

RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS

SÉRIE DIGITAL

**EFEITO DA ARMAZENAGEM EM REFRIGERADO
NA QUALIDADE DE FIAMBRE DE CORVINA
COM FIBRAS DIETÉTICAS EMBALADO EM
VÁCUO E 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

7



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

EFEITO DA ARMAZENAGEM EM REFRIGERADO NA QUALIDADE DE FIAMBRE DE CORVINA COM FIBRAS DIETÉTICAS EMBALADO EM VÁCUO E 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 2015. 07.10

Aceite em 2015.09.01

RESUMO

O desenvolvimento de novos produtos alimentares funcionais à base de produtos da pesca tem vindo a ser impulsionado pela procura de alimentos saudáveis e mais nutritivos por parte dos consumidores, que desejam uma alimentação diária mais equilibrada. No presente trabalho, o objetivo foi avaliar a evolução da qualidade de fiambre de corvina enriquecido com fibras dietéticas e embalado em vácuo e em atmosfera modificada (20% e 40% de CO₂), durante a armazenagem em refrigerado. A avaliação da composição química indicou que o fiambre de corvina após a preparação apresentava 76,7% de humidade, 5,1% de gordura, 3,9% de cinza, 11,1% de proteína e 3.2 % de fibra. Os resultados do estudo de estabilidade durante 55 dias revelaram que o período de conservação útil deste fiambre não variou entre os diferentes tipos de embalagem, mas foi limitado pelo desenvolvimento microbiano, tendo o fiambre de corvina mantido uma qualidade aceitável até 13 dias em refrigeração.

Palavras-chave: fiambre, corvina, fibras dietéticas, vácuo, atmosfera modificada.

ABSTRACT

Title: Effect of refrigerated storage on the quality of meagre ham enriched with dietetic fibers packed in vacuum and modified atmosphere.

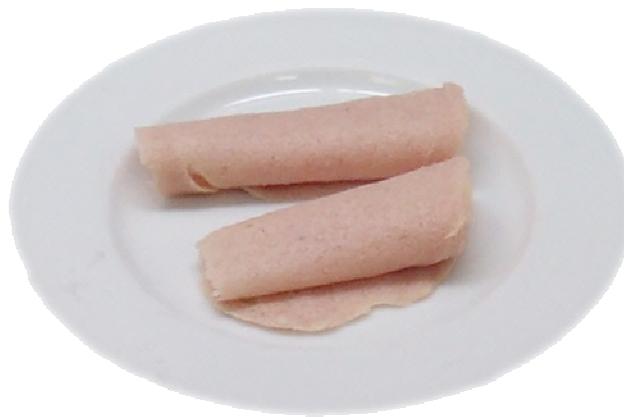
The development of novel fish-based functional foods is increasing due to consumer's search for healthier food products to create a daily balanced diet. The final goal of the present work was to evaluate the quality during refrigerated conditions of meagre ham enriched with dietetic fibers and packaged in vacuum and in modified atmosphere (20% or 40% CO₂). The proximate chemical composition indicated that meagre ham had 76.7% of moisture, 5.1% of fat, 3.9% of ash, 11.1% of protein and 3.2% fiber. The 55-day stability study revealed that the fish ham's shelf life did not vary with different packaging conditions, but was limited by microbial growth. Its quality was acceptable up to thirteen days in refrigerated conditions for all packages used.

Keywords: fish ham, meagre, dietetic fibers, vacuum, 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. 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, 45 pp.

EFEITO DA ARMAZENAGEM EM REFRIGERADO NA QUALIDADE DE FIAMBRE DE CORVINA COM FIBRAS DIETÉTICAS EMBALADO EM VÁCUO E 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 Estação Experimental de Piscicultura de Olhão do IPMA, 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 apoio financeiro dos projetos GAC Oeste: Conservação de fiambres dietéticos produzidos a partir de pescado subvalorizado (nº 5/Ação 3,5/edição 2/2012) e Projeto-Piloto de cultivo de corvina em vários sistemas de produção – “AQUACOR” PROMAR 31-03-05FEP-003.



Índice

1. Introdução	6
2. Materiais e Métodos	7
2.1. Matérias-primas e ingredientes.....	7
2.3. Embalagem em vácuo e em atmosfera modificada	9
2.4. Composição química	10
2.5. Análise de gases	10
2.6. pH e capacidade de retenção de água (CRA)	11
2.7. Índice de ácido tiobarbitúrico (TBA)	11
2.8. Cor	12
2.9. Análise de textura	13
2.10. Análise sensorial	14
2.11. Análise microbiológica	14
2.12. Análise estatística	15
3. Resultados e Discussão	16
3.1. Composição química	16
3.2. Análise de gases	16
3.3. pH e capacidade de retenção de água (CRA)	17
3.4. Índice de ácido tiobarbitúrico (TBA)	19
3.5. Cor	20
3.6. Análise da textura	23
3.7. Análise sensorial.....	26
3.8. Análise microbiológica.....	28
4. Conclusão	29
Referências bibliográficas	31
Anexos	37
Anexo A – Diagrama de fluxo da produção de fiambre de corvina.....	37
Anexo B – Valores (média ± DP) das propriedades texturais dos fiambres durante a armazenagem em refrigerado.	38
Anexo C – Valores (média ± DP) das características sensoriais do fiambre de corvina durante a armazenagem em refrigerado.	39
Anexo D – Ficha de Análise Sensorial.....	42

Abreviaturas

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

Abreviatura	Designação
ΔE	Diferença total da cor
A_1	Área da 1ª compressão
A_2	Área da 2ª compressão
AM	Atmosfera modificada
AM20	Atmosfera modificada com 20% CO ₂ e 80% N ₂
AM40	Atmosfera modificada com 40% CO ₂ e 60% N ₂
APT	Água peptonada tamponada
C_{ab}	Saturação da cor
CRA	Capacidade de retenção de água
DP	Desvio-padrão
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
FD	Fibras dietéticas
H	Humidade
h_{ab}	Tonalidade da cor
HPLC	<i>High performance liquid chromatography</i>
L_1	Distância da 1ª compressão
L_2	Distância da 2ª compressão
M_f	Massa final do papel de filtro
M_i	Massa inicial do papel de filtro
MRD	<i>Maximum recovery diluent</i>
M_s	Massa inicial da amostra
p	Nível de significância
p/p	Peso/peso
p/v	Peso/volume
PCA	<i>Plate count agar</i>
rpm	Rotações por minuto
SMA	<i>Skim milk agar</i>
spp	Espécies indefinidas
TBA	Ácido tiobarbitúrico
TCA	Ácido tricloroacético

1. Introdução

Informação cada vez mais acessível sobre doenças associadas a maus hábitos alimentares, a importância de uma alimentação equilibrada e o crescente interesse em praticar exercício físico frequente (Slawson *et al.*, 2013; IHRSA, 2014; Sardinha *et al.*, 2015) têm levado os consumidores a selecionar mais rigorosamente os produtos alimentares que se encontram atualmente disponíveis no mercado. A consequente escolha de alimentos mais saudáveis tem impulsionado o desenvolvimento de novos produtos alimentares com substitutos de carne e/ou gorduras mais saudáveis (Beggs *et al.*, 1997; Shand, 2000; Yang *et al.*, 2001; Cardoso *et al.*, 2008; Elzerman *et al.*, 2011). A corvina (*Argyrosomus regius*) é uma espécie comum na região mediterrânica, onde a sua cultura tem vindo a ganhar importância nos últimos anos. O interesse na produção desta espécie assenta nas suas excelentes características biológicas e altas taxas de consumo, conversão alimentar e fertilidade (Hernández *et al.*, 2009). A corvina de menor tamanho (inferior a 2 kg) tem alguma dificuldade de comercialização, uma vez que possui uma cabeça e ossos grandes, pouca massa muscular e não é muito saborosa (Monfort, 2010). A fim de reforçar a rentabilidade do peixe de menor porte têm sido desenvolvidos produtos alimentares alternativos e a combinação de polpa de pescado com novos ingredientes alimentares tem vindo a ser usada como uma forma de criar novos produtos alimentares funcionais (Borderías *et al.*, 2005).

Neste contexto, produtos à base de pescado são alvos de estudo para: i) substituir a carne, a fim de tornar as respetivas escolhas alimentares mais saudáveis; ii) aumentar o valor comercial de espécies de peixe de baixo valor comercial; iii) e diminuir o desperdício de pescado proveniente da indústria alimentar (Sánchez *et al.*, 2004).

Entre os diversos produtos de carne disponíveis no mercado, as salsichas são particularmente convenientes e de rápida confeção, pelo que são um modelo adequado para desenvolver alimentos à base de pescado (Cardoso *et al.*, 2008) ou com diferentes ingredientes adicionados que proporcionem uma melhor nutrição, nomeadamente óleo de peixe (Marchetti *et al.*, 2014; Marchetti *et al.*, 2015) ou fibras dietéticas (FD) (Cardoso *et al.*, 2008). Em alternativa a estas salsichas, que

permitem a confeção de um prato principal equilibrado, os fiambres à base de pescado podem também proporcionar refeições mais saudáveis.

As FD são frequentemente usadas no desenvolvimento de alimentos com propriedades funcionais (Puupponen-Pimiä *et al.*, 2002) e a importância da sua adição em alimentos está bem documentada (Anderson *et al.*, 1990; Kritchevsky e Bonfield, 1995; Phillips, 2013). 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) e tem-se vindo a usar FD oriundas de sementes (Montero *et al.*, 2000) e de algas (Ortiz e Aguilera, 2004).

Existe pouca informação sobre alimentos à base de pescado suplementados com FD ou sobre a sua estabilidade ao longo do tempo de armazenamento, pelo que o presente estudo teve como objetivo avaliar a evolução da qualidade do fiambre produzido a partir de polpa de corvina e enriquecido com FD, quando embalado em vácuo e em atmosfera modificada (AM) e durante o armazenamento em refrigerado.

2. Materiais e Métodos

2.1. Matérias-primas e ingredientes

A corvina foi o pescado escolhido como matéria-prima para a produção do fiambre. Em Junho de 2014 foram retirados cerca de 27 kg de corvina (*Argyrosomus regius*) dos tanques de viveiro pertencentes às instalações laboratoriais da Estação Piloto 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 ± 2 °C, até ao laboratório em Lisboa. O processamento – que envolveu o descabeçamento, evisceração e filetagem – ocorreu no dia seguinte a uma temperatura inferior a 10 °C. Os filetes foram colocados de imediato na separadora mecânica (694 Deboning Machine, Baader, Lübeck, Alemanha) equipada com um cilindro com furos de 3 mm de diâmetro, tendo sido obtido 13,1 kg de polpa. O processo de produção de polpa teve um rendimento de 51,4 %.

Em relação às FD, dois ingredientes 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 de algas vermelhas, numa proporção aproximada de 1:1 (p/p), contendo adicionalmente cloreto de potássio e dextrose. Kjc contém glucomanano extraído da planta Konjac.

Os restantes ingredientes foram produtos de grau alimentar produzidos por diferentes empresas: cloreto de sódio da VATEL (Alverca, Portugal); TAROMA® Smoke, aroma de fiambre da BK Giulini (Ladenburg, Alemanha); sacarose SIDUL® da SIDUL Açúcares (Santa Iria de Azóia, Portugal); e transglutaminase microbiana TG-K (MTGase) ACTIVA® GS fornecida pela Ajinomoto (Tóquio, Japão), apresentando uma atividade de cerca de 100 U/g. O hidróxido de sódio e o tripolifosfato de sódio também eram de grau alimentar.

2.2. Produção do fiambre de corvina

O processo de preparação de fiambres de corvina foi baseado nos procedimentos aplicados à produção de fiambres de porco na Europa do sul (Barat *et al.*, 2005) e ao fabrico de produtos gelificados de corvina (Ribeiro, 2011), conforme esquematizado no fluxograma apresentado no Anexo A. Os ingredientes e quantidades usadas para obter 10 kg de fiambre de corvina encontram-se na Tabela 1.

O processo de produção foi realizado numa misturadora refrigerada (temperatura inferior a 7 °C) (modelo UM12, Stephan e Söhne, Hameln, Alemanha) e sob vácuo. Numa primeira fase, misturou-se a polpa de corvina com o cloreto de sódio e o tripolifosfato de sódio durante 1 minuto a 1420 rpm. A seguir, adicionou-se gelo (70 % da quantidade total de água e gelo), MTGase e sacarose e homogeneizou-se durante 1 minuto a 1420 rpm. Por último, foram adicionados os restantes ingredientes: fibra dietética hidratada (com água equivalente a 30 % da quantidade total de água e gelo), solução de hidróxido de sódio a 2 % (p/v) (requerida para a desacetilação parcial do glucomanano do *Konjac*) e aroma de fiambre, submetendo a mistura a uma homogeneização final durante 2 minutos a 2800 rpm. De seguida, foi colocada numa máquina de

enchimento hidráulica (modelo EB-12, Mainca Equipamientos Carnicos, S.L., Granollers, Espanha) e injetado sob pressão em tripas de celulose com 9 cm de diâmetro. Foi efetuado o “setting”, imergindo os fiambres em água a 30 °C durante 30 minutos. Posteriormente, o tratamento térmico foi realizado num forno a vapor equipado com um termómetro digital (modelo Combi-Master CM6, Rational Grossküchen Technik GmbH, Landsberg am Lech, Alemanha) a 82 °C durante 90 minutos. O termómetro digital do forno foi inserido no fiambre para acompanhar a temperatura ao longo da cozedura, tendo-se registado 78,8 °C ao fim de 90 minutos. 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 1 – Composição do fiambre de corvina.

Ingredientes	Quantidades (% , p/p)
Corvina	60,5
Água e Gelo	30,2
Sal	1,3
Glucomanano de Konjac	2,0
Carragenato	2,0
MTGase	0,5
Tripolifosfato de sódio	0,7
Sacarose	0,5
Aroma a fiambre	0,1
Sal nitrificante	0,3
2 % NaOH (p/p)	2,0

2.3. Embalagem em vácuo e em atmosfera modificada

O fiambre foi cortado em fatias com 2 mm de espessura e 9 cm de diâmetro, numa fiambreira Weivo (Qingdao Weivo Machinery Corp., Shandong, China). Cortaram-se também amostras cilíndricas com 25 mm de altura e 25 mm de diâmetro destinadas aos ensaios de penetrometria e análise do perfil de textura. As fatias foram colocadas em bandejas (\approx 500 g por bandeja) de poliestireno LINfresh Plus, com um absorvente de humidade no fundo que, por sua vez, foram acondicionadas dentro de 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 (N₂). As amostras foram embaladas em vácuo e em atmosfera modificada nas seguintes condições: 20 % CO₂ / 80 % N₂ (AM20) e 40 % CO₂ / 60 % N₂ (AM40). Os sacos com uma razão gás/produto de 2:1 foram selados numa máquina de embalar (modelo A 300/52, Multivac Sepp Haggemuller KG, Wolfertschwenden, Alemanha). As amostras foram depois armazenadas em refrigeração a 5 ± 1 °C durante 55 dias. Para avaliar a qualidade dos fiambres foram retiradas duas embalagens de cada lote, nos dias 0, 13, 21, 33, 47 e 55 de armazenagem. As amostras cujas análises (proteínas, gordura total, índice de ácido tiobarbitúrico (TBA)) não foram realizadas no dia de amostragem, foram conservadas em congelado antes de serem analisadas.

2.4. Composição química

A composição química foi determinada de acordo com os métodos descritos no AOAC (1984). A humidade foi determinada através da secagem das amostras (10 g) a 100 °C durante 18 a 20 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 em 10 g de amostra, aplicando o método de extração com *Soxhlet* e usando éter etílico (NP 1972, 2009).

O teor proteico foi avaliado num analisador de azoto FP-528 LECO (LECO, St. Joseph, USA), previamente calibrado com EDTA (carbono: 41,07 ± 0,17, hidrogénio: 5,55 ± 0,02, azoto: 9,57 ± 0,03) de acordo com o método Dumas (Saint-Denis e Goupy, 2004), usando o fator de conversão de 6,25. A fibra foi determinada por diferença em relação ao somatório dos restantes constituintes.

Os resultados foram expressos como percentagem do peso da amostra. Todas as determinações foram realizadas em duplicado e os resultados expressos pela média ± desvio-padrão (DP), quer para os resultados da composição química, quer para as restantes análises, exceto quando indicado em contrário.

2.5. Análise de gases

A medição da composição 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 CO₂ e O₂, respetivamente. A medição foi efetuada em duas embalagens de cada lote em cada dia de amostragem.

2.6. pH e capacidade de retenção de água (CRA)

O pH foi medido diretamente no fiambre previamente triturado e à temperatura ambiente com um elétrico de pH calibrado (SenTix 21, WTW, Weilheim, Alemanha) ligado a um medidor de pH (microprocessador 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 inicial da amostra, usando a fórmula seguinte:

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

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 da amostra em percentagem. As determinações foram feitas em quadruplicado.

2.7. Índice de ácido tiobarbitúrico (TBA)

A determinação do índice de TBA baseou-se na quantificação do malondialdeído (MDA) e seguiu-se o método descrito por Seljeskog *et al.* (2006) com algumas modificações na desproteínização das amostras descritas por Mendes *et al.* (2009). Resumidamente, cerca de 5 g de fiambre de corvina foram misturadas com 10 mL de ácido tricloroacético (TCA) (75 g/L TCA, 1 g/L EDTA, 1 g/L galato de propil), usando um homogeneizador Ultra-Turrax a 5000 rpm durante 1 minuto. A seguir, a mistura foi filtrada (Whatman #1) e o filtrado resultante foi centrifugado durante 10 minutos a 5000 rpm. Um volume de 0,5 mL do sobrenadante foi adicionado a 1,5 mL TBA 40 mM, a mistura foi aquecida (97 °C, 60 minutos) para a formação do complexo MDA-TBA e, posteriormente,

arrefecida a -20°C durante 20 minutos. A seguir, 3 mL de metanol foram adicionados e a solução filtrada por um filtro com porosidade de $0,22\ \mu\text{m}$. O filtrado foi armazenado a -80°C até ser injetado para proceder à quantificação de MDA.

Um volume de $10\ \mu\text{L}$ de filtrado foi injetado no cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC; Agilent 1100 series, Agilent, EUA). Para a separação do complexo MDA-TBA, foi usada uma coluna de fase reversa C18 ($4,6 \times 150\ \text{mm}$, 5 m; Phenomenex Gemini ODS C18 $110\ \text{Å}$, Phenomenex, EUA), que funcionava isocraticamente com uma fase móvel constituída pela solução de fosfato de potássio, metanol e acetonitrilo 50 mM na proporção de 72:17:11 (v:v:v) eum caudal de 1 mL/min. Os comprimentos de onda de excitação e emissão usados no detetor foram 525 nm e 560 nm, respetivamente.

Para a identificação e quantificação do complexo MDA-TBA, usou-se 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) como padrão de MDA. A curva-padrão foi feita diluindo TEP em TCA (7,5%) na gama de concentrações finais 0,6 a $10,0\ \mu\text{M}$. Procedeu-se ao tratamento dos dados com o *software* Agilent ChemStation para HPLC. Os resultados foram expressos em miligramas de MDA por quilograma de fiambre de corvina (mg MDA/kg). As determinações foram realizadas em triplicado.

Todos os reagentes usados para determinar o índice de TBA pertenciam à marca Sigma (Osterode, Alemanha).

2.8. 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 medido nos fiambres de corvina no dia 0, e L_t^* , a_t^* e b_t^* os valores associados aos restantes pontos 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} foram expressos em graus (Almeida, 2002), em que 0° e 360° representam uma tonalidade vermelha, e os ângulos 90° , 180° e 270° representam as tonalidades amarela, verde e azul, respetivamente (Sant'Anna *et al.*, 2013). O índice de brancura foi calculado pela seguinte fórmula:

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

2.9. Análise de textura

Nos testes de penetrometria, as amostras testadas tinham uma forma cilíndrica com 25 mm de diâmetro por 25 mm de altura ou fatias com 9 cm de diâmetro e 2 mm de espessura. Nestes testes, 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 1000 N. Deste modo, foram medidas a força de penetração à rutura (N) e a deformação à rutura (mm).

Para a realização da análise do perfil de textura, testaram-se apenas amostras com forma cilíndrica num texturómetro Instron 4301 (Instron Engineering Corp., Canton, EUA), usando uma sonda cilíndrica (com 50 mm de diâmetro) adaptada a uma célula de carga de 1000 N e sujeita a uma taxa de deformação de 50 mm/min. Ensaio anteriores permitiram estabelecer com segurança o limite de compressão capaz de prevenir ruturas, tendo-se comprimido as amostras até 60 % da altura original. Em cada teste, a amostra foi comprimida duas vezes consecutivas, permitindo a determinação dos seguintes parâmetros: a dureza (altura máxima na primeira compressão, que é equivalente à resistência do alimento à primeira dentada); a coesividade (a razão entre a área da segunda compressão (A_2) e a área da primeira compressão (A_1), que equivale à manutenção da resistência alimentar

durante a mastigação); e a gomosidade (a força requerida no processo de mastigação obtido através produto da dureza pela coesividade).

Para o teste de compressão – relaxação, a amostra foi comprimida uma única vez durante 1 minuto e a força exercida na amostra foi registada. A relaxação (%) foi calculada pela seguinte fórmula:

$$Y_T = \left(\frac{F_0 - F_1}{F_0} \right) \times 100,$$

sendo F_0 a força registada no início da relaxação, imediatamente após a compressão da amostra, e F_1 a força registada depois de 1 minuto de relaxação.

Para calcular o índice de elasticidade, recorreu-se à seguinte fórmula:

$$\text{Elasticidade} = 100 - Y_T$$

O valor é expresso como a percentagem da elasticidade do gel (Mendes *et al.*, 1997). Todas as determinações foram feitas em octuplicado.

2.10. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada numa sala especialmente concebida para o efeito e com condições controladas de luz e temperatura. Os atributos do fiambre de corvina 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 D, sendo a intensidade de cada atributo medida numa escala não estruturada com 11 cm.

As amostras foram retiradas das embalagens e as fatias dispostas em pratos brancos e apresentadas aos provadores aleatoriamente. Os resultados foram apresentados em média \pm DP.

2.11. Análise microbiológica

Para a realização das análises microbiológicas, escolheram-se aleatoriamente duas embalagens de cada lote. Foram preparadas suspensões com $10 \pm 0,1$ g de amostra (que compreendia 5 g de cada embalagem de fiambre) e 90 ml de *Maximum Recovery Diluent* (MRD; Oxoid, Ltd., England), seguida de homogeneização no Stomacher 400 (Lab Blender, Seward, UK). As diluições

sucessivas apropriadas 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 aeróbios totais foram realizadas em *Plate Count Agar* (PCA; Merck, Alemanha) a 30 ± 1 °C durante 3 dias (ISO 4833, 2003). A enumeração das bactérias psicotróficas foi realizada em PCA a $6,5 \pm 1$ °C durante 10 dias. A enumeração de bactérias proteolíticas e de *Enterobacteriaceae* foi realizada com *Skim Milk Agar* (SMA; Oxoid, Ltd., England) e com *Violet Red Bile Glucose Agar* (VRGBA; Oxoid, Ltd., England) com sobrecamada, respetivamente, com incubação a 37 ± 1 °C durante 24 a 48 h (ISO 21528-2, 2004).

A enumeração dos coliformes totais (ISO 4832, 2006) e de *Escherichia coli* (ISO 16649-2, 2001) foi realizada com Chromocult® Coliform Agar (Merck KGaA, Alemanha) a 37 ± 1 °C durante 24 h. Para a enumeração de *Staphylococcus aureus*, procedeu-se à inoculação em meio *Baird-Parker Agar Base* (Oxoid Ltd., England) suplementado com EY Tellurite Enrichment (BD Difco, USA) a 37 ± 1 °C durante 24 h (ISO 6888-1, 1999). Para as contagens de *Clostridium* sulfito-redutores, procedeu-se à inoculação em *Perfringens Agar* (Oxoid, Ltd., England) e incubação em ambiente de anaerobiose com *Genbox* (Biomerieux, France) a 37 ± 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 (uma toma de 12,5 g das duas amostras independentes) e 225 ml de água peptona tamponada (APT; Oxoid, Ltd., England) e 225 ml de *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, exceto a pesquisa de *Salmonella* spp. e *Listeria* spp. Os resultados foram expressos em número de unidades formadoras de colónias (ufc) de microrganismos por grama de amostra (ufc/g).

2.12. Análise estatística

Os resultados do efeito do tipo de embalagem na qualidade do fiambre de corvina foram avaliados através da análise de variância Two-Way ANOVA e do

teste de comparações múltiplas (Tukey's honestly significant difference) para identificar as diferenças significativas. As diferenças foram consideradas significativas ao nível de probabilidade de 5 % ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas no *software* Sigmaplot™ 11,0 (Systat Software Inc., San Jose, USA).

3. Resultados e Discussão

3.1. Composição química

O fiambre de corvina (dia 0) apresentou $76,7 \pm 0,0\%$ de humidade, $3,9 \pm 0,0\%$ de cinza, $5,1 \pm 0,1\%$ de gordura, $11,1 \pm 0,1\%$ de proteína e ainda $3,2\%$ de fibra, tendo esta sido calculada por diferença em relação ao total dos restantes constituintes.

No que diz respeito à variação da humidade do fiambre de corvina durante a armazenagem (Tabela 2), os resultados revelaram que as amostras em vácuo tiveram uma humidade estabilizada depois da diminuição significativa ($p < 0,05$) que ocorreu entre os dias 0 e 13. Por outro lado, as amostras em AM sofreram variações significativas na humidade no 33º dia.

Tabela 2 - Valores médios (média \pm DP) da humidade em percentagem (%) dos fiambres embalados em vácuo e em atmosfera modificada a 20 % CO₂ (AM20) e 40 % CO₂ (AM40) durante a armazenagem em refrigerado.

Dias	Vácuo	AM20	AM40
0	$76,7 \pm 0,0$ ^{a, x}	$76,7 \pm 0,0$ ^{b, x}	$76,7 \pm 0,0$ ^{ab, x}
13	$75,4 \pm 0,3$ ^{b, y}	$76,7 \pm 0,4$ ^{b, x}	$77,5 \pm 1,0$ ^{a, x}
21	$75,6 \pm 0,8$ ^{ab, y}	$76,6 \pm 0,4$ ^{b, x, y}	$77,4 \pm 0,9$ ^{a, x}
33	$75,7 \pm 0,3$ ^{ab, z}	$78,2 \pm 0,2$ ^{a, x}	$76,9 \pm 0,2$ ^{ab, y}
47	-	$76,6 \pm 0,1$ ^{b, x}	$76,3 \pm 0,1$ ^{b, x}

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) ao longo do tempo estão representados por diferentes letras (a, b, c, d).

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre tipos de embalagem estão representados por diferentes letras (x, y, z).

3.2. Análise de gases

O acompanhamento da composição gasosa no interior das amostras embaladas em AM (Fig. 1) permitiu constatar que, face à percentagem inicial de 20 % e 40 % de CO₂ no momento da embalagem, as amostras AM20 e AM40 apresentaram, respetivamente, uma diminuição de 6,7 % e 9,5 % CO₂, possivelmente em resultado de uma rápida solubilização/difusão de CO₂ nas fatias

de fiambre. Nos primeiros 13 dias de armazenagem, a percentagem de CO₂ no interior das embalagens manteve-se estável nas amostras AM20, ao passo que, nas amostras AM40, com maior teor inicial de CO₂, diminuiu para 18,6 %. De acordo com Sivertsvik et al. (2002), durante a embalagem de pescado em atmosferas ricas em CO₂, uma parte deste gás dissolve-se nos produtos o que leva à formação de ácido carbónico, com subsequente ionização do ácido carbónico e diminuição do pH.

A partir deste dia até ao 33º foi registado um aumento gradual de CO₂ em ambas as amostras, possivelmente resultado do crescimento microbiano, registando-se a seguir uma nova diminuição de CO₂ na atmosfera das embalagens.

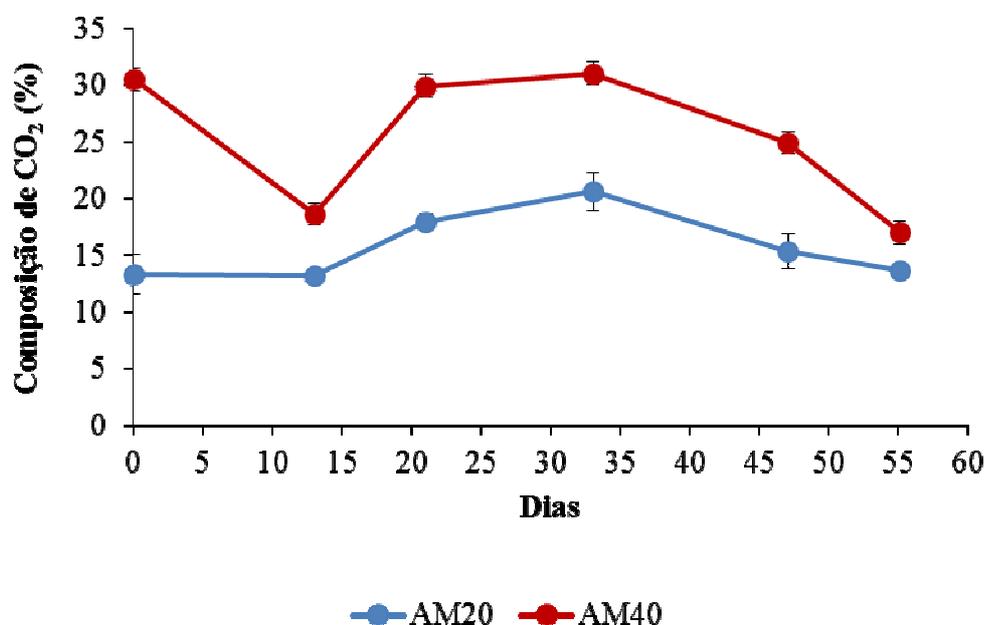


Figura 1 - Variações de CO₂ (%; média ± DP) no interior das embalagens de fiambre de corvina embalado em atmosfera modificada durante a armazenagem em refrigerado.

A solubilização de CO₂ na superfície do fiambre e/ou o nível de produção de CO₂ em resultado da cinética microbiana, podem ter contribuído para as alterações na percentagem deste gás.

3.3. pH e capacidade de retenção de água (CRA)

No dia 0 o fiambre de corvina apresentou um pH de $6,7 \pm 0,0$ e durante o seu armazenamento em refrigerado, registou-se uma diminuição significativa

($p < 0,05$; Tabela 3). Enquanto o pH das amostras em vácuo começou a diminuir a partir do dia 13, nas embalagens em AM verificou-se uma maior estabilização do pH do fiambre e apenas se registaram diferenças significativas a partir do dia 33.

Estes resultados permitiram constatar que o pH não foi afetado pelo tipo de embalagem usado, nem pelas diferenças de concentração de CO_2 registadas para as amostras AM20 e AM40, pelo que parece ser o crescimento microbiano o responsável por estas diferenças.

Tabela 3 – Valores do pH (média \pm DP) do fiambre de corvina quando embalado em vácuo e em atmosfera modificada a 20% CO_2 (AM20) e 40% CO_2 (AM40) durante a armazenagem em refrigerado.

Dias	Vácuo	AM20	AM40
0	$6,7 \pm 0,0$ ^{a, x}	$6,7 \pm 0,0$ ^{a, x}	$6,7 \pm 0,0$ ^{a, x}
13	$6,6 \pm 0,0$ ^{a, x}	$6,6 \pm 0,0$ ^{a, x}	$6,6 \pm 0,0$ ^{a, x}
21	$6,3 \pm 0,0$ ^{b, y}	$6,6 \pm 0,0$ ^{a, x}	$6,6 \pm 0,1$ ^{ab, x}
33	$6,0 \pm 0,1$ ^{c, y}	$6,4 \pm 0,1$ ^{b, x}	$6,4 \pm 0,1$ ^{b, x}
47	$5,5 \pm 0,1$ ^{d, xy}	$5,4 \pm 0,0$ ^{c, y}	$5,5 \pm 0,1$ ^{c, x}

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) ao longo do tempo estão representados por diferentes letras (a, b, c, d).

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre tipos de embalagem estão representados por diferentes letras (x, y, z).

No início da armazenagem, o fiambre de corvina apresentou uma CRA de $97,3 \pm 0,1\%$ (Tabela 4), que é mais elevada do que a CRA (73,02 %) do tradicional fiambre de porco (Cheng *et al.*, 2005). As amostras em vácuo e AM40 não tiveram variações e apresentaram uma CRA média de $97,4 \pm 0,4\%$ e $97,1 \pm 0,4\%$, respetivamente. Durante a armazenagem, apenas as amostras AM20 foram aparentemente mais suscetíveis à perda de água, tendo no dia 33 apresentado um valor significativamente ($p < 0,05$) mais baixo de CRA.

A estabilidade dos valores de CRA pode ser o resultado da ação dos aditivos (carragenato e MTGase) que permitiram uma boa retenção da água do fiambre de corvina (Gaspar e Góes-Favoni, 2015).

Tabela 4 - Valores (média ± DP) em percentagem (%) da capacidade de retenção de água (CRA) do fiambre embalado em vácuo e em atmosfera modificada a 20 % CO₂ (AM20) e 40 % CO₂ (AM40) durante a armazenagem em refrigerado.

Dias	Vácuo	AM20	AM40
0	97,3 ± 0,1 ^{a, x}	97,3 ± 0,1 ^{a, x}	97,3 ± 0,1 ^{a, x}
13	97,7 ± 0,6 ^{a, x}	97,4 ± 0,2 ^{a, x}	97,6 ± 0,3 ^{a, x}
21	97,3 ± 0,3 ^{a, x}	97,1 ± 0,2 ^{a, x}	96,9 ± 0,4 ^{a, x}
33	97,2 ± 0,5 ^{a, x}	96,2 ± 0,4 ^{b, y}	97,1 ± 0,4 ^{a, x}
47	-	96,6 ± 0,3 ^{a, b, x}	96,8 ± 0,4 ^{a, x}

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) ao longo do tempo estão representados por diferentes letras (a, b, c, d).

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre tipos de embalagem estão representados por diferentes letras (x, y, z).

3.4. Índice de ácido tiobarbitúrico (TBA)

A oxidação lipídica, é uma das causas principais de deterioração dos alimentos e os compostos formados durante este processo, nomeadamente o composto MDA, são responsáveis pelo cheiro e sabor desagradáveis associados à degradação de alimentos (Niki *et al.*, 2005).

Os resultados do índice de TBA não apresentaram variações significativas ($p < 0,05$) nas amostras em vácuo e em 20% CO₂, tanto ao longo da armazenagem em refrigerado, como entre estes dois tipos de embalagem. Os valores determinados foram constantes (0,1 ± 0,0 mg MDA/kg) nas amostras em vácuo e com uma de variação entre 0,1 - 0,2 ± 0,0 MDA/kg nas amostras em 20% CO₂. A única variação estatisticamente significativa ($p < 0,05$) foi evidenciada no fiambre acondicionado em 40% CO₂ no dia 33, tendo-se no entanto registado neste lote, uma gama de variação dos teores de MDA idêntica à registada nas amostras em 20% de CO₂ (0,1 - 0,2 ± 0,0 MDA/kg).

Não se encontra estipulado na legislação um limite para o índice de TBA a partir do qual o alimento se encontra impróprio para consumo. Diferentes estudos recomendam diferentes valores; EOS (2005) recomenda um limite de 4,5 mg MDA/kg para pescado e produtos à base de pescado, enquanto Goulas e Kontominas (2007) recomendam não mais do que 1 a 2 mg MDA/kg, para o mesmo tipo de produtos alimentares. Tendo em conta estes limites, verifica-se que o índice de TBA obtido para as três embalagens é consideravelmente baixo e permite excluir a oxidação lipídica, como a causa principal de deterioração do fiambre de corvina. Os provadores também não detetaram qualquer sabor ou aroma a ranço (ver seção 3.7), o que vai ao encontro da observação anterior.

Tabela 5 - Valores (média \pm DV) do índice de TBA (mg MDA/kg) do fiambre embalado em vácuo e em atmosfera modificada a 20 % CO₂ (AM20) e 40 % CO₂ (AM40) durante a armazenagem em refrigerado

Dias	Vácuo	AM20	AM40
0	0,1 \pm 0,0 ^{a, x}	0,1 \pm 0,0 ^{a, x}	0,1 \pm 0,0 ^{ab, x}
13	0,1 \pm 0,0 ^{a, x}	0,1 \pm 0,0 ^{a, x}	0,1 \pm 0,0 ^{b, x}
21	0,1 \pm 0,0 ^{a, x}	0,1 \pm 0,0 ^{a, x}	0,1 \pm 0,0 ^{ab, x}
33	0,1 \pm 0,0 ^{a, y}	0,2 \pm 0,0 ^{a, xy}	0,2 \pm 0,0 ^{a, x}
47	0,1 \pm 0,0 ^{a, x}	0,1 \pm 0,0 ^{a, x}	0,1 \pm 0,0 ^{b, x}
55	0,1 \pm 0,0 ^{a, x}	0,1 \pm 0,0 ^{a, x}	0,1 \pm 0,0 ^{b, x}

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) ao longo do tempo estão representados por diferentes letras (a, b, c, d).

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre tipos de embalagem estão representados por diferentes letras (x, y, z).

3.5. Cor

Relativamente à cor, os valores iniciais indicam que o fiambre possui tons cinza claros (L*), avermelhados (a*) e amarelados (b*) (Tabela 6), sendo que estes valores, bem como os restantes parâmetros da cor determinados (ΔE , C_{ab} , h_{ab} e W), não apresentaram diferenças significativas entre tipo de embalagem ($p > 0,05$), em qualquer ponto de amostragem. Os valores iniciais de L* ($65,1 \pm 0,3$), a* ($12,2 \pm 0,4$) e b* ($4,8 \pm 0,7$) são consideravelmente semelhantes aos valores atribuídos para o fiambre de porco tradicional: L* = 65,85, a* = 11,07 e b* = 5,17 (Cheng *et al.*, 2005), embora reflitam em comparação uma cor ligeiramente mais vermelha e menos amarela.

Apesar de haver alguma variação estatisticamente significativa durante o decurso da armazenagem em refrigerado, não se registou um padrão definido de variação e também não se registaram diferenças significativas ($p > 0,05$) dos parâmetros de cor, entre o primeiro e último dia de armazenagem. Tal comportamento sugere que as diferenças verificadas, podem ser devidas mais à heterogeneidade entre fatias, do que a alterações durante a armazenagem.

Assim, embora a cor seja referida como um parâmetro de qualidade, que se altera consoante a ação microbiana e a ação oxidativa que ocorrem no produto alimentar (Ghaly *et al.*, 2010) dada a pouca significância dos fenómenos oxidativos nos fiambres estudados, a não existência de variações na cor, sugere

que apesar do crescimento microbiano existente (ver seção 3.8), a sua acção degradativa não foi neste caso determinante.

Tabela 6 - Valores (média ± DP) de L*, a* e b*, diferença total de cor (ΔE), vivacidade (C_{ab}), tonalidade (h_{ab}) e índice de brancura (W) do fiambre embalado em vácuo e em atmosfera modificada a 20% CO₂ (AM20) e 40% CO₂ (AM40) durante a armazenagem em refrigerado.

	Dias	L*	a*	b*	ΔE	C _{ab}	h _{ab} (°)	W
Vácuo	0	65,1 ± 0,3 ^{b, x}	12,2 ± 0,4 ^{abc, x}	4,8 ± 0,7 ^{ab, x}	-	13,1 ± 0,2 ^{ab, x}	21,5 ± 0,5 ^{ab, x}	62,7 ± 0,4 ^{b, x}
	13	66,7 ± 0,4 ^{a, x}	12,8 ± 0,2 ^{a, x}	4,7 ± 0,1 ^{b, x}	2,1 ± 0,4 ^{a, x}	13,7 ± 0,2 ^a	20,2 ± 0,5 ^{b, x}	64,0 ± 0,4 ^{a, x}
	21	65,5 ± 0,5 ^{b, x}	11,6 ± 1,4 ^{c, x}	5,7 ± 1,4 ^{a, x}	2,3 ± 1,4 ^{a, x}	13,0 ± 0,6 ^{ab, x}	26,6 ± 8,2 ^{a, x}	63,2 ± 0,3 ^{ab, x}
	33	66,5 ± 0,9 ^{a, x}	12,4 ± 0,3 ^{ab, x}	4,9 ± 0,6 ^{ab, x}	2,0 ± 0,7 ^{a, x}	13,4 ± 0,2 ^{ab, x}	21,6 ± 2,8 ^{ab, x}	63,9 ± 0,9 ^{a, x}
	47	65,8 ± 0,5 ^{ab, x}	11,7 ± 0,5 ^{bc, x}	5,3 ± 0,4 ^{ab, x}	1,8 ± 0,7 ^{a, x}	12,8 ± 0,4 ^{b, x}	24,5 ± 2,3 ^{ab, x}	63,5 ± 0,6 ^{a, b, x}
AM20	0	65,1 ± 0,3 ^{b, x}	12,2 ± 0,4 ^{ab, x}	4,8 ± 0,7 ^{a, x}	-	13,1 ± 0,2 ^{ab, x}	21,5 ± 0,5 ^{a, x}	62,7 ± 0,4 ^{b, x}
	13	66,0 ± 0,7 ^{ab, x}	12,4 ± 0,1 ^{a, x}	5,1 ± 0,2 ^{a, x}	1,6 ± 0,6 ^{a, x}	13,4 ± 0,1 ^{ab, x}	22,5 ± 0,7 ^{a, x}	63,4 ± 0,7 ^{ab, x}
	21	65,6 ± 0,4 ^{ab, x}	12,0 ± 0,4 ^{ab, x}	5,4 ± 0,5 ^{a, x}	1,6 ± 0,7 ^{a, x}	13,2 ± 0,2 ^{ab, x}	24,4 ± 2,5 ^{a, x}	63,1 ± 0,3 ^{ab, x}
	33	66,4 ± 0,9 ^{a, x}	12,8 ± 0,2 ^{a, x}	5,2 ± 0,2 ^{a, x}	2,1 ± 0,8 ^{a, x}	13,8 ± 0,2 ^a	22,1 ± 0,8 ^{a, x}	63,7 ± 0,7 ^{a, x}
	47	66,0 ± 1,1 ^{ab, x}	11,5 ± 1,1 ^{b, x}	5,8 ± 1,2 ^{a, x}	2,4 ± 1,8 ^{a, x}	12,9 ± 0,5 ^b	26,9 ± 7,0 ^{a, x}	63,7 ± 1,3 ^{ab, x}
AM40	0	65,1 ± 0,3 ^{b, x}	12,2 ± 0,4 ^{a, x}	4,8 ± 0,7 ^{a, x}	-	13,1 ± 0,2 ^{a, x}	21,5 ± 0,5 ^{a, x}	62,7 ± 0,4 ^{a, x}
	13	65,9 ± 0,8 ^{ab, x}	12,2 ± 0,5 ^{a, x}	5,4 ± 0,7 ^{a, x}	1,8 ± 1,0 ^{a, x}	13,4 ± 0,3 ^{a, x}	23,8 ± 3,3 ^{a, x}	63,4 ± 1,0 ^{a, x}
	21	65,8 ± 0,6 ^{ab, x}	12,0 ± 0,2 ^{a, x}	5,5 ± 0,1 ^{a, x}	1,8 ± 0,4 ^{a, x}	13,2 ± 0,2 ^{a, x}	24,4 ± 0,5 ^{a, x}	63,3 ± 0,3 ^{a, x}
	33	66,2 ± 1,0 ^{a, x}	12,5 ± 0,3 ^{a, x}	5,2 ± 0,6 ^{a, x}	1,9 ± 1,0 ^{a, x}	13,6 ± 0,5 ^{a, x}	22,7 ± 1,9 ^{a, x}	63,6 ± 1,1 ^{a, x}
	47	65,7 ± 0,4 ^{ab, x}	11,9 ± 0,7 ^{a, x}	5,7 ± 0,5 ^{a, x}	1,9 ± 0,6 ^{a, x}	13,2 ± 0,4 ^{a, x}	25,6 ± 3,1 ^{a, x}	63,2 ± 0,5 ^{a, x}

Valores com diferenças significativas (p < 0,05) ao longo do tempo estão representados por diferentes letras (a, b, c, d).

Valores com diferenças significativas (p < 0,05) entre tipos de embalagem estão representados por diferentes letras (x, y, z).

3.6. Análise da textura

A força do gel, força de penetração à rutura, deformação à rutura e dureza foram as propriedades texturais que mais variações apresentaram nos fiambres no decurso da armazenagem em refrigerado (Anexo B). Em relação à força do gel, este parâmetro foi afetado significativamente ($p < 0,05$) pela armazenagem em refrigerado e pelo tipo de embalagem. Assim, registou-se um aumento significativo nos primeiros 13 dias (Fig. 2), em todos os tipos de embalagem e as amostras em vácuo registaram no final da armazenagem, valores de força do gel significativamente ($p < 0,05$) mais elevados, do que as amostras em atmosfera de CO_2 (20 e 40%).

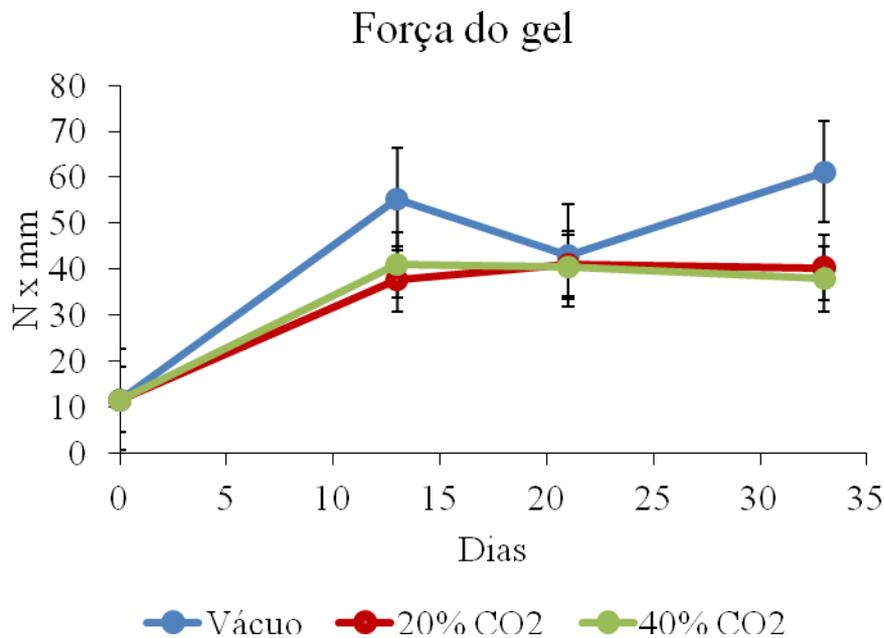


Figura 2 - Força do gel (N x mm; média \pm DP) dos fiambres de corvina embalados em vácuo e em atmosfera modificada (20 % e 40 % de CO_2) durante a armazenagem em refrigerado.

No que respeita à força de penetração à rutura, determinada nas fatias de fiambre, registou-se durante a armazenagem uma variação oposta à da força do gel, sendo os valores deste parâmetro caracterizados por uma diminuição significativa ($p < 0,05$) em todos os tipos de embalagem após os primeiros 13 dias (Fig. 3). No final da armazenagem e em comparação com a força à rutura inicial das fatias de fiambre, registaram-se igualmente valores significativamente ($p < 0,05$) mais baixos em todas as embalagens, e também, diferenças significativas entre as embalagens, tendo as amostras em vácuo registado valores de força à

Força à rutura

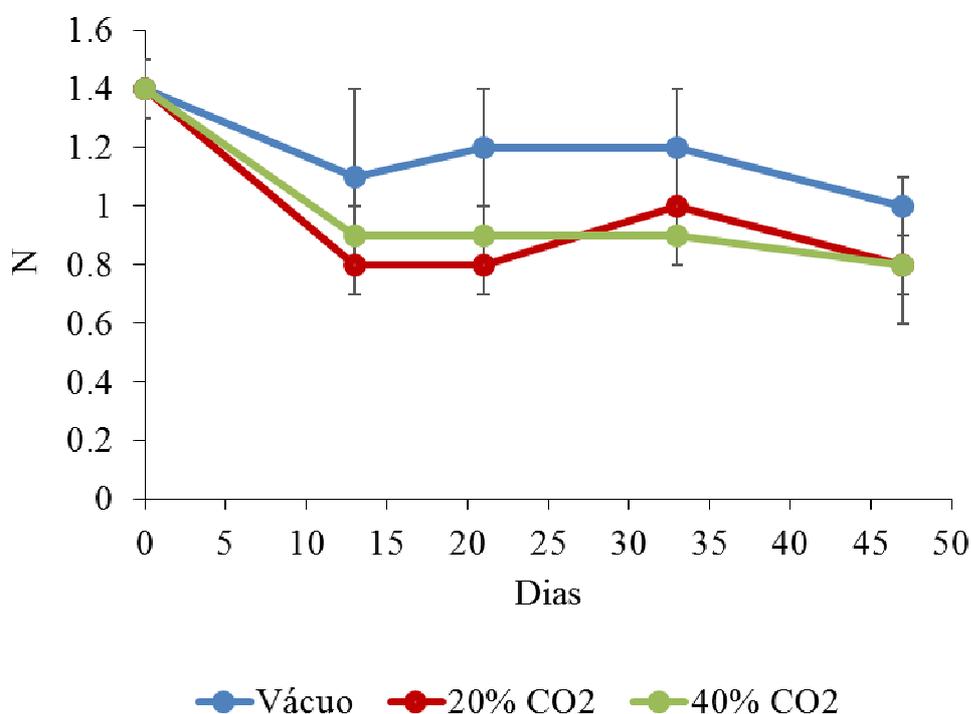


Figura 3 – Força à rutura (N; média \pm DP) das fatias dos fiambres de corvina embalados em vácuo e em atmosfera modificada (20 % e 40 % de CO₂) durante a armazenagem em refrigerado.

rutura das fatias significativamente ($p < 0,05$) mais elevados do que as amostras em atmosfera de CO₂. A deformação à rutura apresentou um comportamento do mesmo tipo do da força à rutura e foi caracterizado essencialmente, por menores deformações à rutura no final da armazenagem nas amostras embalados em atmosfera de CO₂ e uma tendência para uma menor diminuição deste parâmetro nas amostras em vácuo.

A dureza dos fiambres diminui também, ao longo da armazenagem em refrigerado, de forma significativa ($p < 0,05$) em todas as amostras, todavia a evolução deste parâmetro não reflectiu de forma tão clara, a tendência anteriormente registada na força do gel e na força e deformação à rutura das fatias, para uma clara diferenciação entre as amostras em vácuo, por um lado e as amostras armazenadas em atmosfera de CO₂, por outro (Fig. 4). Em termos de coesividade, a única variação registada ocorreu nos primeiros 13 dias de armazenagem, tendo todos os fiambres apresentado de forma idêntica um pequeno, mas significativo ($p < 0,05$) aumento da coesividade, de 0,6 para 0,9.

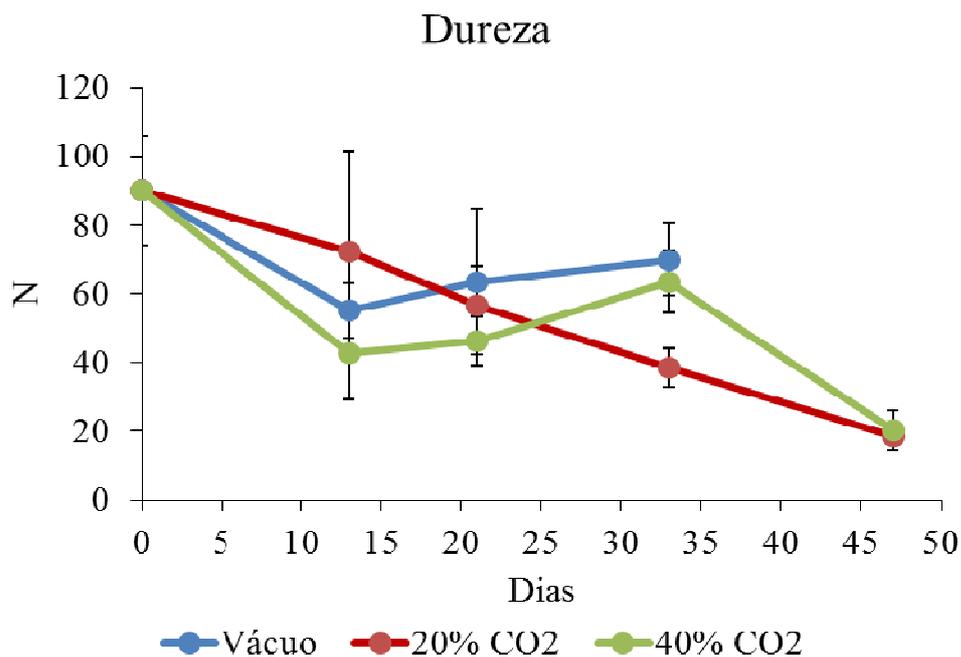


Figura 4 – Dureza (N; média \pm DP) das fatias dos fiambres de corvina embalados em vácuo e em atmosfera modificada (20 % e 40 % de CO₂) durante a armazenagem em refrigerado.

Em comparação com o fiambre de porco produzido de forma tradicional com uma coesividade de 0,4 (Cheng et al., 2005), o fiambre de corvina apresentou uma estrutura mais resistente à deformação causada pela compressão. A gomosidade, enquanto expressão da força requerida no processo de mastigação, obtida através produto da dureza pela coesividade, reflectiu as variações da dureza, uma vez que, como se referiu antes, a coesividade não teve variações apreciáveis.

Quanto às propriedades texturais de relaxação e elasticidade (Anexo B), não se observaram variações significativas ($p > 0,05$) durante a armazenagem em refrigerado, nem estas foram influenciadas pelo tipo de embalagem.

Numa avaliação genérica, as embalagens em vácuo apresentaram um melhor desempenho, em termos das propriedades texturais, do que as embalagens em atmosfera de CO₂ e preservaram mais a resistência inicial à primeira dentada e a resistência durante a mastigação do fiambre de corvina. Todavia, apesar da existência de alguma variação da textura instrumental ao longo da armazenagem e entre os diferentes tipos de embalagem, a gama de variações instrumentais determinadas é reduzida e não teve expressão na percepção sensorial da textura (Anexo C) pelos provadores.

3.7. Análise sensorial

Após a preparação, o fiambre de corvina foi avaliado pelos provadores como tendo uma cor clara, um aroma mais acentuado a fiambre do que a peixe e suculento (Anexo C/D). Apresentou alguma dureza e elasticidade e o sabor salgado também prevaleceu sobre as restantes características sensoriais analisadas.

A apreciação dos provadores não foi afetada significativamente ($p < 0,05$) pelo tipo de embalagem usada, mas sim pela duração do armazenamento em refrigerado. Os provadores detetaram um aumento na acidez do fiambre e no sabor e aroma desagradáveis, ao passo que o aroma e sabor a peixe diminuíram. Em comparação, a perda do aroma a fiambre foi menos acentuada, embora o respetivo sabor tenha registado alguma deterioração, em particular nas amostras em AM no final da armazenagem. Na Figura 5, encontram-se alguns dos parâmetros que demonstraram maior variabilidade ao longo do estudo nas embalagens a vácuo e em AM. Nesta figura torna-se particularmente evidente uma certa semelhança, entre as avaliações sensoriais e portanto, entre os polígonos, quase hexagonais, das amostras em vácuo e em atmosfera de CO₂ nos primeiros 21 de armazenagem e uma clara dissemelhança no dia 33, sobretudo provocada pela manutenção por mais tempo do sabor a fiambre, na amostra em vácuo. Por outro lado esta figura também evidencia que os aromas a peixe e a fiambre, mais que os sabores, são mais afectados pela armazenagem.

Em termos de apreciação global e apesar de haver uma diminuição dos valores ao longo da armazenagem, as variações não se revelaram em geral significativas, com excepção da registada na amostra em 20% de CO₂, que após 33 dias teve uma perda de qualidade sensorial significativamente ($p < 0,05$) mais acentuada. Por outro lado, a relativamente baixa classificação média inicial na apreciação global do fiambre (5,5 numa escala não estruturada com 11 cm), leva a ponderar a necessidade de melhorar a formulação do fiambre de corvina.

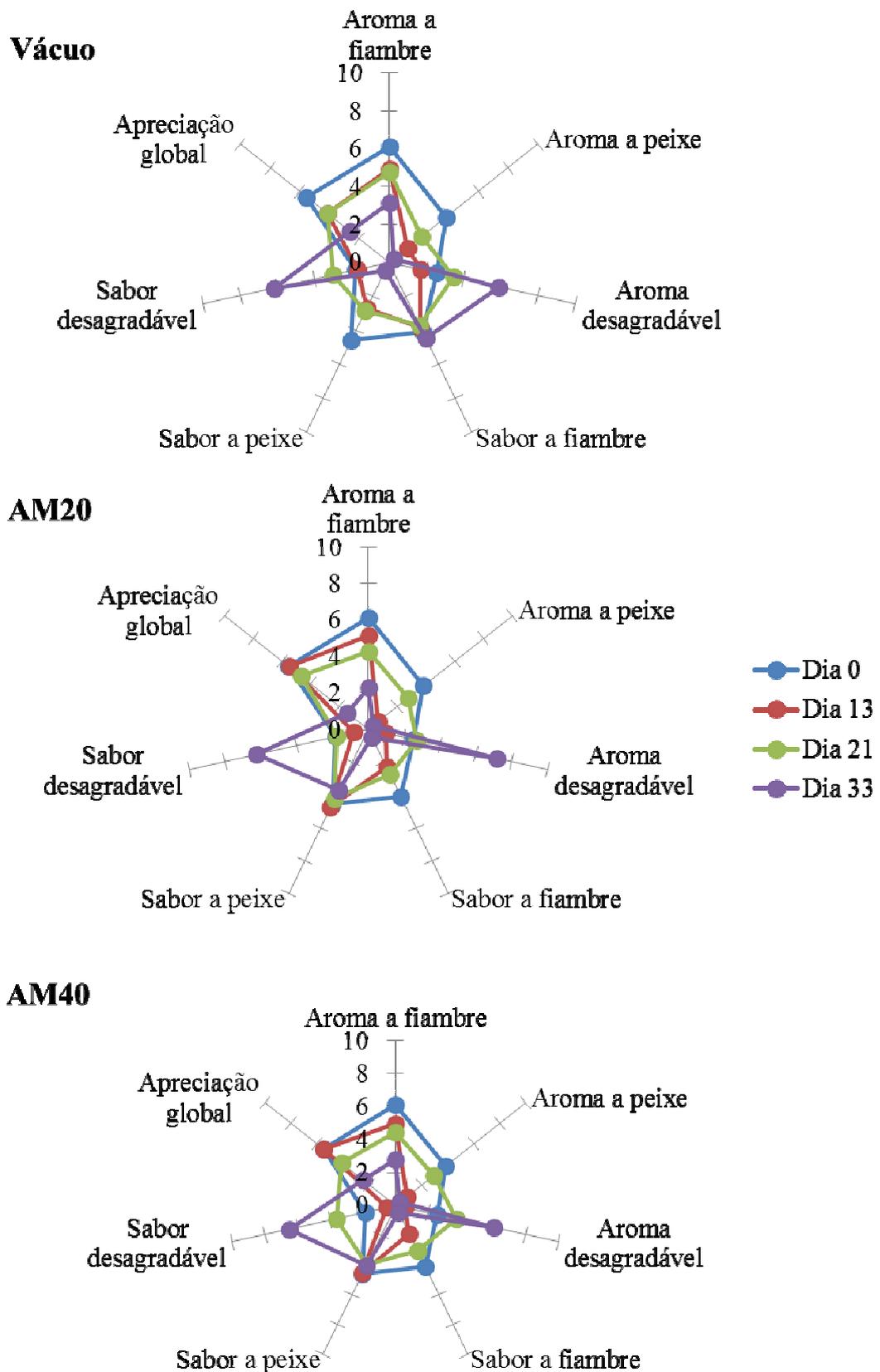


Figura 5 – Resultados de alguns parâmetros sensoriais do fiambre de corvina embalado em vácuo e em atmosfera modificada a 20 % CO₂ (AM20) e 40 % CO₂ (AM40) durante a armazenagem em refrigerado.

3.8. Análise microbiológica

Os resultados da análise microbiológica encontram-se na Tabela 7. O tipo de embalagem não pareceu ter influenciado o crescimento de microrganismos mesófilos e psicrotróficos, tendo-se registado, nas três embalagens, entre 7,6 a 7,8 log ufc/g ao fim de 47 dias de armazenamento. Tendo em conta o critério microbiológico aplicado a pescado cozinhado, cujo limite máximo aceite para as contagens aeróbias totais é 7,0 log ufc/g (Huss, 1993; IFST,1999), o fiambre de corvina em vácuo e em AM ultrapassou o limite máximo aceite para consumo após 13 dias de armazenamento. Estes valores apontam para a necessidade de haver maiores cuidados higiénicos no manuseamento do fiambre de corvina, de forma a prolongar o seu período de conservação útil.

As contagens de clostrídeos, *S. aureus* e *E. coli* foram menores do que 1,0 log ufc/g de amostra ao longo de todo o estudo, pelo que em função da sua reduzida relevância, não são apresentados em tabela. Baixos valores foram também observados para as *Enterobacteriaceae*, com exceção dos dias 21 (em vácuo: 3,0 log ufc/g) e 47 (AM20: 3,4 log ufc/g; AM40: 2,3 log ufc/g).

O tipo de embalagem teve maior efeito no desenvolvimento de coliformes totais e de bactérias produtoras de ácido láctico. Assim, o fiambre embalado em vácuo revelou o maior crescimento de coliformes totais no final da armazenagem (5,2 log ufc/g no dia 47), seguido do fiambre em AM 20% (4,1 log ufc/g) e do embalado em 40% CO₂, que apresentou os níveis mais baixos (3,6 log ufc/g). Em termos comparativos, o crescimento das bactérias produtoras de ácido láctico foi semelhante ao dos coliformes, tendo-se registado um maior crescimento médio no fiambre em vácuo (4,0 a 4,5 log ufc/g), seguido da amostras em 20% de CO₂ e as amostras embaladas com maior percentagem de CO₂ (40%), a registarem os menores crescimentos médios (entre 3,6 a 4,0 log ufc/g). De realçar todavia, a reduzida expressão em termos de qualidade, que representam estas diferenças entre embalagens.

O desenvolvimento microbiano foi um dos parâmetros mais influenciados pelo uso de atmosfera modificada. No entanto, essa influência não incidiu sobre os microrganismos aeróbios totais, não criando, assim, uma vantagem que prolongasse o período de conservação útil do fiambre de corvina, quando comparado com o fiambre embalado em vácuo.

Uma possibilidade de prolongar o período de conservação útil do fiambre de corvina seria testar diferentes temperaturas de cozedura superiores à usada no presente estudo (82 °C). É sugerido, inclusive, que o interior de um produto alimentar alcance os 90 °C no mínimo durante 10 minutos para erradicar 10⁶ ufc de *Clostridium botulinum*/g (ACMSF, 1992) dado que, sendo um microrganismo anaeróbio obrigatório, o seu crescimento costuma ser favorecido pelas embalagens em atmosfera modificada (IFT, 1998).

Tabela 7 - Crescimento microbiano (log ufc/g) no fiambre de corvina embalado em vácuo e em atmosfera modificada a 20 % CO₂ (AM20) e 40 % CO₂ (AM40) durante a armazenagem em refrigerado.

	Dia	Mesófilos totais	Psicrotróficos totais	Coliformes totais	Bactérias produtoras ácido láctico	Enterobacteriaceae
Vácuo	0	1,7	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
	13	*	*	3,3	4,3	< 1,0
	21	7,6	7,7	4,7	4,5	3,0
	33	7,8	6,3	-	4,5	< 1,0
	47	7,6	7,4	5,2	4,0	< 1,0
AM20	0	1,7	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
	13	*	*	*	4,6	< 1,0
	21	8,1	7,7	4,3	4,0	< 1,0
	33	7,9	7,5	4,3	4,1	< 1,0
	47	7,6	7,4	4,1	4,1	3,4
AM40^x	0	1,7	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
	13	*	*	3,5	3,6	< 1,0
	21	7,8	7,8	4,2	4,0	< 1,0
	33	8,0	6,5	-	3,9	< 1,0
	47	7,8	7,4	3,6	3,9	2,3

*Placas incontáveis.

4. Conclusão

A finalidade do presente trabalho foi avaliar a evolução da qualidade do fiambre de corvina enriquecido com fibras dietéticas embalado em vácuo e em atmosfera modificada a 20% e 40% de CO₂ e armazenado em refrigerado.

As variações detetadas para os diferentes parâmetros analisados deveram-se essencialmente à duração do armazenamento. No entanto, a embalagem em AM prolongou a apreciação dos provedores pelo fiambre em 13 dias, afetou a dureza do fiambre e teve um efeito retardador no desenvolvimento de coliformes totais e

bactérias produtoras de ácido láctico. Durante o armazenamento, as características sensoriais do fiambre em vácuo e em AM deixaram de ser satisfatórias após 21 dias de armazenamento e a microbiota do fiambre ultrapassou o limite de aceitação para consumo a partir dos 13 dias em refrigeração. Em termos de cor, textura, pH e CRA, o fiambre em AM com 40 % CO₂ foi o que apresentou menos variações durante o armazenamento

O fiambre de corvina é um produto interessante por manter as propriedades sensoriais associadas ao produto tradicional, com a vantagem de incorporar fibras dietéticas e pescado, com evidentes benefícios nutricionais. No entanto, será necessário salientar que, para prolongar o período de conservação útil, deverá ser assegurada que todas as fases de processamento do fiambre, incluindo a manipulação e embalagem, sejam efetuadas em boas condições de higiene, o que não foi possível garantir totalmente nas condições de preparação do fiambre a nível laboratorial.

Referências bibliográficas

- ACMSF (Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food), 1992. Report on vacuum packaging and associated processes. [Consult. 03/08/2015]. Disponível em <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/acmsfvacpackreport.pdf>.
- 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.
- Anderson, J.W.; Deakins, D.A.; Floore, T.L.; Smith, B.M.; Whitts, S.R., 1990. Dietary fiber and coronary heart disease. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 29: 95.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1984. *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.
- Beggs, K.L.H.; Bowers, J.A.; Brown, D., 1997. Sensory and physical characteristics of reduced-fat turkey frankfurters with modified corn starch and water. *Journal of Food Science*. 62: 1240–1244.
- Borderías, A.J.; Sánchez-Alonso, I.; Pérez-Mateos, M., 2005. New applications of fibres in foods: addition to fishery products. *Trends in Food Science and Technology*, 16: 458-465.
- 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.
- Cheng, Q.; Sun, D.; Scannel, A.G.M., 2005. Feasibility of water cooking for pork ham processing as compared with traditional dry and wet air cooking methods. *Journal of Food Engineering*, 67: 427-433.

- Elzerman, J.E.; Hoek, A.C.; Boekel, M.A.; Luning, P.A., 2011. Consumer acceptance and appropriateness of meat substitutes in a meal context. *Food Quality and Preference*, 22: 233-240.
- EOS (Egyptian organization for standardization), 2005. Standard specifications for chilled and frozen fish fillets (3494) and (2-889). EOS, Egypt.
- 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.
- Ghaly, A.E.; Dave, D.; Budge, S.; Brooks M.S., 2010. Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: Review. *American Journal of Applied Sciences*, 7: 859-877.
- Goulas, A.E.; Kontominas, M.G., 2007. Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on the shelf life of refrigerated chub mackerel (*Scomber japonicas*): biochemical and sensory attributes. *European Food research and Technology*, 224: 545-553.
- 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 electrónico]. *Traditional Microbiological Quality Control*. In: FAO (nº334), Assurance of seafood quality. FAO Fisheries Technical Paper, Roma. [Consult. 06/09/2014]. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/003/t1768e/t1768e04.htm>. ISBN 92-5-103446.
- IFST (Institute of Food Science Technology), 1999. *Development and use of microbiological criteria for foods*. 1st Ed. London: IFST.
- IFT (Institute of Food Technologists), 1998. Extended shelf life refrigerated foods: Microbiological quality and safety. *Food Technology*, 52: 57-62.
- IHRSA (International Health, Racquet and Sportsclub Association), 2014. [recurso electrónico]. 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.

- ISO 4832, 2006. *Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Horizontal method for the enumeration of coliforms -- Colony-count technique*. Geneva, Suíça.
- 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 6888-1, 1999. *Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species) – Part 1: Technique using Baird-Parker agar medium*. 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.
- Kritchevsky, D.; Bonfield, C., 1995. *Dietary fibre in health and disease*. St. Paul, USA: Eagan Press, pp. 377.

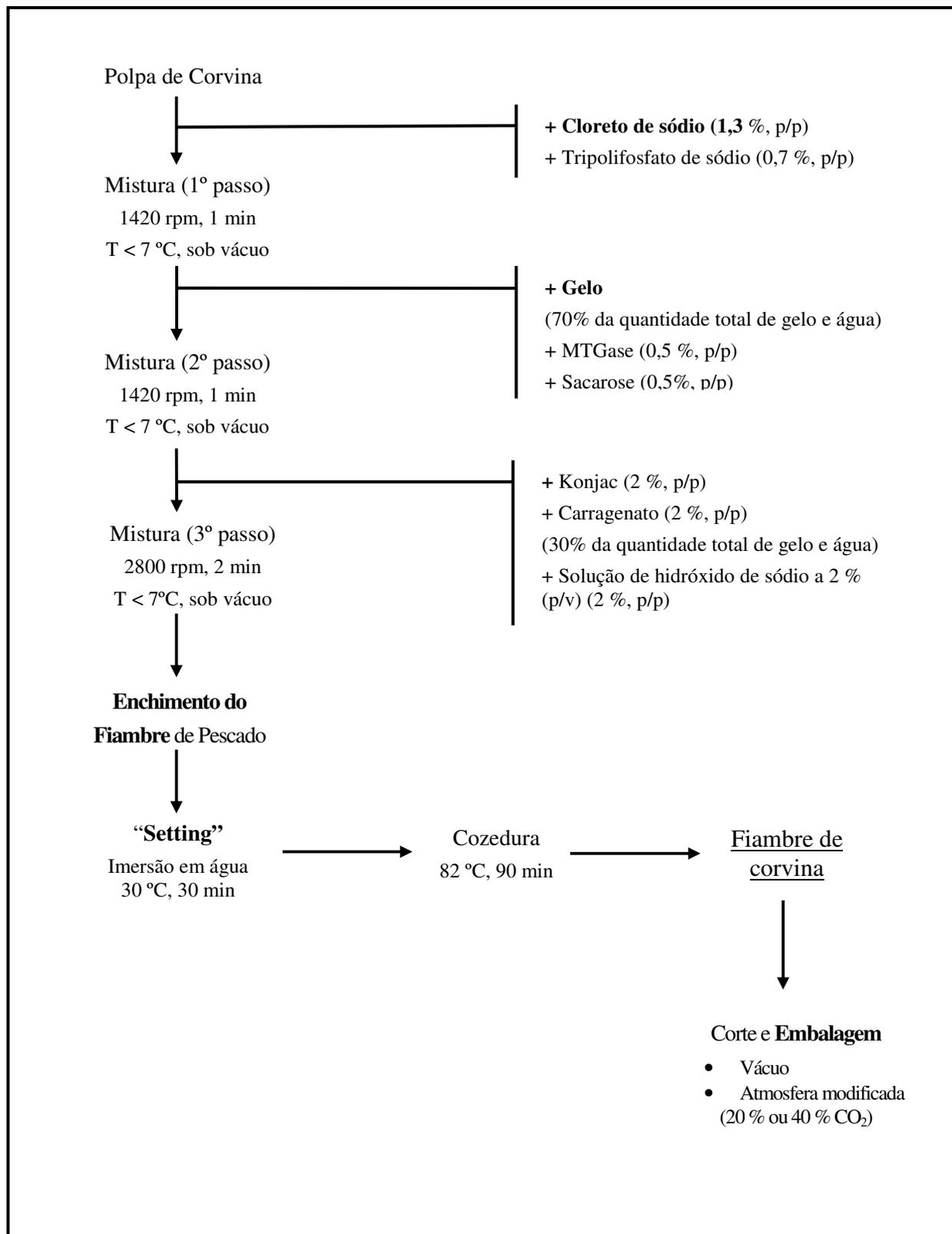
- Lafarge, C.; Cayot, N.; Hory, C.; Chassefont, C.; Bail, P., 2014. Effect of konjac glucomannan addition on aroma release in gels containing potato starch. *Food Research International*, 64: 412-429.
- Marchetti, L. ; Andrés, S.C. ; Califano, A.N., 2014. Low-fat meat sausages with fish oil: Optimization 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.
- Mendes, R.; Gómez-Guillén, C.; Montero, P., 1997. Effect of a new vacuum leaching technology on the textural characteristics of sardine mince. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, A 204: 113–120.
- Mendes R.; Cardoso C.; Pestana, C., 2009. Measurement of malondialdehyde in fish: A comparison study between HPLC methods and the traditional spectrophotometric test. *Food Chemistry*, 112: 1038-1045.
- Monfort, M. C., 2010. Present market situation and prospects of meagre (*Argyrosomus regius*), as an emerging species in Mediterranean aquaculture. Studies and Reviews, N° 89. Food and Agriculture Organization of the United Nations, General Fisheries Commission for the Mediterranean. Rome.
- 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.
- Niki, E.; Yoshida, Y.; Saito, Y.; Noguchi, N., 2005. Lipid peroxidation: Mechanisms, inhibition, and biological effects. *Biochemical and Biophysical research Communications*, 338: 668-676.
- NP (Norma Portuguesa) 1972, 1986. *Produtos de pesca e da aquicultura. Determinação do teor de matéria gorda livre*. Instituto Português da Qualidade, Lisboa.
- Olsson, G.B.; Ofstad, R.; Lødemel, J.B.; Olsen R.L., 2003. Changes in water-holding capacity of halibut muscle during cold storage. *Lebensmittel-Wissenschaft e Technologie*, 36: 771-778.

- 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.
- 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. and Williams, P.A. (eds), *Food polysaccharides and their applications*, 2nd edn. CRC Press, volume 4, Boca Raton, FL, pp. 239-288.
- Puupponen-Pimiä, R., Aura, A.M., Oksman-Caldentey, K.M., Myllärinen, P., Saarela, M., Mattila-Sandholm, T., e 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 analyser based on the Dumas method. *Analytica Chimica Acta*, 1: 191-198.
- Sánchez, I.; Pérez-Mateos, M.; Borderías, J., 2004. Incorporación de fibra dietética a reestructurados: 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.

- Seljeskog, E.; Hervig, T.; Mansoor, M. A., 2006. A novel HPLC method for the measurement of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS). A comparison with a commercially available kit. *Clinical Biochemistry*, 39: 947–954.
- Shand, P.J., 2000. Textural, water holding and sensory properties of low-fat pork bologna with normal or waxy starch hull-less barley. *Journal of Food Science*, 65: 101–107.
- Sivertsvik, M.; Jeksrud, W. K.; Vagane, A.; Rosnes, J. T., 2004. Solubility and absorption rate of carbon dioxide into non-respiring foods. Part 1: Development and validation of experimental apparatus using a manometric method. *Journal of Food Engineering*, 61: 449–458.
- 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.
- Yang, A.; Keeton, J.T.; Beilken, S.L.; Trout, G.R., 2001. Evaluation of some binders and fat substitutes in low-fat frankfurters. *Journal of Food Science*, 66: 1039–1046.

Anexos

Anexo A – Diagrama de fluxo da produção de fiambre de corvina.



Anexo B – Valores (média ± DP) das propriedades texturais dos fiambres durante a armazenagem em refrigerado.

Dias	Força do Gel (N.mm)	Força à rutura (N)	Deformação à rutura (mm)	Dureza (N)	Relaxação (%)	Elasticidade (%)	Gomosidade (N)	Coesividade
<i>Vácuo</i>								
0	11,6 ± 2,7 ^{c, x}	1,4 ± 0,1 ^{a, x}	8,6 ± 1,0 ^{a, x}	90,0 ± 15,9 ^{a, x}	44,2 ± 7,3 ^{a, x}	55,8 ± 7,3 ^{a, x}	53,8 ± 7,8 ^{a, x}	0,6 ± 0,0 ^{b, x}
13	55,2 ± 19,9 ^{a, x}	1,1 ± 0,3 ^{bc, x}	6,8 ± 0,6 ^{b, x}	55,1 ± 8,1 ^{b, xy}	39,6 ± 1,5 ^{a, x}	60,4 ± 1,5 ^{a, x}	48,7 ± 6,7 ^{a, xy}	0,9 ± 0,1 ^{a, x}
21	43,3 ± 18,5 ^{b, x}	1,2 ± 0,2 ^{b, x}	8,3 ± 0,6 ^{a, x}	63,5 ± 21,2 ^{b, x}	41,4 ± 2,4 ^{a, x}	58,6 ± 2,4 ^{a, x}	56,9 ± 18,2 ^{a, x}	0,9 ± 0,1 ^{a, x}
33	61,2 ± 15,4 ^{a, x}	1,2 ± 0,2 ^{b, x}	7,5 ± 0,8 ^{b, x}	70,0 ± 10,5 ^{ab, x}	40,6 ± 0,7 ^{a, x}	59,4 ± 0,7 ^{a, x}	60,4 ± 9,1 ^{a, x}	0,9 ± 0,0 ^{a, x}
47	-	1,0 ± 0,1 ^{c, x}	8,8 ± 0,7 ^{a, x}	-	-	-	-	-
<i>Atmosfera modificada, 20% de CO₂</i>								
0	11,6 ± 2,7 ^{b, x}	1,4 ± 0,1 ^{a, x}	8,6 ± 1,0 ^{a, x}	90,0 ± 15,9 ^{a, x}	44,2 ± 7,3 ^{a, x}	55,8 ± 7,3 ^{a, x}	53,8 ± 7,8 ^{ab, x}	0,6 ± 0,0 ^{b, x}
13	37,8 ± 17,0 ^{a, y}	0,8 ± 0,1 ^{c, z}	7,4 ± 0,4 ^{b, x}	72,4 ± 29,1 ^{ab, x}	40,1 ± 1,9 ^{a, x}	58,9 ± 1,9 ^{a, x}	64,1 ± 24,0 ^{a, x}	0,9 ± 0,1 ^{a, x}
21	41,1 ± 5,9 ^{a, x}	0,8 ± 0,1 ^{c, z}	8,1 ± 0,8 ^{a, x}	56,6 ± 11,4 ^{bc, xy}	41,4 ± 1,8 ^{a, x}	58,6 ± 1,8 ^{a, x}	47,5 ± 17,1 ^{ab, x}	0,9 ± 0,1 ^{a, x}
33	40,3 ± 7,7 ^{a, y}	1,0 ± 0,2 ^{b, y}	7,3 ± 0,7 ^{b, x}	38,5 ± 5,6 ^{cd, y}	40,1 ± 0,9 ^{a, x}	59,9 ± 0,9 ^{a, x}	33,7 ± 4,7 ^{bc, y}	0,9 ± 0,0 ^{a, x}
47	-	0,8 ± 0,2 ^{c, y}	7,8 ± 1,5 ^{ab, xy}	18,4 ± 3,7 ^{d, x}	44,3 ± 2,0 ^{a, x}	55,7 ± 2,0 ^{a, x}	16,5 ± 3,2 ^{c, x}	0,9 ± 0,0 ^{a, x}
<i>Atmosfera modificada, 40% de CO₂</i>								
0	11,6 ± 2,7 ^{b, x}	1,4 ± 0,1 ^{a, x}	8,6 ± 1,0 ^{a, x}	90,0 ± 15,9 ^{a, x}	44,2 ± 7,3 ^{a, x}	55,8 ± 7,3 ^{a, x}	53,8 ± 7,8 ^{a, x}	0,6 ± 0,0 ^{b, x}
13	41,0 ± 9,7 ^{a, y}	0,9 ± 0,1 ^{b, y}	7,4 ± 0,7 ^{b, x}	42,9 ± 13,5 ^{b, y}	41,2 ± 4,5 ^{a, x}	58,8 ± 4,5 ^{a, x}	39,3 ± 16,8 ^{a, y}	0,9 ± 0,1 ^{a, x}
21	40,5 ± 8,4 ^{a, x}	0,9 ± 0,1 ^{b, y}	7,9 ± 0,9 ^{b, x}	46,3 ± 7,2 ^{b, y}	41,6 ± 2,5 ^{a, x}	58,4 ± 2,5 ^{a, x}	41,9 ± 8,6 ^{a, x}	0,9 ± 0,1 ^{a, x}
33	37,9 ± 5,4 ^{a, y}	0,9 ± 0,1 ^{b, y}	7,1 ± 0,7 ^{b, x}	63,6 ± 9,2 ^{b, x}	39,8 ± 1,3 ^{a, x}	60,2 ± 1,3 ^{a, x}	55,2 ± 8,0 ^{a, xy}	0,9 ± 0,0 ^{a, x}
47	-	0,8 ± 0,1 ^{c, y}	7,5 ± 0,5 ^{b, y}	20,4 ± 5,6 ^{c, x}	42,4 ± 1,0 ^{a, x}	57,6 ± 1,0 ^{a, x}	18,5 ± 4,9 ^{b, x}	0,9 ± 0,0 ^{a, x}

Valores com diferenças significativas (p < 0,05) ao longo do tempo estão representados por diferentes letras (a, b, c, d).

Valores com diferenças significativas (p < 0,05) entre tipos de embalagem estão representados por diferentes letras (x, y, z).

Anexo C – Valores (média ± DP) das características sensoriais do fiambre de corvina durante a armazenagem em refrigerado.

Amostra		Aparência externa	Aroma			Textura			
		Cor	Fiambre	Peixe	Desagradável	Dureza	Elasticidade	Suculência	Coesividade
Vácuo	Dia 0	3,8 ± 1,9 ^{a, x}	-	3,8 ± 3,7 ^{a, x}	2,5 ± 2,7 ^{a, x}	7,0 ± 2,2 ^{a, x}	9,0 ± 1,8 ^{a, x}	5,5 ± 2,0 ^{a, x}	8,1 ± 2,5 ^{a, x}
	Dia 13	3,6 ± 1,8 ^{a, x}	4,9 ± 1,8 ^{a, x}	1,2 ± 2,0 ^{b, x}	1,7 ± 2,2 ^{a, x}	7,4 ± 2,1 ^{a, x}	7,1 ± 2,9 ^{a, x}	5,7 ± 3,1 ^{a, x}	9,3 ± 0,9 ^{a, x}
	Dia 21	3,4 ± 1,7 ^{a, x}	4,8 ± 2,3 ^{a, x}	2,2 ± 1,6 ^{a, b, x}	3,5 ± 2,8 ^{a, x}	7,6 ± 2,5 ^{a, x}	7,0 ± 3,1 ^{a, x}	5,8 ± 2,6 ^{a, x}	8,1 ± 1,7 ^{a, x}
	Dia 33	3,7 ± 0,9 ^{a, x}	3,2 ± 1,4 ^{a, x}	0,3 ± 0,4 ^{b, x}	5,9 ± 2,5 ^{a, x}	6,8 ± 0,9 ^{a, x}	7,7 ± 3,1 ^{a, x}	5,2 ± 1,7 ^{a, x}	8,8 ± 0,3 ^{a, x}
AM20	Dia 0	3,8 ± 1,9 ^{a, x}	-	3,8 ± 3,7 ^{a, x}	2,5 ± 2,7 ^{a, b, x}	7,0 ± 2,2 ^{a, x}	9,0 ± 1,8 ^{a, x}	5,5 ± 2,0 ^{a, x}	8,1 ± 2,5 ^{a, x}
	Dia 13	3,4 ± 0,8 ^{a, x}	5,1 ± 1,6 ^{a, x}	0,7 ± 0,8 ^{b, x}	1,0 ± 1,2 ^{a, x}	7,1 ± 2,1 ^{a, x}	7,5 ± 2,3 ^{a, x}	6,3 ± 2,9 ^{a, x}	9,2 ± 0,9 ^{a, x}
	Dia 21	3,6 ± 1,6 ^{a, x}	4,2 ± 2,1 ^{a, b, x}	2,7 ± 2,0 ^{a, b, x}	2,7 ± 2,7 ^{b, x}	7,5 ± 1,6 ^{a, x}	7,0 ± 2,7 ^{a, x}	6,0 ± 2,1 ^{a, x}	7,8 ± 1,8 ^{a, x}
	Dia 33	3,7 ± 0,9 ^{a, x}	2,3 ± 1,4 ^{b, x}	0,3 ± 0,4 ^{b, x}	7,2 ± 2,7 ^{a, x}	6,6 ± 1,2 ^{a, x}	7,7 ± 3,1 ^{a, x}	4,8 ± 2,3 ^{a, x}	8,8 ± 0,3 ^{a, x}
AM40	Dia 0	3,8 ± 1,9 ^{a, x}	-	3,8 ± 3,7 ^{a, x}	2,5 ± 2,7 ^{a, b, x}	7,0 ± 2,2 ^{a, x}	9,0 ± 1,8 ^{a, x}	5,5 ± 2,0 ^{a, x}	8,1 ± 2,5 ^{a, x}
	Dia 13	3,4 ± 0,8 ^{a, x}	5,0 ± 1,8 ^{a, x}	0,9 ± 1,1 ^{b, x}	0,6 ± 1,1 ^{b, x}	7,0 ± 2,2 ^{a, x}	7,4 ± 2,6 ^{a, x}	6,4 ± 3,0 ^{a, x}	9,3 ± 0,9 ^{a, x}
	Dia 21	3,3 ± 1,4 ^{a, x}	4,5 ± 2,4 ^{a, x}	3,0 ± 1,9 ^{a, b, x}	3,7 ± 3,5 ^{a, b, x}	7,6 ± 1,9 ^{a, x}	7,2 ± 2,4 ^{a, x}	5,9 ± 2,1 ^{a, x}	7,8 ± 1,9 ^{a, x}
	Dia 33	3,7 ± 0,9 ^{a, x}	2,8 ± 1,4 ^{a, x}	0,3 ± 0,4 ^{b, x}	6,1 ± 3,9 ^{a, x}	6,8 ± 0,9 ^{a, x}	7,7 ± 3,1 ^{a, x}	6,4 ± 0,0 ^{a, x}	9,0 ± 0,5 ^{a, x}

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) ao longo do tempo estão representados por diferentes letras (a, b, c).

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre tipos de embalagem estão representados por diferentes letras (x, y, z).

Anexo C (cont.) - Valores (média ± DP) das características sensoriais do fiambre de corvina durante a armazenagem em refrigerado.

Amostra		Sabor							
		Salgado	Doce	Ácido	Amargo	Fumo	Peixe	Fiambre	Desagradável
Vácuo	Dia 0	4,5 ± 2,6 ^{a, x}	3,5 ± 2,3 ^{a, x}	1,6 ± 2,8 ^{b, c}	1,3 ± 2,1 ^{a, x}	3,0 ± 2,5 ^{a, x}	4,6 ± 3,9 ^{a, x}	4,1 ± 3,0 ^{a, x}	1,8 ± 2,0 ^{b, x}
	Dia 13	3,7 ± 1,7 ^{a, x}	2,6 ± 2,3 ^{a, x}	0,3 ± 0,4 ^c	0,7 ± 0,1 ^{a, x}	1,1 ± 1,2 ^{b, x}	2,7 ± 3,1 ^{a, x}	3,8 ± 2,9 ^{a, x}	1,7 ± 2,6 ^{b, x}
	Dia 21	3,4 ± 1,9 ^{a, x}	1,8 ± 1,9 ^{a, x}	2,7 ± 1,6 ^{a, b}	1,8 ± 1,9 ^{a, x}	1,5 ± 1,6 ^{a, b, x}	2,9 ± 2,3 ^{a, x}	3,7 ± 1,8 ^{a, x}	3,0 ± 1,8 ^{a, b, x}
	Dia 33	3,2 ± 1,9 ^{a, x}	2,3 ± 1,0 ^{a, x}	5,5 ± 4,2 ^a	0,7 ± 0,9 ^{a, x}	0,5 ± 0,7 ^{a, b, x}	0,5 ± 0,7 ^{a, x}	4,5 ± 3,5 ^{a, x}	6,2 ± 4,1 ^{a, x}
AM20	Dia 0	4,5 ± 2,6 ^{a, x}	3,5 ± 2,3 ^{a, x}	1,6 ± 2,8 ^b	1,3 ± 2,1 ^{a, x}	3,0 ± 2,5 ^{a, x}	4,6 ± 3,9 ^{a, x}	4,1 ± 3,0 ^{a, x}	1,8 ± 2,0 ^{b, x}
	Dia 13	3,7 ± 1,8 ^{a, x}	2,2 ± 2,2 ^{a, x}	0,7 ± 1,1 ^b	0,3 ± 0,6 ^{a, x}	1,2 ± 1,2 ^{b, x}	2,3 ± 2,5 ^{a, x}	4,8 ± 2,0 ^{a, x}	0,8 ± 0,9 ^{b, x}
	Dia 21	3,7 ± 2,2 ^{a, x}	1,4 ± 1,2 ^{a, x}	2,1 ± 1,9 ^b	0,5 ± 0,8 ^{a, x}	0,9 ± 0,8 ^{b, x}	2,7 ± 2,6 ^{a, x}	4,2 ± 2,1 ^{a, x}	1,7 ± 2,4 ^{b, x}
	Dia 33	2,3 ± 3,2 ^{a, x}	1,9 ± 0,4 ^{a, x}	6,7 ± 4,0 ^a	2,5 ± 1,6 ^{a, x}	0,5 ± 0,7 ^{a, b, x}	0,5 ± 0,7 ^{a, x}	3,7 ± 4,5 ^{a, x}	6,3 ± 5,7 ^{a, x}
AM40	Dia 0	4,5 ± 2,6 ^{a, x}	3,5 ± 2,3 ^{a, x}	1,6 ± 2,8 ^b	1,3 ± 2,1 ^{a, x}	3,0 ± 2,5 ^{a, x}	4,6 ± 3,9 ^{a, x}	4,1 ± 3,0 ^{a, x}	1,8 ± 2,0 ^{b, c, x}
	Dia 13	3,6 ± 1,3 ^{a, x}	2,0 ± 2,3 ^{a, x}	0,3 ± 0,4 ^{b, a}	0,2 ± 0,5 ^{a, x}	1,1 ± 1,0 ^{b, x}	1,9 ± 2,0 ^{a, x}	4,5 ± 2,6 ^{a, x}	0,5 ± 0,7 ^{c, x}
	Dia 21	3,9 ± 2,0 ^{a, x}	1,9 ± 1,9 ^{a, x}	3,1 ± 2,6 ^{a, b}	1,5 ± 1,8 ^{a, x}	1,5 ± 1,6 ^{a, b, x}	3,1 ± 2,5 ^{a, x}	4,0 ± 1,9 ^{a, x}	3,6 ± 3,4 ^{a, b, x}
	Dia 33	2,3 ± 3,2 ^{a, x}	2,6 ± 1,4 ^{a, x}	6,4 ± 4,5 ^a	1,3 ± 0,1 ^{a, x}	1,3 ± 0,4 ^{a, b, x}	0,5 ± 0,7 ^{a, x}	4,1 ± 4,0 ^{a, x}	6,5 ± 5,4 ^{a, x}

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) ao longo do tempo estão representados por diferentes letras (a, b, c).

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre tipos de embalagem estão representados por diferentes letras (x, y, z).

Anexo C (cont.) - Valores (média ± DP) das características sensoriais do fiambre de corvina durante a armazenagem em refrigerado.

Amostra		Sensação residual			Apreciação Global
		Salgado	Adstringência	Ácido	
Vácuo	Dia 0	3,3 ± 3,0 ^{a, x}	2,0 ± 2,1 ^{a, x}	1,5 ± 2,5 ^{a, b, x}	5,5 ± 2,1 ^{a, x}
	Dia 13	1,7 ± 1,9 ^{a, x}	1,6 ± 2,3 ^{a, x}	0,6 ± 0,9 ^{b, x}	4,1 ± 2,4 ^{a, x}
	Dia 21	2,9 ± 1,8 ^{a, x}	3,6 ± 2,5 ^{a, x}	2,2 ± 1,9 ^{a, b, x}	4,1 ± 1,7 ^{a, x}
	Dia 33	2,2 ± 0,0 ^{a, x}	2,3 ± 0,0 ^{a, x}	8,7 ± 0,0 ^{a, x}	2,6 ± 0,9 ^{a, x}
AM20	Dia 0	3,3 ± 3,0 ^{a, x}	2,0 ± 2,1 ^{a, x}	1,5 ± 2,5 ^{b, x}	5,5 ± 2,1 ^{a, x}
	Dia 13	1,4 ± 1,6 ^{a, x}	1,4 ± 1,5 ^{a, x}	0,7 ± 1,0 ^{b, x}	5,5 ± 2,2 ^{a, x}
	Dia 21	2,6 ± 2,4 ^{a, x}	2,7 ± 3,1 ^{a, x}	1,4 ± 2,4 ^{b, x}	4,7 ± 1,9 ^{a, b, x}
	Dia 33	2,2 ± 0,0 ^{a, x}	2,3 ± 0,0 ^{a, x}	9,8 ± 0,0 ^{a, x}	1,5 ± 0,8 ^{b, x}
AM40	Dia 0	3,3 ± 3,0 ^{a, x}	2,0 ± 2,1 ^{a, x}	1,5 ± 2,5 ^{b, x}	5,5 ± 2,1 ^{a, x}
	Dia 13	1,1 ± 1,6 ^{a, x}	1,5 ± 1,5 ^{a, x}	0,3 ± 0,6 ^{b, x}	5,5 ± 1,7 ^{a, x}
	Dia 21	3,4 ± 2,4 ^{a, x}	3,7 ± 2,9 ^{a, x}	2,4 ± 2,8 ^{a, b, x}	4,1 ± 1,4 ^{a, x}
	Dia 33	2,2 ± 0,0 ^{a, x}	2,3 ± 0,0 ^{a, x}	9,8 ± 0,0 ^{a, x}	2,5 ± 1,2 ^{a, x}

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) ao longo do tempo estão representados por diferentes letras (a, b, c,).

Valores com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre tipos de embalagem estão representados por diferentes letras (x, y, z).

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	Excelente
-----	-----------

Muito obrigada pela Vossa colaboração. Um bom dia!

