fibras dietéticas. Aproximadamente 32 kg de corvina (*Argyrosomus regius*) e 32 kg de dourada (*Sparus aurata*) foram capturadas em Março de 2015 em tanques pertencentes à Estação Experimental de Piscicultura de Olhão do IPMA. Após a captura, o peixe foi abatido em tanques com água e gelo (1:1), colocado em caixas isotérmicas e transportado durante a noite, a $2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, até ao IPMA em Lisboa. A polpa destes peixes foi obtida num separador mecânico BAADER 694, equipado com um cilindro rotativo com perfurações com 3 mm de diâmetro, a partir de

peixe descabeçado, eviscerado, lavado e escurrido, tendo-se obtido 16,6 kg de polpa de corvina e 19,5 kg de polpa de dourada. A produção de polpa de corvina teve um rendimento de 51,6 % e o rendimento da polpa de dourada foi de 60 %.

Dois ingredientes funcionais foram selecionados pelos seus efeitos positivos nas propriedades texturais dos produtos finais (Piculell, 2006; Lafarge, 2014): carragenato/CEAMGEL 1830 (Carr) da Ceamsa (Porriño, Espanha) e farinha de konjac/Nutricol® GP 312 (Kjc) da FMC Biopolymer (Filadélfia, EUA). Carr é uma mistura de carragenatos iota e kappa (cada um com aproximadamente 50 %, p/p) de algas vermelhas, contendo cloreto de potássio e dextrose. Kjc contém glucomanano extraído da planta konjac. As propriedades das duas fibras encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Propriedades das fibras dietéticas usadas na produção de fiambres de corvina e dourada.

| Propriedades | Carragenato ^a | Farinha de konjac ^b |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Fibras dietéticas (%) | ≥ 80 | ≥ 80 |
| Granulometria (µm) | < 250 | < 250 |
| Cor | Amarelo claro | Castanho |
| Sabor | Neutro | Neutro |
| Solubilidade em água | Solúvel | Solúvel |

^a A informação sobre o carragenato foi obtida a partir da ficha técnica do CEAMGEL 1830® Product Sheet (2006). ^b A informação sobre a farinha de konjac foi obtida a partir da ficha técnica do Nutricol® GP 312 Product sheet (2008).

Os restantes ingredientes são produtos de grau alimentar comercializados por diferentes empresas: cloreto de sódio da VATEL (Alverca, Portugal); aroma a fiambre Ham (Polish) Flavor, marca GIVAUDAN KQ-340-053-9 (Vernier, Suíça); sacarose SIDUL® da SIDUL Açúcares (Santa Iria de Azóia, Portugal); sal nitrificado, marca Palatinata Cure [mistura nitrito de sódio (E 250), nitrato de potássio (E 252) e cloreto de sódio] da BK Giuliani; e MTGase TG-K ACTIVA® GS da Ajinomoto (Tóquio, Japão), apresentando uma atividade de cerca de 100 U/g. O hidróxido de sódio e o trifosfato de sódio também eram de grau alimentar (F Duarte - Indústria e Comércio Alimentar, S.A.)

2.2. Produção dos fiambres de pescado

A preparação de fiambres de pescado foi baseada nos procedimentos seguidos na produção de fiambres de porco na Europa do Sul (Barat *et al.*, 2005) e no fabrico de produtos gelificados de corvina (Ribeiro, 2011), conforme esquematizado no fluxograma apresentado no Anexo A. Os ingredientes e as quantidades usadas para obter o fiambre de corvina e de dourada encontram-se na Tabela 2, tendo-se ajustado a quantidade de água adicionada de forma a obter uma humidade final em ambos fiambres de 75%.

A produção dos fiambres foi realizada numa misturadora refrigerada ($< 7\text{ }^{\circ}\text{C}$) sob vácuo (modelo UM12, Stephan e Söhne, Hameln, Alemanha). Numa primeira fase, misturou-se a polpa de pescado com cloreto de sódio, trifosfato de sódio e 70 % da quantidade total de água e gelo (1 min/1420 rpm). A seguir, adicionou-se MTGase e sacarose, homogeneizando-se durante 1 minuto a 1420 rpm. Por último, foram adicionados os restantes ingredientes: a farinha de konjac (com água equivalente a 30 % da quantidade total de água e gelo), carragenato, solução de hidróxido de sódio a 2 % (p/v) (requerida para a desacetilação parcial do glucomanano do konjac) e aroma de fiambre, submetendo o produto a uma homogeneização final (2 min/2800 rpm). De imediato, a mistura foi colocada numa máquina de enchimento de salsichas (modelo EB-12, Mainca Equipamientos Carnicos, S.L.; Granollers, Espanha) e injetada sob pressão em tripas de celulose com um diâmetro de 9 cm, seguindo-se a torção e atadura manual. O fiambre foi imerso em água (30 °C/30 min) e, a seguir, cozido a vapor (82 °C/105 min) num forno equipado com um termómetro digital (modelo Combi-Master CM6, Rational Grossküchen Technik GmbH, Landsberg am Lech, Alemanha). Após a cozedura, o produto foi rapidamente arrefecido em água com gelo e mantido no frigorífico durante a noite antes de ser fatiado e embalado.

Tabela 2 – Formulação do fiambre de corvina e do fiambre de dourada, ajustada a 75% de humidade.

| Fiambre Ingredientes | Corvina (g) | Dourada (g) | % |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|----------|
| Polpa | 3500,0 | 2500,0 | - |
| Humidade inicial (%) | 76,7 ± 0,3 | 63,1 ± 0,8 | - |
| Água e Gelo | 1206,9 | 2831,5 | - |
| Sal | 64,9 | 73,5 | 1,25 |
| Glucomanano de konjac | 103,8 | 117,6 | 2,0 |
| Carragenato | 103,8 | 117,6 | 2,0 |
| MTGase | 26,0 | 29,4 | 0,5 |
| Trifosfato de sódio | 36,3 | 41,4 | 0,7 |
| Sacarose | 26,0 | 29,4 | 0,5 |
| Aroma de fiambre | 5,2 | 5,9 | 0,1 |
| Sal nitrificado | 13,0 | 14,7 | 0,25 |
| 2 % NaOH (p/p) | 103,8 | 117,6 | 2,0 |
| Total (g) | 5189,6 | 5878,2 | - |

2.3. Embalagem em atmosfera modificada

Os fiambres foram cortados em fatias com 2 mm de espessura numa fiambreira Weivo (Qingdao Weivo Machinery Corp.; Shandong, China). As fatias foram colocadas em bandejas de poliestireno LINfresh Plus (\approx 300 g por bandeja) com um absorvente de humidade no fundo e, por sua vez, acondicionadas em sacos de plástico (Vaessen-Schoemaker, Ovar, Portugal), com as seguintes características: 140 μ m espessura (poliamida e polietileno) e taxas de transmissão gasosa ($\text{cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}$ a 75 % RH e 23 °C) de 25,0 para o oxigénio (O_2), 61,0 para o dióxido de carbono (CO_2) e 8,8 para o azoto (N_2). Os sacos foram selados com uma razão gás/produto de 2:1 numa máquina de embalar (modelo A 300/52, Multivac Sepp Haggemuller Kg, Wolfertschwenden, Alemanha), tendo os fiambres sido embalados em atmosfera modificada com 30 % de CO_2 e 70 % de N_2 . As amostras foram depois armazenadas em refrigeração a $5 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ durante 35 dias. Foram retiradas amostras após 0, 8, 14, 21, 28 e 35 dias de armazenagem para acompanhar a qualidade dos fiambres. Em cada dia de amostragem foram retiradas duas embalagens de cada espécie. As amostras, cujas análises não foram realizadas no dia de amostragem (perfil de ácidos gordos, proteínas, gordura total e fibras), foram conservadas em congelado a -80 °C .

2.4. Composição química

A composição química foi determinada de acordo com os métodos descritos em AOAC (1984), exceto quando indicado em contrário. A humidade foi determinada por secagem das amostras (10 g) a 100 °C durante 18 a 20 horas (h) ou até se obter um peso constante. A cinza foi quantificada após a combustão das amostras secas durante 16 h a 500 °C numa mufla (Heraeus MR 170, Hanau, Alemanha). A gordura total foi determinada pelo método de extração com *Soxhlet* (NP 1972, 2009) com éter etílico.

O teor proteico foi determinado num analisador de azoto FP-528 LECO (LECO, St. Joseph, EUA), previamente calibrado com EDTA (carbono: $41,07 \pm 0,17$, hidrogénio: $5,55 \pm 0,02$, azoto: $9,57 \pm 0,03$) de acordo com o método de Dumas (Saint-Denis e Goupy, 2004), usando o fator de conversão de 6,25.

Todas as determinações foram realizadas em duplicado e os resultados apresentados em média \pm desvio-padrão (DP), quer para os resultados da composição química, quer para as restantes análises, exceto quando indicado em contrário.

2.5. Fibra alimentar solúvel e insolúvel

As fibras alimentares foram determinadas segundo o método 991.43 (AOAC, 1996). Começou-se por preparar as amostras com um tratamento enzimático. Procedendo em duplicado, a $1,0 \pm 0,01$ g de amostra foram adicionados 40 mL de solução tampão MES-TRIS [0,05 M MES (ácido 2-(*n*-morfolino)etanosulfónico; Sigma, Osterode, Alemanha), 0,05 M TRIS (Tris(hidroximetil)aminometano; Sigma, Osterode, Alemanha), pH 8,2 a 24 °C]. Adicionaram-se 50 μ L de solução de α -amilase termoestável (A 3306, Sigma, Osterode, Alemanha) e a mistura foi coberta com papel de alumínio e incubada num banho-maria (95-100 °C/15 min) com agitação. Deixou-se arrefecer até 60 °C, adicionaram-se 100 μ L de solução 50 mg/mL protease (Protease do *Bacillus licheniformis*; Sigma P 3910) em tampão MES-TRIS e voltou-se a incubar (30-60 min/60 °C \pm 1 °C) com agitação. De seguida, adicionou-se 5 mL de solução HCl 0,561 N e procedeu-se ao acerto do pH 4,0 a 4,7 a 60 °C com soluções de NaOH 1 N ou HCl 1 N. Sem parar a agitação, adicionou-se ainda 300 μ L de solução de amiloglucosidase (Sigma, Osterode, Alemanha) e repetiu-se a incubação a 60 °C durante 30 minutos. Em simultâneo, foi preparado o branco, também em duplicado, seguindo o mesmo procedimento, mas sem a adição da amostra.

Para a determinação da fibra alimentar insolúvel, humedeceu-se primeiro uma camada de Celite (1 g, Sigma, Osterode, Alemanha) num filtro ASTM 40-60 μm de porosidade (Pyrex 60 mL, Corning Inc.; Nova Iorque, EUA) e aplicou-se a sucção por vácuo. A seguir, filtrou-se a amostra digerida e o filtrado foi transferido para uma proveta previamente pesada e guardado para determinar a fibra dietética solúvel. O resíduo retido no filtro e na camada de Celite foi lavado sucessivamente com 15 mL de etanol a 78 %, 15 mL de etanol a 95 % e 15 mL de acetona, tendo-se repetido a lavagem duas vezes. A seguir, o filtro foi colocado numa estufa a 105 °C durante a noite e posteriormente arrefecido no exsiccador durante 1 h. Pesou-se o filtro com os resíduos e subtraiu-se a massa inicial do filtro e da Celite para obter o peso do resíduo seco.

Para a determinação da fibra alimentar solúvel, adicionou-se 4 volumes de etanol a 95 % pré-aquecido a 60 °C ao filtrado. A mistura ficou em repouso durante 1 h para permitir a formação do precipitado. A seguir, procedeu-se tal como descrito para a determinação das fibras alimentares insolúveis para obter a respetiva massa.

Para efetuar os cálculos, primeiro determinou-se o valor do branco, usando a seguinte fórmula:

$$B = [(BR_1 + BR_2)/2] - P_B - A_B$$

em que BR_1 e BR_2 são a massa dos resíduos secos obtidos nos duplicados, expressa em gramas, P_B é o teor de proteína do branco (mg) e A_B o da cinza do branco (mg). Os resultados foram expressos em miligramas.

A seguir, procedeu-se à determinação do teor de fibras, recorrendo à fórmula seguinte:

$$FD = \{[(R_1 + R_2)/2] - P - A - B\} / [(M_1 + M_2)/2] \times 100$$

sendo R_1 e R_2 a massa dos resíduos secos obtidos nos duplicados (g), P o teor de proteína da amostra (mg), A o da cinza (mg), e M_1 e M_2 a massa inicial da amostra (mg) e B o valor do branco. As determinações foram realizadas em duplicado e os resultados foram expressos em gramas por 100 g de fiambre (g/100g). Esta fórmula foi aplicada tanto para a determinação das fibras solúveis como insolúveis, substituindo as respetivas massas dos resíduos secos na fórmula.

Por último, determinou-se o teor total de fibras nos fiambres através da soma das fibras solúveis e insolúveis:

$$\text{Fibras total} = \text{FD solúveis} + \text{FD insolúveis}$$

2.6. Perfil de ácidos gordos

Para a determinação do perfil em ácidos gordos recorreu-se ao método de Lepage e Roy (1986) modificado por Cohen e colaboradores (1988). Resumidamente, as amostras foram liofilizadas (Heto PowerDry LL3000, Wagtech, Dinamarca), a seguir moídas e pesado 1 g de amostra para um tubo. Adicionou-se 5 mL de solução de cloreto de acetilo (98 %, Merck):metanol (99,8 %, Merck) (1:19) a cada tubo e agitou-se no *vortex* (30 seg). A seguir, os tubos foram colocados num banho-maria (80 °C/1 h) e depois deixados arrefecer até à temperatura ambiente. Adicionou-se 1 mL de água *Mili-Q* e 2 mL de *n*-heptano (> 99,3 %, Merck) a cada tubo e agitou-se no *vortex* durante 30 segundos. Centrifugou-se durante 3 min a 3000 x g (centrífuga Sigma, 2K 15). Procedeu-se à recolha da fase orgânica, passando-a de seguida numa coluna de algodão e sulfato de sódio anidro (99,9 %, Panreac) previamente preparada.

O perfil dos ácidos gordos foi obtido após a injeção de 2 µL da fase orgânica da amostra num Cromatógrafo de fase gasosa Varian Star CP-3800 (Walnut Creek, Califórnia, EUA) equipado com detetor de ionização de chama a 250 °C. A separação foi efetuada numa coluna capilar de polietileno glicol fundida DB-Wax (0,25 mm d.i x 30 m x 0,25 µm) aquecida de 180 °C a 220 °C a uma razão de 4 °C/min e mantida a 220 °C durante 25 minutos. O hélio foi usado como gás de arrasto. Os ácidos gordos presentes na amostra foram identificados através da comparação do tempo de retenção de cada ácido gordo detetado com o tempo de retenção dos ácidos gordos presentes no padrão da Sigma-Aldrich (PUFA-3 óleo de savelha da *Supelco Analytical*).

Para o cálculo da percentagem relativa dos ácidos gordos totais foi usada a seguinte fórmula:

$$\% \text{ relativa} = (\text{Área}_{A.G.i} \times 100) / \text{Área}_{A.G. \text{ Total}},$$

em que $\text{Área}_{A.G.i}$ é a área do pico do ácido gordo *i* e $\text{Área}_{A.G. \text{ Total}}$ a área total dos ácidos gordos da amostra. As determinações foram realizadas em duplicado e os resultados expressos em percentagem. Foram usados os fatores corretivos 0,7607 e 0,8911, para converter os resultados da percentagem dos ácidos gordos em mg por 100 g de fiambre, respectivamente no fiambre de corvina e dourada, usando a seguinte fórmula:

$$AG \text{ (mg/100g)} = [(\% \text{ relativa} \times \text{Fator corretivo}) \times (\text{Gordura} (\%) / 100)] \times 100$$

2.7. Análise da composição dos gases

A medição da composição da mistura de gases no interior das embalagens foi efetuada com um medidor de gases LS312P, Abiss (Chatillon, França), com uma precisão de 0,2 % e 0,1 % para o CO₂ e O₂, respetivamente. A medição foi efetuada em duas embalagens de cada lote, em cada dia de amostragem.

2.8. pH e Capacidade de retenção de água (CRA)

O pH foi medido diretamente no fiambre moído e à temperatura ambiente com um eletrodo de pH calibrado (SenTix 21, WTW, Weilheim, Alemanha) ligado a um medidor de pH (microprocessor pH meter 539 WTW, Weilheim, Alemanha). As leituras foram realizadas em triplicado.

A CRA foi determinada de acordo com o método modificado de Sánchez-González *et al.* (2008). Cerca de 2 g de amostra foram introduzidos num tubo de centrífuga com papel de filtro enrolado e previamente pesado. Procedeu-se à centrifugação durante 10 minutos a 3000 × g a 20 °C (3K30, Sigma, Osterode, Alemanha) após a qual o papel de filtro foi novamente pesado. A CRA foi expressa como percentagem de água na amostra após a centrifugação em relação ao teor de água inicialmente presente na amostra, usando a fórmula seguinte:

$$CRA = \frac{M_s H - 100 \times (M_f - M_i)}{M_s H} \times 100,$$

em que M_s é a massa inicial da amostra em gramas, M_i é a massa inicial do papel de filtro em gramas, M_f é a massa final do papel de filtro em gramas e H é a humidade em percentagem na amostra. As determinações foram feitas em quadruplicado.

2.9. Cor

A medição da cor foi realizada em triplicado com um colorímetro CR-410 (Konica Minolta Camera, Co, Japão). Para avaliar os resultados, foi usado o sistema CIE-L*a*b* em que L* corresponde à variação entre o preto (valor 0) e o branco (valor 100), a* à variação entre o verde (valores negativos) e o vermelho (valores positivos) e b* à variação entre o azul (valores negativos) e o amarelo (valores positivos) (Sant'Anna *et al.*, 2013). O colorímetro foi calibrado com uma placa branca-padrão (L* = 97,79; a* = -0,02; b* = 1,84). Foram estimados os parâmetros de diferença total da cor (ΔE), saturação (C_{ab}),

tonalidade (h_{ab}) e o índice de brancura (W) de acordo com Schubring (2009) e Sant'Anna *et al.* (2013) através das seguintes fórmulas:

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L_t^*)^2 + (a_0^* - a_t^*)^2 + (b_0^* - b_t^*)^2},$$

sendo L_0^* , a_0^* e b_0^* os valores dos fiambres de corvina no dia 0 e L_t^* , a_t^* e b_t^* os valores medidos nos diferentes tempos de amostragem;

$$C_{ab} = \sqrt{(a_t^*)^2 + (b_t^*)^2},$$

$$h_{ab} = \left(\arctg \frac{b_t^*}{a_t^*} \right) \times 57,29578$$

em que os valores de h_{ab} são apresentados em graus (Almeida, 2002), em que 0° e 360° correspondem uma tonalidade vermelha e os ângulos 90° , 180° e 270° correspondem as tonalidades amarela, verde e azul, respetivamente (Sant'Anna *et al.*, 2013) e

$$W = 100 - \sqrt{(100 - L_t^*)^2 + (a_t^*)^2 + (b_t^*)^2}.$$

2.10. Análise da textura

Para os testes de penetração das fatias de fiambre, usou-se uma sonda metálica esférica de 5 mm de diâmetro, uma velocidade de deslocação da sonda de 10 mm/min e uma célula de carga de 100 N. Foram medidas a força de penetração à rutura (N) e a deformação à rutura (mm). As determinações foram feitas em octuplicado.

2.11. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada numa sala com condições controladas de luz e temperatura. Os atributos do fiambre de corvina e do fiambre de dourada foram avaliados por um painel de dez provadores experientes com os quais foi discutido os termos de descrição e terminologia a usar para avaliar o produto. Os provadores pontuaram os parâmetros sensoriais (aparência externa, aroma, textura, sabor, sensação residual e apreciação global) de acordo com a Ficha de Análise Sensorial apresentada no Anexo B, sendo a intensidade de cada atributo medida numa escala não estruturada com 11 cm. As fatias foram retiradas das embalagens e dispostas em pratos brancos e apresentadas aos provadores aleatoriamente. Os resultados foram apresentados em média \pm DP.

2.12. Análise microbiológica

Duas embalagens de cada tipo de amostra foram escolhidas aleatoriamente para a realização das análises microbiológicas. Para cada amostra, foi preparada uma suspensão com 25 g de amostra (2x 12,5 g de duas amostras independentes) e 225 ml de *Maximum Recovery Diluent* (MRD; Oxoid, Ltd.; England), seguida de homogeneização no Stomacher 400 (Lab Blender, Seward, UK). As diluições sucessivas adequadas foram feitas com MRD a partir desta suspensão-mãe (ISO 6887-1, 1999). Os diferentes meios de cultura foram inoculados pelo método de incorporação exceto quando indicado em contrário. As contagens de microrganismos mesófilos totais e mesófilos produtores de sulfureto de hidrogénio (H₂S) foram realizadas em *Iron Agar* (Merck, Alemanha) a 30 °C ± 1 °C durante 3 dias (ISO 4833, 2003). A enumeração dos microrganismos psicrotróficos totais e psicrotróficos produtores de H₂S foi realizada em placa de contagem de agar a 6,0 °C ± 1 °C durante 10 dias. A enumeração de *Enterobacteriaceae* foi realizada com Ágar Vermelho Violeta Bile Glicose (VRGBA; Oxoid, Ltd.; Inglaterra) com sobrecamada a 37 °C ± 1 °C durante 24 a 48 h (ISO 21528-2, 2004). A contagem de *Escherichia coli* foi realizada por incorporação em Meio Triptona-Bile X-Glucuronídeo (TBX; Merck KGaA, Alemanha) a 37 °C ± 1 °C durante 24 h (ISO 16649-2, 2001). Para as contagens de clostrídeos sulfito-redutores, procedeu-se à inoculação em Agar *Perfringens* (Oxoid, Ltd.; Inglaterra) a 37 °C ± 1 °C durante 48 h (ISO 7937, 2004).

Para o enriquecimento de *Salmonella* spp. e *Listeria* spp. foram preparadas duas suspensões-mãe com 25 g de amostra (2x 12,5 g de duas amostras independentes) e 225 ml de água peptona tamponada (APT; Oxoid, Ltd.; England) e 225 ml de caldo *Half Fraser* (Oxoid, Ltd.; England), respetivamente. Estas duas análises foram realizadas de acordo com ISO 6579 (2002) e ISO 11290-2 (2000), respetivamente.

Todas as análises foram realizadas em duplicado. Os resultados foram expressos em número de unidades formadoras de colónias (UFC) de microrganismos por grama de amostra (UFC/g).

2.13. Análise estatística

Os resultados obtidos ao longo do estudo de estabilidade foram avaliados através da análise de variância com dois fatores e do teste de comparações múltiplas mais apropriado para identificar as diferenças estatisticamente significativas detetadas. As

diferenças foram consideradas significativas ao nível de probabilidade de 5 % ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas no software Statistica 7,0 (Statsoft Inc., Tulsa, EUA).

3. Resultados e Discussão

3.1. Composição química

Os dois fiambres apresentaram diferenças significativas em todos os constituintes (Tabela 3), com particular destaque para a gordura, que apresentou valores muito baixos no fiambre de corvina. Apesar de ambas as formulações terem sido ajustadas para a mesma percentagem de humidade no produto final (75 %), com o objetivo de as tornar mais comparáveis, o fiambre de dourada afastou-se desse valor e registou 77,7 %. Para esta diferença, poderá ter contribuído alguma heterogeneidade da polpa de dourada analisada antes da preparação dos fiambres, todavia embora estatisticamente significativa ($p < 0,05$), não se considera a diferença relevante na explicação das diferenças de qualidade entre os dois fiambres.

Tabela 3 - Composição química (g/100 g) dos fiambres de corvina e dourada no dia 0 e dados de referência da composição química de fiambre de porco.

| Composição | Fiambre de Corvina | Fiambre de Dourada | Fiambre de porco a,b,c,d |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Humidade (%) | 75,4 ± 0,1 ^x | 77,7 ± 0,1 ^y | 73,9 |
| Cinzas (%) | 4,0 ± 0,0 ^x | 3,6 ± 0,0 ^y | 2,5 a 4,8 |
| Gordura total (%) | 0,8 ± 0,1 ^x | 3,4 ± 0,0 ^y | 1,6 a 25,5 |
| Proteínas (%) | 14,1 ± 0,6 ^x | 9,1 ± 0,0 ^y | 8,8 a 19,6 |
| Fibras (g/100g) | 5,9 ^x | 7,1 ^y | 1,3 |
| Valor calórico (cal) | 66 ^x | 67 ^x | 98-270 |

^a Válková *et al.*, 2007; ^b Nobre, 2015; ^c INSA, 2010; ^d Cheng e Sun, 2005.

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$), dentro da mesma linha, estão representados por letras diferentes (x, y).

Durante a armazenagem em refrigerado, a humidade dos dois fiambres não sofreu quaisquer variações significativas ($p > 0,05$), tendo-se mantido, todavia, as diferenças significativas entre ambos os fiambres, em todos os pontos de amostragem (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios (média \pm DP) da humidade (%) do fiambre de corvina e do fiambre de dourada durante o armazenamento em refrigerado.

| Dias | Fiambre de corvina | Fiambre de dourada |
|------|-----------------------------|-----------------------------|
| 0 | 75,4 \pm 0,1 ^x | 77,7 \pm 0,1 ^y |
| 8 | 75,3 \pm 0,1 ^x | 77,3 \pm 0,1 ^y |
| 14 | 74,9 \pm 0,0 ^x | 78,3 \pm 0,9 ^y |
| 21 | 75,4 \pm 0,2 ^x | 77,5 \pm 0,0 ^y |
| 28 | 75,1 \pm 0,1 ^x | 77,5 \pm 0,2 ^y |
| 35 | 75,6 \pm 0,2 ^x | 77,5 \pm 0,1 ^y |

Sem diferenças significativas ao longo do tempo ($p > 0,05$). Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$), dentro da mesma linha, estão representados por letras diferentes (x, y).

3.2. Fibras alimentares

Em termos de fibras alimentares, o fiambre de corvina apresentava 0,8 g/100 g e 5,1 g/100 g, respetivamente de fibras solúveis e insolúveis, perfazendo um teor total de FD de 5,9 g/100 g. No fiambre de dourada, os teores foram, respetivamente, 0,9 g/100 g e 6,2 g/100 g, de fibras solúveis e insolúveis, perfazendo um teor total de FD de 7,1 g/100 g. Os níveis de fibras determinados não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os fiambres e são o reflexo da formulação usada, que permitiu obter fiambres ricos sobretudo em fibras insolúveis. Contudo, esta maior abundância de fibras insolúveis parece evidenciar uma alteração de solubilidade das fibras adicionadas, uma vez que, pela análise da Tabela 1 relativa às propriedades das FD usadas, verifica-se que a única fonte de FD são o carragenato e a farinha de Konjac e estes ingredientes são caracterizados maioritariamente por possuírem fibras solúveis.

Tem sido reportado que, dependendo da composição do alimento em estudo (FAO, 1998), o processo de cozedura afeta as propriedades físicas das FD de várias formas, alterando a razão entre FD solúveis e insolúveis (Dhingra *et al.*, 2012). Varo *et al.* (1983) por exemplo, mostraram que as batatas submetidas a um tratamento térmico apresentavam um teor de FD insolúveis maior, resultante de alterações nas fibras solúveis. O tratamento térmico dos fiambres de corvina e dourada, ao promover as interações proteína-proteína e a conseqüente agregação das proteínas durante o processo de gelificação dos ingredientes, poderá ter alterado também a solubilidade das FD, tornando-as sobretudo insolúveis, o que considerando o ponto de vista da sua funcionalidade, aportou vantagens dietéticas acrescidas aos fiambres. Em termos da saúde e bem-estar, as FD insolúveis têm vindo a ser associadas à diminuição do tempo do trânsito intestinal, ao

aumento do volume fecal, ao amolecimento das fezes e à diminuição da proliferação celular do cancro do colo-rectal (Dreher *et al.*, 2001) e aquelas que possuem propriedades fermentativas têm ainda um efeito positivo sobre o crescimento das bifidobactérias (Brownlee, 2011).

Considerando que a dose diária recomendada (DDR) de fibras para os adultos é de 25 g/dia (Nishida *et al.*, 2004), três fatias (\approx 45 g) de fiambre de corvina garantem 10,6 % da DDR, enquanto três fatias de fiambre de dourada proporcionam 12,8 % da DDR. Por seu lado e em termos energéticos, o teor calórico máximo de ambos os fiambres foi semelhante, na gama das 66-67 cal/100g (não considerada a contribuição energética da fibra insolúvel). Os baixos valores determinados, em comparação com os valores normais de um fiambre de porco (98-270 cal), permitem assim caracterizar ambos os fiambres de pescado como produtos hipocalóricos.

Na Tabela 3 está reunida uma compilação resumida de valores nutricionais de fiambres de corvina, dourada e porco. Em comparação com o fiambre de porco comum, os fiambres de pescado destacam-se pelo teor de fibras e pelo baixo teor de gordura total, em particular o fiambre de corvina, enquanto o teor de humidade, cinza e proteína dos dois tipos de fiambre de pescado se manteve dentro dos valores de referência.

3.3. Perfil de ácidos gordos

O perfil de ácidos gordos dos fiambres de corvina e dourada é apresentado na Tabela 5. Os ácidos gordos mais abundantes foram os monoinsaturados (MUFA – Ácidos Gordos Monoinsaturados) $36,8 \pm 1,0$ % para o fiambre de corvina e $42,9 \pm 1,6$ % para o fiambre de dourada, sendo seguidos pelos ácidos gordos saturados (SFA – Ácidos Gordos Saturados), $35,9 \pm 1,4$ % para o fiambre de corvina e $32,4 \pm 0,9$ % de fiambre de dourada. O fiambre de corvina era o que apresentava maiores diferenças na composição de SFA, MUFA e PUFA (Ácidos Gordos Polinsaturados) em comparação com a respetiva matéria-prima, ao passo que os valores entre a dourada e o fiambre de dourada mantiveram-se próximos.

Em relação aos ácidos gordos insaturados docosaheptaenóico (DHA) e eicosapentaenóico (EPA), o fiambre de corvina possuía 47,8 mg EPA + DHA/100g e o fiambre de dourada 177,54 mg EPA + DHA/100g. Tratam-se de dois ácidos gordos ómega-3 que melhoram a qualidade de vida e diminuem o risco de morte prematura (Kidd, 2007). Em particular, está comprovado que o DHA é essencial para o

desenvolvimento cerebral durante e após o nascimento, ao passo que o EPA influencia mais a acção anti-inflamatória e o humor. Ambos permitem ainda a geração de metabolitos neuroprotectores e são importantes na prevenção das doenças cardio-vasculares. Sendo do conhecimento geral a importância da ingestão destes ácidos gordos (Kidd, 2007), é recomendado uma dose diária de 250 mg EPA + DHA por dia para um adulto (GOED, 2014), pelo que três fatias (\approx 45 g) de fiambre de corvina fornecem 8,6 % da DDR e três fatias de fiambre de dourada proporcionam 31,9 % da DDR (aplicado factor de conversão para obtenção dos valores totais de ácidos gordos na gordura).

A razão ω -3/ ω -6 de 0,7 foi aceitável para os dois tipos de fiambres, sendo equivalente à de um alimento com alegado efeito positivo na prevenção do risco da doença cardíaca (Simoupolous, 2008; Kris-Etherton *et al.*, 2002). Em alternativa a esta razão, tem ainda sido sugerido como mais significativo em termos nutricionais, o valor absoluto de consumo dos ácidos linolénico, EPA e DHA (EUFIC, 2008), sendo que, nesse aspeto, os fiambres de corvina e dourada contribuem igualmente de forma significativa para as DDR destes ácidos gordos. Tendo em conta que o período de maturação sexual da corvina é nos meses de verão (Abril-Julho) e o da dourada nos meses no final do ano (Outubro-Dezembro), estas espécies tinham naturalmente um conteúdo lipídico baixo na altura em que foram recolhidas para o presente estudo (Março), enriquecendo pouco o produto final com ácidos gordos, pelo que é expectável que as DDR dos ácidos gordos possam aumentar.

Tabela 5 – Perfil de ácidos gordos (%) dos fiambres de corvina e de dourada no dia 0.

| Ácidos gordos | Fiambre de corvina | Fiambre de dourada |
|--|-------------------------|-------------------------|
| C14:0 | 3,5 ± 0,4 ^a | 5,1 ± 0,6 ^a |
| C16:0 | 24,6 ± 0,8 ^a | 21,4 ± 0,1 ^b |
| C16:1 ω 9 + ω 7 | 7,7 ± 0,3 ^a | 10,2 ± 0,9 ^a |
| C16:3 ω 4 | 0,6 ± 0,0 ^b | 0,7 ± 0,0 ^a |
| C18:0 | 5,5 ± 0,2 ^a | 3,2 ± 0,1 ^b |
| C18:1 ω 9 | 25,0 ± 0,6 ^b | 28,8 ± 0,7 ^a |
| C18:1 ω 7 | 2,2 ± 0,1 ^b | 2,4 ± 0,0 ^a |
| C18:2 ω 6 | 13,3 ± 0,2 ^a | 11,6 ± 0,3 ^b |
| C18:3 ω 3 | 1,0 ± 0,0 ^b | 1,2 ± 0,0 ^a |
| C18:4 ω 3 | 0,6 ± 0,0 ^a | 0,6 ± 0,0 ^a |
| C20:1 ω 9 | 1,1 ± 0,0 ^a | 0,9 ± 0,0 ^b |
| C20:4 ω 6 | 0,9 ± 0,0 ^a | 0,7 ± 0,0 ^b |
| C20:5 ω 3 (EPA) | 2,8 ± 0,1 ^a | 2,1 ± 0,1 ^b |
| C22:5 ω 3 | 0,3 ± 0,2 ^a | 0,9 ± 0,0 ^a |
| C22:6 ω 3 (DHA) | 4,8 ± 0,2 ^a | 3,7 ± 0,1 ^b |
| Total SFA | 35,9 ± 1,4 ^a | 32,4 ± 0,9 ^a |
| Total MUFA | 36,8 ± 1,0 ^b | 42,9 ± 1,6 ^a |
| Total PUFA | 26,1 ± 1,0 ^a | 23,4 ± 0,7 ^a |
| Total ómega 3 (ω3) | 10,1 ± 0,6 ^a | 9,3 ± 0,3 ^a |
| Total ómega 6 (ω6) | 14,8 ± 0,3 ^a | 12,9 ± 0,4 ^b |
| Razão ω3/ω6 | 0,7 ± 1,8 ^a | 0,7 ± 0,9 ^a |

(C:11, C12:0, C15:0, C15:0 ISO, C15:0 ante-iso, C16:0 ante-iso, C16:2 ω 4, C16:3 ω 3, C16:4 ω 3, C17:0, C17:0 ISO, C17:1, C19:0, C19:0 ISO, C18:1 ω 5, C18:3 ω 4, 18:3 ω 6, C20:0, C20:1 ω 7, C20:2 ω 6, C20:3 ω 3, C20:4 ω 3, C21:0, C21:5 ω 3, C22:1 ω 9, C22:1 ω 11, C22:4 ω 6, C22:5 ω 6) \leq 0.5%. Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$), dentro da mesma linha, estão representados por letras diferentes (a,b).

3.4. Análise da composição de gases

A determinação da composição da mistura gasosa no interior das embalagens em AM (Fig. 1) permitiu constatar que, face à percentagem inicial de 30 % CO₂ no momento da embalagem, houve uma diminuição de 10,9 % e 7,9 % CO₂ na atmosfera da embalagem do fiambre de corvina e de dourada, respetivamente, possivelmente resultante da solubilização do CO₂ na superfície do fiambre (Chaix et al, 2014).

As alterações gasosas detetadas nas atmosferas das embalagens do fiambre de corvina e no fiambre de dourada durante o armazenamento em refrigerado não eram significativas ($p > 0,05$). Observou-se, contudo, uma maior alteração do CO₂ nas embalagens do fiambre de corvina, sofrendo uma diminuição de 11,2 % até ao dia 21 e a

seguir um aumento de 6,7 % até ao final do estudo. A embalagem do fiambre de dourada, por sua vez, apresentou uma composição mais estável: sofreu uma diminuição de 11,0 % CO₂ nos primeiros 8 dias em refrigeração, mas manteve-se relativamente constante ($11,5 \pm 0,7$ % CO₂) até ao final do estudo.

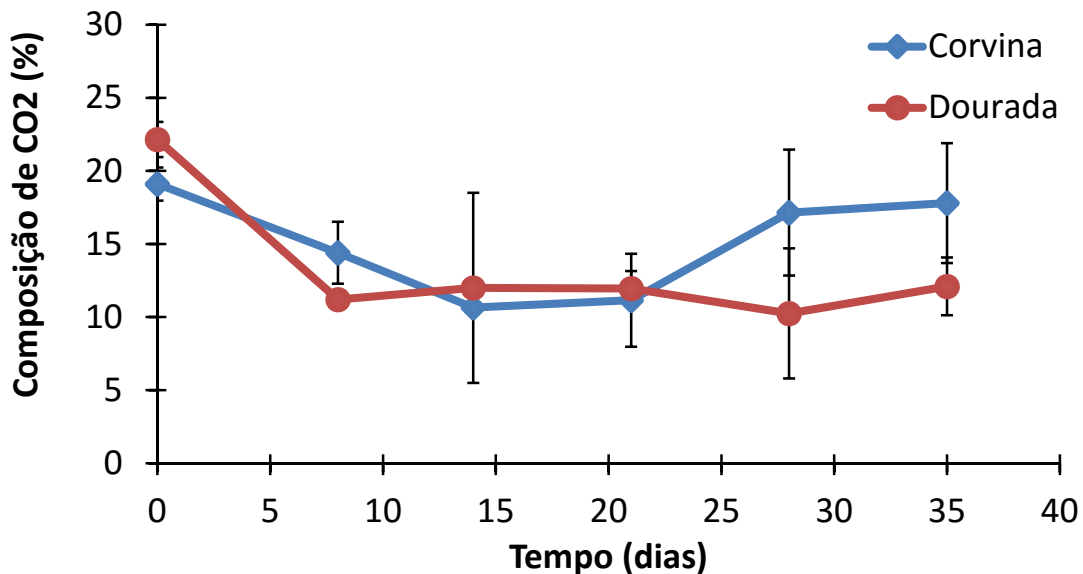


Figura 1 – Teores de CO₂ (%) nas misturas gasosas das embalagens dos fiambres de corvina e de dourada durante a armazenagem em refrigerado.

3.5. pH e Capacidade de retenção de água (CRA)

Relativamente aos valores de pH (Tabela 6), observou-se que entre os dias 8 e 28, o pH de ambos os fiambres se manteve constante, sendo o valor médio $6,9 \pm 0,1$ e $7,0 \pm 0,1$, respectivamente para o de corvina e o de dourada. Estes valores eram significativamente mais altos ($p < 0,05$) do que os registados nos dias 0 e 35.

No caso do fiambre de dourada foi detetada uma correlação com um nível de significância de 0,1, entre o pH e o crescimento de bactérias produtoras de ácido láctico ($r = 0,76$), o que parece reflectir de alguma forma a conhecida influência que o crescimento bacteriano tem nas alterações do pH. Por outro lado, não se observaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os valores do pH dos dois fiambres.

Tabela 6 – Valores (média ± DP) do pH dos fiambres de corvina e de dourada durante a armazenagem em refrigerado.

| Dias | Fiambre de corvina | Fiambre de dourada |
|------|---------------------------|---------------------------|
| 0 | 6,6 ± 0,0 ^{b, x} | 6,7 ± 0,0 ^{b, x} |
| 8 | 6,9 ± 0,0 ^{a, x} | 7,0 ± 0,1 ^{a, x} |
| 14 | 6,9 ± 0,0 ^{a, x} | 7,1 ± 0,0 ^{a, x} |
| 21 | 6,9 ± 0,0 ^{a, x} | 7,1 ± 0,0 ^{a, x} |
| 28 | 6,8 ± 0,1 ^{a, x} | 7,0 ± 0,1 ^{a, x} |
| 35 | 6,2 ± 0,1 ^{c, x} | 6,4 ± 0,2 ^{c, x} |

Valores com diferenças significativas ($p \leq 0,05$), dentro da mesma coluna, estão representados por letras diferentes (a, b, c). Valores com diferenças significativas ($p \leq 0,05$), dentro da mesma linha, estão representados por letras diferentes (x, y).

Quanto à CRA, verificaram-se, nos dois fiambres, valores muito elevados deste parâmetro (> 95 %), sendo consideravelmente superiores ao reportados por Cardoso e Mendes (2015) em corvina com 4 % de fibra de psyllium (85,3 %) e por Cardoso *et al.* (2011) em dourada com 1 % de farinha de konjac (69,6 %), o que sugere uma melhor ligação da água aos restantes constituintes e uma interacção mais efectiva por parte do carragenato e da farinha de konjac na retenção da água. Registou-se ainda uma diferença significativa entre os fiambres de corvina e de dourada, em todos os pontos de amostragem, apresentando o fiambre de corvina sempre uma maior CRA. Por outro lado, o fiambre de corvina foi também o único que apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) durante a armazenagem (Tabela 7), sobretudo devido à diminuição dos valores nos primeiros 14 dias da armazenagem em refrigerado. Após o 21º dia, este fiambre apresentou uma CRA média de $98,2 \pm 0,1$ %. Por seu lado, o fiambre de dourada não apresentou quaisquer diferenças significativas ($p > 0,05$), registando-se uma CRA média de $95,8 \pm 0,7$ % ao longo de 35 dias em refrigeração.

Tabela 7 – Valores (média ± DP) da capacidade de retenção de água (%) dos fiambres de corvina e dourada durante a armazenagem em refrigerado.

| Dias | Fiambre de corvina | Fiambre de dourada |
|------|-----------------------------|----------------------------|
| 0 | 98,0 ± 0,1 ^{ab, x} | 95,5 ± 0,7 ^{a, y} |
| 8 | 97,7 ± 0,2 ^{b, x} | 95,5 ± 0,7 ^{a, y} |
| 14 | 97,8 ± 0,1 ^{ab, x} | 96,0 ± 0,5 ^{a, y} |
| 21 | 98,2 ± 0,3 ^{a, x} | 95,9 ± 0,8 ^{a, y} |
| 28 | 98,1 ± 0,2 ^{ab, x} | 96,1 ± 0,2 ^{a, y} |
| 35 | 98,3 ± 0,1 ^{a, x} | 96,2 ± 0,6 ^{a, y} |

Valores com diferenças significativas ($p \leq 0,05$), na mesma coluna, estão assinalados por letras diferentes (a, b). Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$), para a mesma linha, estão assinalados por diferentes letras (x,y).

Os valores elevados de CRA dos fiambres ao longo da armazenagem e a não existência de variações significativas ($p > 0,05$) nos valores de humidade, indicam que a matriz onde a água se encontra aprisionada mantém a sua estrutura coesa durante toda a armazenagem.

3.6. Cor

Relativamente à cor, o fiambre de corvina foi caracterizado pelos tons de cinza claro ($L^* = 67,3 \pm 0,1$), avermelhado ($a^* = 7,4 \pm 0,7$) e amarelado ($b^* = 8,6 \pm 0,6$), que refletem uma cor rosada clara. Em comparação, o fiambre de dourada possuía tons de cinza significativamente ($p < 0,05$) mais claros ($L^* = 73,8 \pm 0,4$) e avermelhados ($a^* = 5,9 \pm 0,3$), que se traduzem numa cor rosada mais clara.

Durante o estudo, os valores de L^* , a^* e b^* tiveram algumas variações significativas (Tabela 8), nomeadamente, um aumento na luminosidade da cor do fiambre de dourada e um aumento nos tons amarelados no fiambre de corvina. Estas variações estão refletidas no índice de brancura e h_{ab} , respetivamente. A variação da cor dos fiambres, por sua vez, não foi significativa ($p > 0,05$), exceto o valor de ΔE no dia 28, para o fiambre de dourada. Ambos os fiambres apresentaram durante a armazenagem em refrigerado, valores significativamente mais altos para C_{ab} , o que se traduziu numa cor cada vez mais viva dos produtos.

Tabela 8 - Valores (média ± DP) dos parâmetros L*, a*, b*, da diferença total de cor (ΔE), saturação (C_{ab}), tonalidade (h_{ab}), e índice de brancura (W) dos fiambres de corvina e dourada, durante a armazenagem em refrigerado.

| | Dias | L* | a* | b* | ΔE | C_{ab} | h_{ab} (°) | W |
|---------------------------|------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Fiambre de corvina | 0 | 67,3 ± 0,1 ^{bc, x} | 7,4 ± 0,7 ^{a, x} | 8,6 ± 0,6 ^{d, x} | - | 11,4 ± 0,1 ^{d, x} | 49,1 ± 4,6 ^{d, x} | 65,4 ± 0,0 ^{bc, x} |
| | 8 | 70,9 ± 0,3 ^{a, x} | 5,8 ± 0,4 ^{c, x} | 12,2 ± 0,7 ^{a, x} | 5,7 ± 0,6 ^{a, x} | 13,5 ± 0,5 ^{a, x} | 64,6 ± 2,5 ^{a, x} | 68,0 ± 0,2 ^{a, x} |
| | 14 | 67,2 ± 0,6 ^{c, x} | 6,6 ± 0,1 ^{b, x} | 11,5 ± 0,3 ^{a, x} | 3,0 ± 0,9 ^{b, x} | 13,3 ± 0,4 ^{ab, x} | 60,2 ± 0,2 ^{b, x} | 64,6 ± 0,7 ^{c, x} |
| | 21 | 68,0 ± 0,3 ^{bc, x} | 6,5 ± 0,3 ^{b, x} | 11,5 ± 0,2 ^{ab, x} | 3,0 ± 0,9 ^{b, x} | 13,2 ± 0,1 ^{ab, x} | 60,3 ± 1,5 ^{b, x} | 65,4 ± 0,3 ^{bc, x} |
| | 28 | 68,8 ± 1,1 ^{b, x} | 7,1 ± 0,1 ^{ab,} | 10,8 ± 0,2 ^{bc, x} | 2,5 ± 0,8 ^{b, x} | 12,9 ± 0,1 ^{bc, x} | 56,7 ± 0,9 ^{bc, x} | 66,3 ± 0,9 ^{b, x} |
| | 35 | 67,5 ± 0,9 ^{bc, x} | 7,1 ± 0,1 ^{ab} | 10,5 ± 0,2 ^{c, x} | 2,3 ± 0,5 ^{b, x} | 12,7 ± 0,1 ^{c, x} | 55,8 ± 0,6 ^{c, x} | 65,1 ± 0,8 ^{bc, x} |
| Fiambre de dourada | 0 | 73,8 ± 0,4 ^{c, y} | 5,9 ± 0,3 ^{bc, y} | 8,8 ± 0,3 ^{b, x} | - | 10,6 ± 0,2 ^{d, y} | 56,3 ± 2,2 ^{d, y} | 71,7 ± 0,4 ^{c, y} |
| | 8 | 76,4 ± 1,3 ^{bc, y} | 5,6 ± 0,1 ^{c, x} | 10,4 ± 0,1 ^{a, y} | 2,6 ± 0,8 ^{b, y} | 11,8 ± 0,2 ^{c, y} | 61,7 ± 0,2 ^{ac, x} | 73,6 ± 1,1 ^{bc, y} |
| | 14 | 78,0 ± 0,8 ^{bc, y} | 5,6 ± 0,1 ^{c, y} | 10,6 ± 0,2 ^{a, y} | 4,3 ± 0,6 ^{b, x} | 12,1 ± 0,1 ^{bc, y} | 62,1 ± 0,0 ^{ab, y} | 75,0 ± 0,7 ^{bc, y} |
| | 21 | 77,7 ± 1,8 ^{bc, y} | 5,5 ± 0,1 ^{c, y} | 10,7 ± 0,2 ^{a, y} | 5,2 ± 1,0 ^{b, y} | 12,0 ± 0,1 ^{bc, y} | 62,6 ± 0,9 ^{ab, y} | 74,6 ± 1,5 ^{bc, y} |
| | 28 | 83,5 ± 3,9 ^{a, y} | 6,3 ± 0,1 ^{a, y} | 10,9 ± 0,4 ^{a, x} | 11,4 ± 0,2 ^{a, y} | 12,5 ± 0,4 ^{a, x} | 60,0 ± 0,6 ^{c, y} | 79,1 ± 2,9 ^{a, y} |
| | 35 | 79,9 ± 10,2 ^{ab, y} | 6,1 ± 0,2 ^{ab, y} | 10,6 ± 0,1 ^{a, y} | 6,0 ± 0,7 ^{b, y} | 12,2 ± 0,2 ^{ab, y} | 60,2 ± 0,6 ^{bc, y} | 76,5 ± 0,8 ^{ab, y} |

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$), para a mesma coluna e tipo de fiambre, estão assinalados por diferentes letras (a, b, c, d). Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$), para o mesmo dia entre os fiambres, estão assinalados por diferentes letras (x,y).

3.7. Análise de textura

No dia 0 a força de penetração à rutura dos fiambres era significativamente diferente ($p < 0,05$), tendo os produtos preparados com corvina registado $1,3 \pm 0,2$ N e com dourada $0,8 \pm 0,5$ N. Pelo contrário, a deformação à rutura não registou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os fiambres neste dia, possivelmente devido à elevada variabilidade nos valores obtidos. Cardoso *et al.* (2015) mostraram também que os géis de polpa de corvina de aquacultura apresentam valores de força do gel (parâmetro resultante do produto da força à rutura pela deformação à rutura), significativamente ($p < 0,05$) mais altos do que os de dourada.

Durante a armazenagem em refrigerado foram, em geral, registadas variações significativas ($p < 0,05$) da força à rutura no fiambre de corvina e da deformação à rutura, tanto nos fiambres de corvina, como de dourada, sendo evidente uma tendência para o aumento dos valores. A deformação à rutura das fatias apresentou a maior diferença entre o dia 0 e o dia 35 no fiambre de corvina, 1,2 mm contra 0,8 mm no fiambre de dourada. Em termos comparativos, o fiambre de corvina registou sempre durante a armazenagem, valores significativamente ($p < 0,05$) mais elevados de força à rutura do que o fiambre de dourada, enquanto que, no que se refere à deformação à rutura, só no último dia de armazenagem houve diferença entre os fiambres, com as fatias de fiambre de corvina a registarem a maior deformação ($8,5 \pm 0,7$ mm). De notar, ainda que a ocorrência do valor mais baixo da deformação à rutura nos dois fiambres registada no dia 14, foi acompanhada por uma diminuição também na CRA, o que parece sugerir uma causalidade entre os dois parâmetros.

Tabela 9 - Valores (média \pm DP) da força à rutura (N) e da deformação à rutura (mm) das fatias dos fiambres de corvina e dourada durante a armazenagem em refrigerado.

| Dias | Fiambre de corvina | | Fiambre de dourada | |
|------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | Força à rutura | Deformação à rutura | Força à rutura | Deformação à rutura |
| 0 | $1,3 \pm 0,2$ ^{b, x} | $7,3 \pm 1,3$ ^{b, x} | $0,8 \pm 0,5$ ^{a, y} | $7,0 \pm 1,1$ ^{b, x} |
| 8 | $1,3 \pm 0,2$ ^{b, x} | $7,5 \pm 0,8$ ^{b, x} | $0,9 \pm 0,4$ ^{a, y} | $7,1 \pm 0,8$ ^{b, x} |
| 14 | $1,1 \pm 0,3$ ^{c, x} | $6,7 \pm 1,0$ ^{c, x} | $0,8 \pm 0,4$ ^{a, y} | $6,6 \pm 1,0$ ^{b, x} |
| 21 | $1,3 \pm 0,2$ ^{b, x} | $7,6 \pm 0,8$ ^{b, x} | $0,9 \pm 0,6$ ^{a, y} | $7,1 \pm 1,1$ ^{ab, x} |
| 28 | $1,4 \pm 0,2$ ^{ab, x} | $7,6 \pm 1,0$ ^{b, x} | $1,0 \pm 0,5$ ^{a, y} | $7,0 \pm 1,3$ ^{ab, x} |
| 35 | $1,5 \pm 0,2$ ^{a, x} | $8,5 \pm 0,7$ ^{a, x} | $0,9 \pm 0,5$ ^{a, y} | $7,8 \pm 1,0$ ^{a, y} |

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$), para a mesma coluna, estão representados por diferentes letras (a, b, c). Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$), para a mesma linha, estão representados por diferentes letras (x,y).

3.8. Análise sensorial

No que diz respeito à análise sensorial, apenas foi possível realizar o ensaio no dia 0 devido à deteção de *Listeria* spp. nos fiambres (ver seção 3.7) nos restantes dias de amostragem.

Das características analisadas (Fig. 2 e Anexo D), foram detetadas algumas diferenças significativas ($p < 0,05$) nas classificações da cor (o fiambre de corvina foi cotado como tendo cor mais escura), dureza (o fiambre de corvina foi cotado como tendo uma textura mais dura) e suculência (o fiambre de dourada foi cotado como sendo mais suculento). As restantes características analisadas tiveram uma classificação semelhante, todavia com o fiambre de dourada a apresentar, em geral, valores absolutos mais elevados do que o fiambre de corvina. A baixa classificação do sabor ácido vai ao encontro do facto de se ter registado um pH quase neutro nos fiambres (ver seção 3.3). Quanto à apreciação global, houve uma tendência para que o fiambre de dourada ($6,5 \pm 2,0$) fosse mais apreciado do que o fiambre de corvina ($5,1 \pm 2,3$), possivelmente em resultado sobretudo, da cor mais clara, maior suculência e menor dureza, sendo que o maior teor de

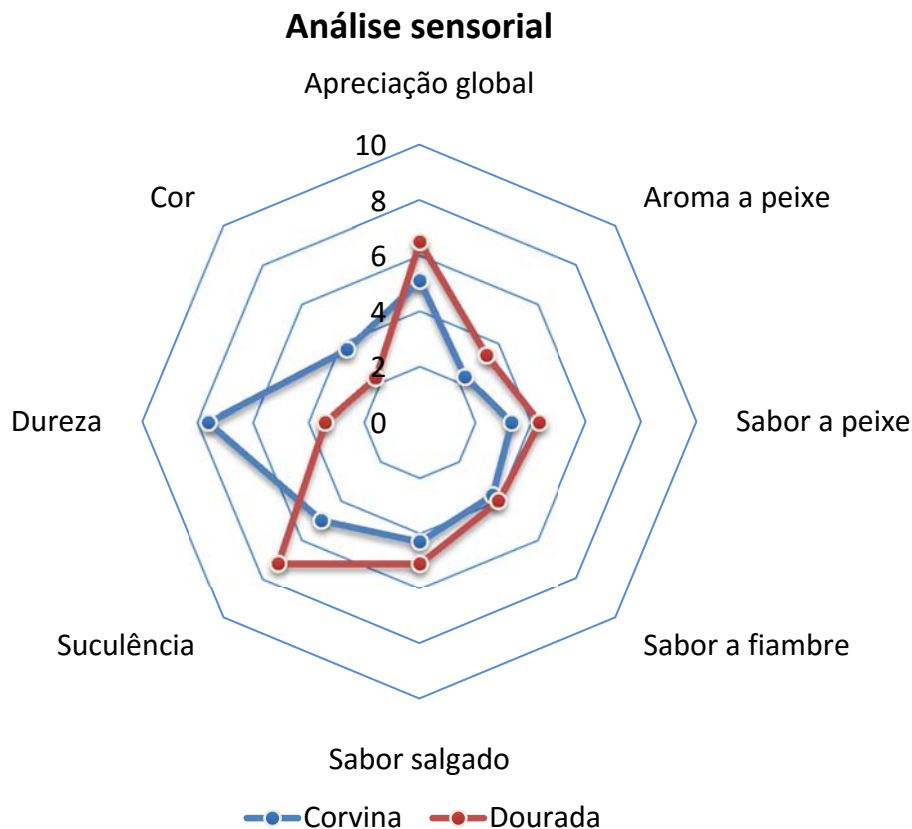


Figura 2 – Avaliação de alguns parâmetros sensoriais dos fiambres de corvina e de dourada no dia 0.

gordura no fiambre de dourada poderá também ter contribuído para a sua maior apreciação.

3.9. Análise microbiológica

Relativamente aos resultados das análises microbiológicas (Anexo C), verificou-se um aumento significativo ($p < 0,05$) no desenvolvimento microbiano nos dois tipos de fiambres, ao longo da armazenagem. Tendo em conta o critério microbiológico aplicado a pescado cozinhado e pronto a consumir, cujo limite máximo aceite para as contagens de microrganismos totais aeróbios é de 7 log UFC/g (Huss, 1993; IFST, 1999), o fiambre de corvina ultrapassou o limite de aceitação após o 21º dia e o fiambre de dourada ultrapassou-o após o 28º dia, quando armazenados em refrigerado e em atmosfera modificada com 30 % CO₂ /70 % N₂ (Fig. 3).

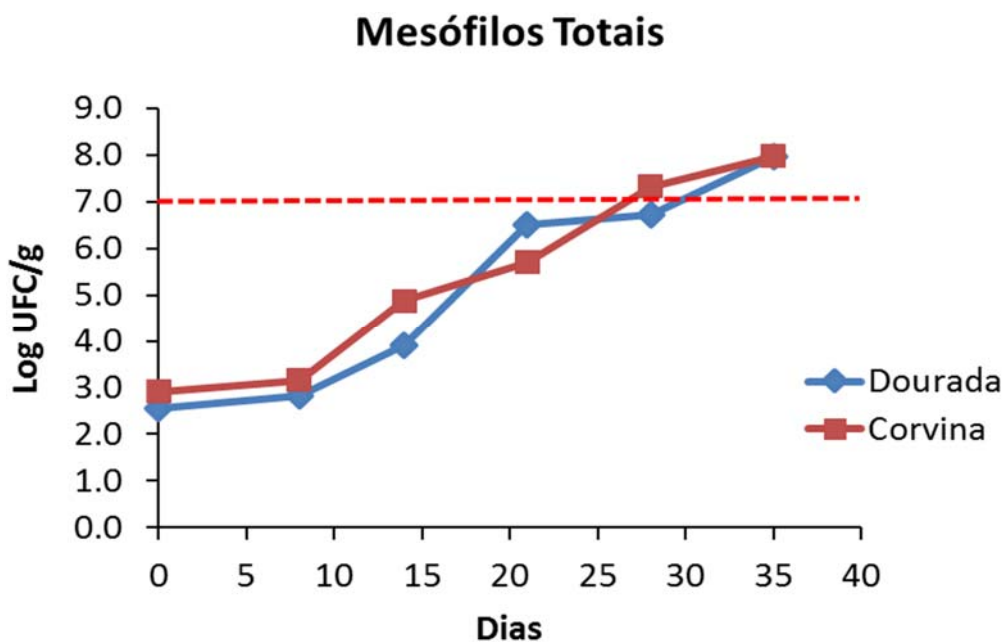


Figura 3 – Alterações no crescimento dos microrganismos mesófilos totais (log UFC/g) nos fiambres de corvina e de dourada durante a armazenagem em refrigerado.

As bactérias psicotróficas tiveram em termos de crescimento, um comportamento semelhante às mesófilas totais, não apresentando diferenças entre os fiambre, mas registando diferenças significativas ($p < 0,05$) ao longo da armazenagem em ambos os produtos (Fig. 4). As enterobactérias apenas se desenvolveram a partir do dia 14 de armazenagem em refrigerado, ao passo que o desenvolvimento de microrganismos mesófilos e psicotróficos produtores de H₂S, clostrídeos sulfito-redutores e *E. coli* foi menor que 1 log UFC/g de fiambre, para os dois tipos de fiambre durante o estudo de

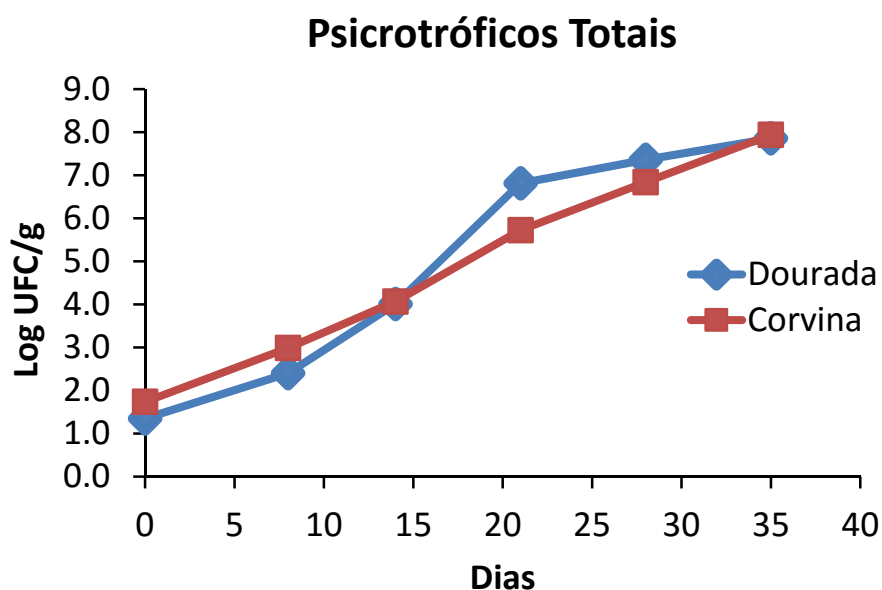


Figura 4 – Alterações no crescimento dos microrganismos psicrotróficos totais (log UFC/g) nos fiambres de corvina e dourada durante a armazenagem em refrigerado.

estabilidade. Constatou-se ainda que o fiambre de corvina foi o mais suscetível ao desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico (Fig. 5).

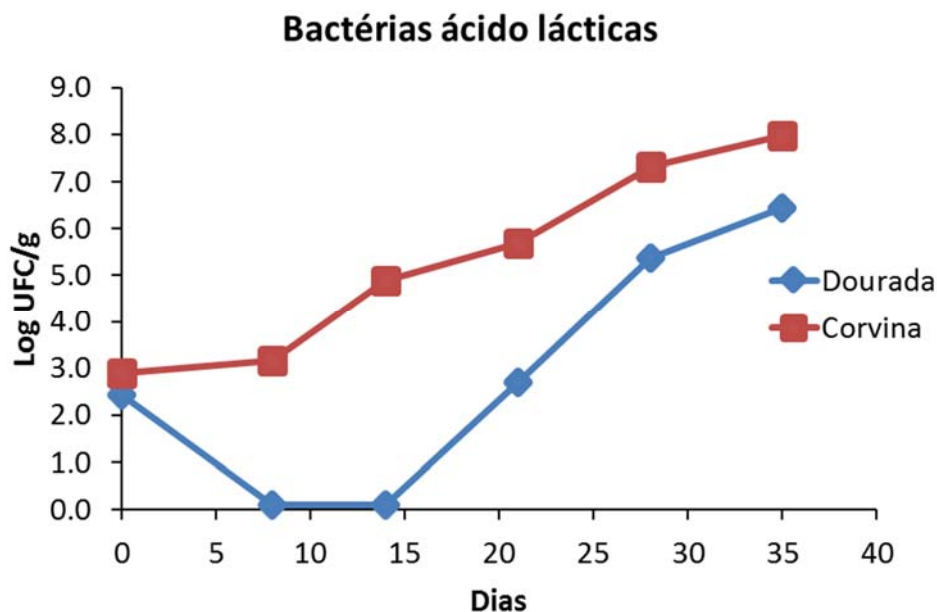


Figura 5 – Alterações no crescimento das bactérias ácido lácticas (log UFC/g) nos fiambres de corvina e dourada durante a armazenagem em refrigerado.

Em relação às enterobactérias (Fig. 6) registou-se um crescimento assinalável, em ambos os fiambre, somente a partir do dia 14, possivelmente em resultado da embalagem

em atmosfera de CO₂, que no caso do fiambre de dourada, poderá também ter contribuído para retardar o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico (Fig. 5).

A deteção de *Salmonella* foi negativa em todos os fiambres até ao fim da armazenagem (Anexo C), todavia colónias suspeitas de *Listeria* spp. foram detetadas no

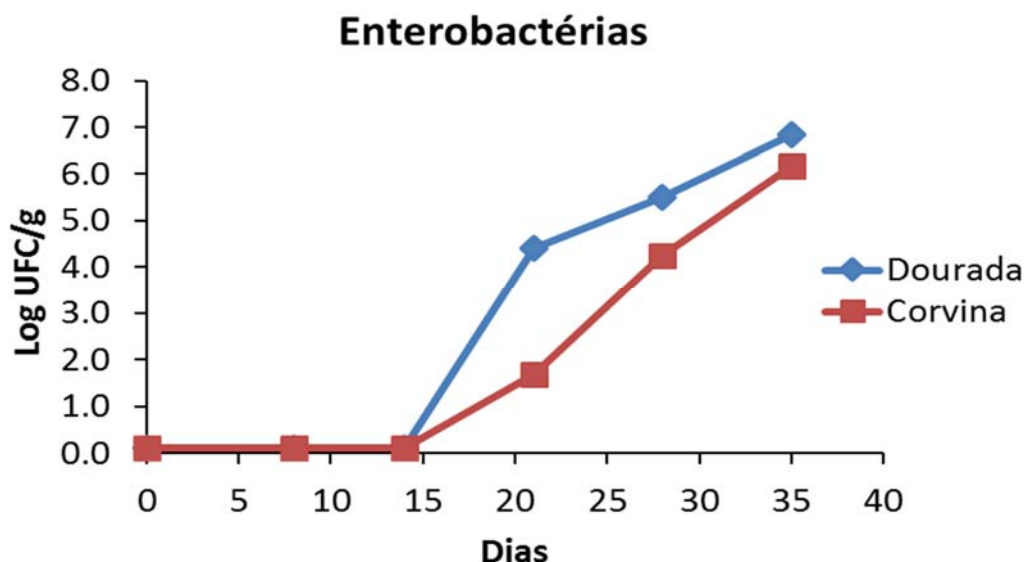


Figura 6 – Alterações no crescimento das enterobactérias (log UFC/g) nos fiambres de corvina e dourada durante a armazenagem em refrigerado.

fiambre de corvina no início e após 14 dias de armazenagem e no fiambre de dourada também no início e após 8, 14 e 21 de armazenagem, tendo-se confirmado que se tratava de *Listeria seeligeri*, uma estirpe não patogénica (Bupert *et al.*, 1999). A *Listeria* spp. é um microrganismo anaeróbio facultativo, que sobrevive em ambientes sem oxigénio, como as embalagens em AM usadas no presente estudo (Allen *et al.*, 2015). A cozedura de um alimento contaminado por *Listeria* spp., por norma, é suficiente para eliminar este microrganismo e, geralmente, os casos de listeriose, devido à presença patogénica de *Listeria monocytogenes*, têm origem no consumo de alimentos crus contaminados (Paoli *et al.*, 2005).

No presente trabalho, os fiambres de corvina e de dourada foram submetidos a um tratamento térmico a 80 °C durante uma hora e quarenta e cinco minutos, o que bastaria para eliminar a *Listeria* spp., caso os fiambres estivessem contaminados. A presença confirmada de *Listeria* spp. nos fiambres indica que a contaminação microbiana ocorreu entre o final da cozedura e a colocação nas embalagens e refrigeração, ou seja, durante o processo de corte numa fiambreira que tinha sido esterilizada com álcool a 70%.

A *Listeria* spp. consegue desenvolver-se em superfícies lisas, formando um biofilme que torna a habitual desinfeção insuficiente (Paoli *et al.*, 2005). Para erradicar

este microrganismo das superfícies frequentemente usadas para processar alimentos, é necessário recorrer a um detergente que contenha ácido levulínico e dodecil sulfato de sódio, dois compostos que, em conjunto, podem reduzir a população dos biofilmes em mais de 6 log UFC/g em 10 min (Chen *et al.*, 2015). A utilização em meio industrial, de um sistema automático de corte do fiambre, devidamente descontaminado, permitirá o adequado controlo deste microrganismo, pelo que não deverá constituir um problema de salubridade na conservação dos fiambres de corvina e dourada.

4. Conclusões

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a evolução da qualidade do fiambre de corvina e do fiambre de dourada, ambos enriquecidos com fibras dietéticas, acondicionados em embalagem de atmosfera modificada a 30 % CO₂/70 % N₂ e armazenados em refrigerado. Os fiambres de corvina e de dourada são produtos hipocalóricos nutricionalmente muito interessantes, sendo caracterizados por um teor de fibras dietéticas superior às respetivas matérias-primas e ao fiambre de porco comum, o que aporta vantagens acrescidas para a saúde e bem-estar dos consumidores, para além dos associados à ingestão de um produto alimentar à base de pescado. Três fatias (≈ 45 g) de fiambre de corvina garantem, 10,6 % e 8,6 % da DDR, respetivamente, de fibra e EPA+DHA, enquanto três fatias de fiambre de dourada proporcionam 12,8 % e 31,9 % da DDR de fibra e EPA+DHA.

Em termos de conservação e não sendo tomado em consideração a contaminação accidental por *L. seeligeri*, o crescimento microbiano registado mostrou que os fiambres de corvina e de dourada poderiam manter-se aptos para consumo, respetivamente, até ao 21º e 28º dias. Após a preparação, os provadores mostraram uma maior preferência pelo fiambre de dourada em relação ao de corvina. Durante a armazenagem em atmosfera modificada, a textura instrumental dos fiambres manteve-se estável, tendo estes apresentado um pH quase neutro. A cor variou possivelmente devido ao crescimento microbiano, contudo, no caso dos fiambres de pescado, não é um parâmetro com expressão significativa das alterações de qualidade dos produtos.

Os fiambres de corvina e de dourada com fibras dietéticas são produtos promissores, para um mercado de consumidores mais exigentes de produtos alimentares à base de pescado, promotores da saúde e do bem-estar. De salientar que as boas práticas de fabrico e higiene têm de ser um fator crucial, pois é a única forma de garantir a

qualidade deste tipo de alimentos, produzido com uma matéria-prima facilmente perecível. Para diminuir a carga inicial de microrganismos e prolongar o período de conservação útil, deverá ser assegurado em todas as fases do fabrico, incluindo a manipulação e embalagem, as melhores condições de higiene, o que não foi possível garantir totalmente nas condições de preparação dos fiambres a nível laboratorial do presente estudo.

Referências bibliográficas

- ALLEN, K.J.; WALECKA-ZACHARSKA, E.; CHEN, J.C.; KATARZYNA, K.; DEVLIEGHERE, F.; MEERVENNE, E.V.; OSEK, J.; WIECZOREK, K.; BANIA, J., 2015. *Listeria monocytogenes* – an examination of food chain factors potentially contributing to antimicrobial resistance. *Food Microbiology, In Press*.
- ALMEIDA, G., 2002. Indicações Gerais – Nota sobre as grandezas ângulo plano e ângulo sólido e correspondentes unidades SI. In: G. Almeida (3ª Ed.), *Sistema Internacional de Unidades (SI): Grandezas e Unidades Físicas – terminologias, símbolos e recomendações*, Plátano Editora, Portugal, pp. 19-31.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1984. *Official methods of analysis of the AOAC*. 13th edition (Ed. Harwitz W.), Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 1018 pp.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1996. Total, Soluble and Insoluble Dietary Fiber in Food – enzymatic-Gravimetric Method (991.43). In: AOAC (Edição de 1996). *Official methods of analysis of the AOAC*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- BARAT, J.M.; GRAU, R.; IBÁÑEZ, J.B.; FITO, P., 2005. Post-salting studies in Spanish cured ham manufacturing: Time reduction by using brine thawing-salting. *Meat Science*, 69 : 201-208.
- BORDERIAS, A.J.; SANCHEZ-ALONSO, I.; PEREZ-MATEOS, M., 2005. New applications of fibres in foods: addition to fishery products. *Trends in Food Science and Technology*, 16: 458-465.
- BROWNLEE, I.A., 2011. The physiological roles of dietary fibre. *Food Hydrocolloids*, 25: 238-250.
- BUPERT, A.; HEIN, I.; RAUCH, M.; LEHER, A.; YOON, B.; GOEBEL, W.; WAGNER, M., 1999. Detection and differentiation of *Listeria* spp. by a single reaction based multiplex PCR, *Applied and Environmental Microbiology*, 65: 4688–4892.
- CARDOSO, C.; MENDES, R.; PEDRO, S.; NUNES, M.L., 2008. Quality changes during storage of fish sausages containing dietary fiber. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 17: 73-95.

- CARDOSO, C.L.; MENDES, R.O.; VAZ-PIRES, P.; NUNES, M.L., 2011. Effect of MTGase, dietary fiber and UV irradiation upon heat-induced gilthead seabream (*Sparus aurata*) gels. *Food Science Technology Internacional*, 17: 0155-11.
- CARDOSO, C.; MENDES, R., 2015. Restructured Gel Products from Farmed Meagre (*Argyrosomus regius*) Muscle: Effect of Low Salt Levels, Psyllium Fiber, and Chilled Storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 24(5): 490-501.
- CEAMGEL, 2006. CEAMGEL1830® Folha do produto, Porriño: Ceamsa.
- CHAIX, E; GUILLAUME, C.; GUILLARD, V., 2014. Oxygen and carbon dioxide solubility and diffusivity in solid food matrices: A review of past and current knowledge. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(3): 261-286.
- CHEN, D.; ZHAO, T; DOYLE, M.P., 2015. Control of pathogens in biofilms on the surface of stainless steel by levulinic acid plus sodium dodecyl sulfate. *International Journal of Food Microbiology*, 207: 1-7.
- CHENG, Q.; SUN, D., 2005. Application of PLSR in correlating physical and chemical properties of pork ham with different cooling methods. *Meta Science*, 70, 691-698.
- COHEN, Z.; VONSHAK, A.; RICHMOND, A., 1988. Effect of environmental conditions on fatty acid composition of the red alga *Porphyridium cruentum*: correlation to growth rate. *Journal of Phycology*, 24: 328-332.
- DHINGRA, D.; MICHAEL, M.; RAIPUT, H.; PATIL, R.T., 2012. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49: 255-266.
- DREHER, M.L.; MARLETT, J.A.; SLAVIN, J.L., 2001. Dietary fiber in health and disease. In: Cho, S.; Dreher, M. (1st Ed.). Handbook of Dietary Fiber, Eastern Hemisphere Distribution, Switzerland, pp. 1-31.
- EUFIC (European Food Information Council), 2008. [recurso electrónico]. The importance of omega-3 and omega-6 fatty acids. [Consult. 27/07/2015]. Disponível em <http://www.eufic.org/article/en/artid/The-importance-of-omega-3-and-omega-6-fatty-acids/>.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 1997. [recurso electrónico]. Effects of food processing on dietary carbohydrates. In: FAO (nº66), Carbohydrates in human nutrition. *FAO Food and Nutrition Paper*, Roma. [Consult. 26/07/2015]. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/w8079e/w8079e0j.htm>.

- GASPAR, A.L.; GÓES-FAVONI, S.P., 2015. Action of microbial transglutaminase (MTGase) in the modification of food proteins: A review. *Food Chemistry*, 171: 315-322.
- GOED (Global Organization for EPA and DHA Omega-3S), 2014. [recurso eletrónico]. Global Recommendations for EPA and DHA Intake. [Consult. 27/07/2015]. Disponível em <http://www.goedomega3.com/healthcare>.
- HERNÁNDEZ, M.D.; LÓPEZ, M.B.; ALVAREZ, A.; FERRANDINI, E.; GARCÍA GARCIA, B.; GARRIDO, M.D., 2009. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. *Food Chemistry*, 114: 237–245.
- HUSS, H.H., 1993. [recurso eletrónico]. *Traditional Microbiological Quality Control*. In: FAO (nº334), Assurance of seafood quality. *FAO Fisheries Technical Paper*, Roma. [Consult. 06/04/2015]. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/003/t1768e/t1768e04.htm>.
- IFST (Institute of Food Science Technology), 1999. (1st Ed.). *Development and use of microbiological criteria for foods*. London: IFST, pp. 1-76.
- IHRSA (International Health, Racquet e Sportsclub Association), 2014. [recurso eletrónico]. Global Fitness Industry Overview. In: The IHRSA Global Report 2014 – The State of the Health Club Industry. [Consulta em 16/03/2015]. Disponível em http://download.taiwantradeshows.com.tw/2014/taispo/download/Jay_Ablondi.pdf.
- INSA (Instituto Nacional de Saúde Dr Ricardo Jorge), 2010. [recurso eletrónico]. *Detalhe do alimento: Fiambre*. INSA, Portugal. [Consulta em 16/06/2015]. Disponível em <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/PesquisaOnline/Paginas/DetalheAlimento.aspx?ID=IS358>.
- ISO 4833, 2003. *Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of microorganisms -- Colony-count technique at 30 degrees*. Geneva, Suíça.
- ISO 6579, 2002. *Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection of Salmonella spp*. Geneva, Suíça.
- ISO 6887-1, 1999. *Microbiology of food and animal feeding stuffs. Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination*.

Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions. Geneva, Suíça.

ISO 7937, 2004. *Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of Clostridium perfringens - Colony-count technique.* Geneva, Suíça.

ISO 11290-2, 2000. *Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection and enumeration of Listeria monocytogenes. Part 2: enumeration method.* Geneva, Suíça.

ISO 16649-2, 2001. *Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive Escherichia coli - Part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide.* Geneva, Suíça.

ISO 21528-2, 2004. *Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae - Part 2: Colony-count method.* Geneva, Suíça.

KIDD, P.M.; 2007. Omega-3 DHA and EPA for cognition, behavior, and mood: Clinical findings and structural-functional synergies with cell membrane phospholipids. *Alternative Medicine Review*, 12, 207-227.

KRIS-ETHERTON P.M.; HARRIS W.S.; APPEL L.J., 2002. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. American Heart Association, Nutrition Committee. *Circulation* 106: 2747-2757.

LAFARGE, C.; CAYOT, N.; HORY, C.; CHASSEMONT, C.; BAIL, P., 2014. Effect of konjac glucomannan addition on aroma release in gels containing potato starch. *Food Research International*, 64: 412-429.

LEPAGE, G.; ROY, C.C.; 1986. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. *Journal of Lipid Research*, 27: 114-120.

MARCHETTI, L.; ANDRÉS, S.C.; CALIFANO, A.N., 2014. Low-fat meat sausages with fish oil: Optimization of milk proteins and carrageenan contents using response surface methodology. *Meat Science*, 96: 1297-1303.

MARCHETTI, L.; ARGEL, N.; ANDRÉS, S.C.; CALIFANI, A.N., 2015. Sodium-reduced lean sausages with fish oil optimized by a mixture design approach. *Meat Science*, 104: 67-77.

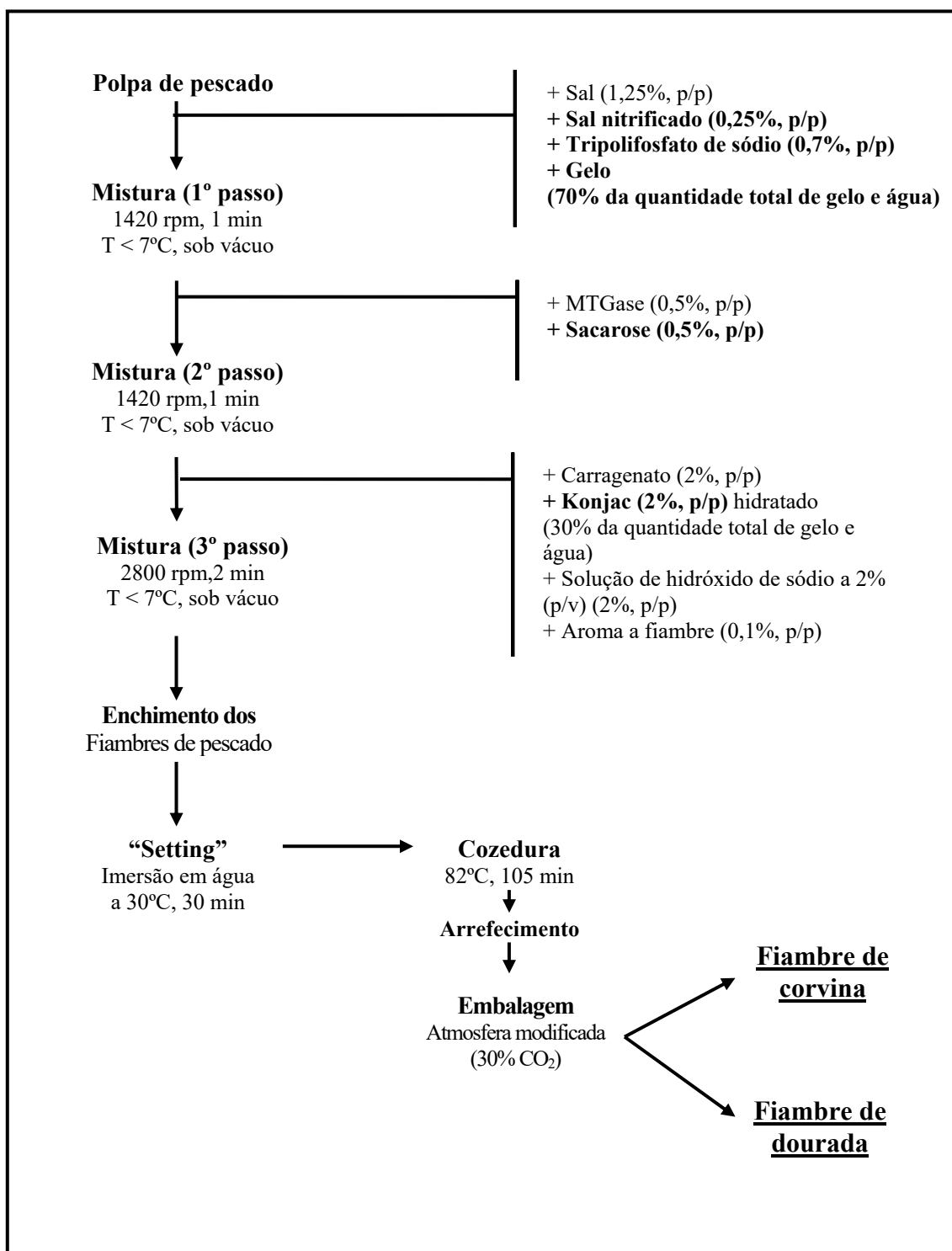
- MONTERO, P.; HURTADO, J.L.; PÉREZ-MATEOS, M., 2000. Microstructural behaviour and gelling characteristics of myosystem protein gels interacting with hydrocolloids. *Food Hydrocol*, 14: 455–461.
- MONFORT, M. C., 2010. Present market situation and prospects of meagre (*Argyrosomus regius*), as an emerging species in Mediterranean aquaculture. *Studies and Reviews*, 89, 35pp.
- NISHIDA, C.; UAUY, R.; KUMANYIHCA, S.; SHETTY, P., 2004. The joint WHO/FAO Expert Consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: process, product and policy implications. *Public health Nutrition*, 7: 245-250.
- NOBRE, 2015. [recurso eletrónico] Fiambre de perna. [Consult. 12/05/2015]. Disponível em <https://www.nobre.pt/>.
- NP (Norma Portuguesa) 1972, 1986. *Produtos de pesca e da aquicultura. Determinação do teor de matéria gorda livre*. Instituto Português da Qualidade, Lisboa.
- NUTRICOL, 2008. Nutricol GP 312 - Folha do produto, Philadelphia: FMC Biopolymer.
- ORTIZ, J.; AGUILERA, J.M., 2004. Effect of kappa-carrageenan on the gelation of horse mackerel (*T. murphyi*) raw paste surimi-type. *Food Science and Technology International*, 10: 223–232.
- PAOLI, G.C.; BHUNIA, A.K.; BAYLES, D.O., 2005. *Listeria monocytogenes*. In: Fratamico, P.M.; Bhunia, A.K.; eSmith, J.L. (1st Ed.), *Foodborne pathogens: microbiology and molecular biology*. United Kingdom: Caister Academic Press, pp. 295-325.
- PATRIARCA, J.; RIBEIRO, A.T.; SILVA, H.; VIEIRA, H.; TEIXEIRA, B.; RODRIGUES, M.J.; GIL, M.; POUSÃO-FERREIRA, P.; MENDES, R., 2015. Efeito da armazenagem em refrigerado na qualidade de fiambre de corvina com fibras dietéticas embalado em vácuo e em atmosfera modificada. *Relat. Cient. Téc. do IPMA* (<http://ipma.pt>), nº 7, 41 pp.
- PHILLIPS, G.O., 2013. Dietary fibre: A chemical category or a health ingredient? *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 1: 3-9.
- PICULELL, L., 2006. Gelling carrageenans. In: Stephen, A.M.; Phillips, G.O.; Williams, P.A. (2nd Ed.), *Food polysaccharides and their applications*. CRC Press, volume 4, Boca Raton, FL, pp. 239-288.

- PUUPPONEN-PIMĨA, R.; AURA, A.M.; OKSMAN-CALDENTY, K.M.; MYLLÄRINEN, P.; SAARELA, M.; MATTILA-SANDHOLM, T.; POUTANEN, K., 2002. Development of functional ingredients for gut health. *Trends in Food Science e Technology*, 13: 3–11.
- RIBEIRO, B., 2011. Desenvolvimento de produtos reestruturados de corvina (*Argyrosomus regius*) de aquacultura. Instituto Superior de Agronomia. Nota suplementar: Tese de mestrado (<http://hdl.handle.net/10400.5/4171>).
- SAINT-DENIS, T.; GOUPY, J., 2004. Optimization of a nitrogen analyzer based on the Dumas method. *Analytica Chimica Acta*, 1: 191-198.
- SÁNCHEZ, I.; PÉREZ-MATEOS, M.; BORDERÍAS, J., 2004. Incorporación de fibra dietética a reestruturados: una posibilidad. [Incorporation of dietetic fibre in restructured products: A possibility.] *CTC Alimentación Marzo*, 10–12.
- SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, I.; CARMONA, P.; MORENO, P.; BORDERÍAS, J.; SÁNCHEZ-ALONSO, I.; RODRÍGUEZ-CASADO, A.; CARECHE, M., 2008. Protein and water structural changes in fish surimi during gelation as revealed by isotopic H/D exchange and Raman spectroscopy. *Food Chemistry*, 106: 56-64.
- SANT'ANNA, V.; GURAK, P.D.; MARCZAK, D.F.; TESSARO, I.C., 2013. Tracking bioactive compounds with colour changes in foods – A review. *Dyes and Pigments*, 98: 601-608.
- SARDINHA, L.B.; SANTOS, D. A.; MARQUES, E.A.; MOTA, J., 2015. Criterion-referenced fitness standards for predicting physical independence into later life. *Experimental Gerontology*, 61: 142-146.
- SCHUBRING, R., 2009. Colour measurement. In: H. Rehbein and J. Oehlenschläger (eds), *Fishery products: quality, safety and authenticity*, Blackwell Publishing Ltd John Wiley and Sons, United Kingdom, pp. 127-172.
- SIMOUPoulos, A.P., 2008. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio, genetic variation, and cardiovascular disease. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 17 (S1):131-134.
- SLAWSON, D.S.; FITZGERALD, N.; MORGAN, K. T., 2013. Position of the academy of nutrition and dietetics: The role of nutrition in health promotion and chronic disease prevention. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113: 972-979.

- VÁLKOVÁ, V.; SALÁKOVÁ, A.; BUCHTOVÁ, H.; TREMLOVÁ, B., 2007. Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. *Meat Science*, 77: 608-615.
- VARO, P.; LAINE, R.; KOIVISTOINEN, P., 1983. Effect of heat treatment on dietary fibre: inter laboratory study. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 66: 933-938.

Anexos

Anexo A – Diagrama de fluxo da produção do fiambre de corvina e dourada.



Anexo B – Ficha de Análise Sensorial

| | | |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| Provedor _____ | Data __/__/__ | Código _____ |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|

Por favor, cotar todos os atributos

APARÊNCIA EXTERNA

Cor Clara → Escura ←

Outro (s) atributos que ache pertinente avaliar:

AROMA

Fumo Ausente → Excessivo ←

Peixe Ausente → Excessivo ←

Desagradável Ausente → Excessivo ←

Outro (s) atributos que ache pertinente avaliar:

TEXTURA

Dureza Mole → Duro ←

Elasticidade Plástica → Elástica ←

Suculência Seco → Suculenta ←

Coesividade Nada coesa → Mt^o coesa ←

Outro (s) atributos que ache pertinente avaliar:



SABOR

Salgado Ausente → Excessivo ←

Doce Ausente → Excessivo ←

Ácido Ausente → Excessivo ←

| | | | |
|---------------------|---------|-----------|---------|
| Amargo | Ausente | Excessivo | ←—————→ |
| Fumo | Ausente | Excessivo | ←—————→ |
| Peixe | Ausente | Excessivo | ←—————→ |
| Fiambre | Ausente | Excessivo | ←—————→ |
| Desagradável | Ausente | Excessivo | ←—————→ |

Outro (s) atributos que ache pertinente avaliar:

SENSAÇÃO RESIDUAL

| | | | |
|----------------------|---------|-----------|---------|
| Salgado | Ausente | Excessivo | ←—————→ |
| Adstringência | Ausente | Excessivo | ←—————→ |
| Ácido | Ausente | Excessivo | ←—————→ |

Outro (s) atributos que ache pertinente avaliar:

APRECIAÇÃO GLOBAL

Mau Exceiente
←—————→

Muito obrigada pela Vossa colaboração. Um bom dia!

Anexo C –Valores (média ± DP) do crescimento microbiano (log UFC/g) registado nos fiambres de corvina e de dourada durante a armazenagem em refrigerado.

| | Dia | Mesófilos totais | Psicrotróficos totais | Bactérias produtoras ácido láctico | Enterobactérias |
|---------------------------|------------|-------------------------|------------------------------|---|------------------------|
| Fiambre de corvina | 0 | 2,9 ± 0,0 ^e | 1,7 ± 0,0 ^f | 2,7 ± 0,0 ^e | < 1 |
| | 8 | 3,2 ± 0,1 ^e | 3,0 ± 0,0 ^e | 1,7 ± 0,2 ^f | < 1 |
| | 14 | 4,9 ± 0,0 ^d | 4,1 ± 0,1 ^d | 3,5 ± 0,0 ^d | < 1 |
| | 21 | 5,7 ± 0,1 ^c | 5,7 ± 0,0 ^c | 5,0 ± 0,0 ^c | 1,7 ± 0,0 ^c |
| | 28 | 7,3 ± 0,0 ^b | 6,8 ± 0,0 ^b | 6,3 ± 0,0 ^b | 4,3 ± 0,0 ^b |
| | 35 | 8,0 ± 0,0 ^a | 7,9 ± 0,0 ^a | 7,2 ± 0,0 ^a | 6,2 ± 0,1 ^a |
| Fiambre de dourada | 0 | 2,5 ± 0,0 ^f | 1,4 ± 0,1 ^f | 2,4 ± 0,1 ^c | < 1 |
| | 8 | 2,8 ± 0,0 ^e | 2,4 ± 0,1 ^e | < 1 | < 1 |
| | 14 | 3,9 ± 0,0 ^d | 4,0 ± 0,0 ^d | < 1 | < 1 |
| | 21 | 6,5 ± 0,0 ^c | 6,8 ± 0,1 ^c | 2,7 ± 0,2 ^c | 4,4 ± 0,0 ^b |
| | 28 | 6,7 ± 0,0 ^b | 7,4 ± 0,0 ^b | 5,4 ± 0,1 ^b | * |
| | 35 | 8,0 ± 0,0 ^a | 7,9 ± 0,0 ^a | 6,4 ± 0,0 ^a | 6,8 ± 0,0 ^a |

Valores com diferenças significativas ($p \leq 0,05$), para a mesma coluna, estão representados por diferentes letras (a, b, c, d, e, f).

Anexo D – Valores (média ± DP) de cada uma das características sensoriais dos fiambres de corvina e de dourada no dia 0.

| | Amostra | Fiambre de corvina | Fiambre de dourada |
|--------------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|
| Aparência externa | Cor | 3,7 ± 1,1 ^a | 2,2 ± 0,9 ^b |
| | Fiambre | 2,4 ± 3,1 ^a | 2,7 ± 2,8 ^a |
| | Peixe | 2,3 ± 1,6 ^a | 3,4 ± 1,3 ^a |
| | Desagradável | 1,3 ± 2,6 ^a | 1,5 ± 2,7 ^a |
| Textura | Dureza | 7,6 ± 1,9 ^a | 3,4 ± 1,5 ^b |
| | Elasticidade | 5,5 ± 3,1 ^a | 6,6 ± 2,0 ^a |
| | Suculência | 5,0 ± 2,9 ^a | 7,2 ± 1,9 ^b |
| | Coabilidade | 7,7 ± 1,9 ^a | 6,5 ± 2,4 ^a |
| Sabor | Salgado | 4,3 ± 3,3 ^a | 5,1 ± 3,3 ^a |
| | Doce | 2,0 ± 2,1 ^a | 1,2 ± 1,0 ^a |
| | Ácido | 2,3 ± 3,0 ^a | 1,7 ± 2,2 ^a |
| | Amargo | 0,9 ± 1,1 ^a | 1,0 ± 1,2 ^a |
| | Fumo | 2,0 ± 2,5 ^a | 1,8 ± 2,2 ^a |
| | Peixe | 3,3 ± 3,1 ^a | 4,3 ± 3,6 ^a |
| | Fiambre | 3,7 ± 1,7 ^a | 4,0 ± 2,0 ^a |
| | Desagradável | 1,3 ± 2,8 ^a | 1,2 ± 2,4 ^a |
| Sensação residual | Salgado | 2,9 ± 2,9 ^a | 3,1 ± 2,3 ^a |
| | Adstringência | 2,8 ± 2,5 ^a | 2,7 ± 2,6 ^a |
| | Ácido | 1,5 ± 2,1 ^a | 1,5 ± 1,9 ^a |
| Apreciação Global | | 5,1 ± 2,3 ^{a, x} | 6,5 ± 2,0 ^{a, x} |

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$), entre os dois tipos de fiambre, estão representados por diferentes letras (a, b).

