

INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM A VÁCUO E DO PROCESSAMENTO A ALTA PRESSÃO NA ESTABILIDADE DO CARAPAU SECO

António Raimundo¹; Vanessa Rodrigues²; Cristina Laranjeira¹; Maria Lima¹

¹ Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém;

² Raimundo & Maia, Lda.; Frubaça, CRL.

RESUMO

Para valorização do carapau seco e rentabilização de equipamento para processamento a alta pressão, estudaram-se as influências do embalamento a vácuo, ou deste com o processamento e a alta pressão (400 MPa, 5 min), na estabilidade do produto, aos trinta dias após processamento. Para avaliação da estabilidade realizaram-se análises físico-químicas (cor, pH, azoto básico volátil total, cinza total e humidade), microbiológicas (contagem de microrganismos a 30⁰C) e análise sensorial. Entre carapaus, carapaus embalados a vácuo e carapaus embalados a vácuo e submetidos a processamento a alta pressão: o azoto básico volátil total foi superior no embalado a vácuo; a humidade foi mais elevada nos carapaus não processados; o processamento a alta pressão aumentou o brilho e tornou os carapaus esverdeados e amarelados; o vácuo aumentou a intensidade da cor; e foram preferidos os carapaus não processados. Os valores do azoto básico volátil total e da contagem de microrganismos a 30⁰C indicam que o HPP retardou a degradação microbiológica.

Palavras-chave: carapau; salga; secagem; processamento por alta pressão (HPP); embalagem a vácuo; qualidade.

ABSTRACT

To add value to horse mackerel and to maximize use of high pressure processing equipment, we studied the influence of vacuum packaging alone or combined with high pressure processing (400 Mpa, 5 min) on the product's stability, 30 days post processing. To evaluate stability physicochemical (colour, pH, total volatile basic nitrogen, ash and humidity), microbiological (total count at 30°C) and sensory analyses were carried out. Between mackerel, vacuum packed mackerel and vacuum packed and high pressure processed mackerel: total volatile basic nitrogen was higher in vacuum packaging; humidity was higher in non-processed mackerel; high pressure processing increased brightness and turned the fish greenish and yellowish; vacuum increased colour intensity; non-processed mackerel was preferred. Total volatile basic nitrogen and total count at 30°C showed that high pressure processing delayed microbiological deterioration.

Keywords: horse mackerel; salting; drying; high pressure processing (HPP); vacuum packaging; quality.

INTRODUÇÃO

O carapau que se encontra na costa continental portuguesa é um teleósteo membro da grande família *Carangidae* e pertencente ao género *Trachurus*. A espécie *Trachurus trachurus* L., tem o nome vulgar carapau branco e encontra-se distribuído pelo Oceano Atlântico - desde a Noruega ao Senegal -, pelo Mar Mediterrâneo e pelo Mar Negro (Costa, 2001). Esta espécie de carapau é a espécie que sofre a tradicional secagem ao Sol, na região da Nazaré, e noutras regiões costeiras de Portugal. Segundo MatrizNet (2012), a ação de secar o peixe é uma das mais tradicionais formas de conservar o pescado. Na Nazaré, tal como noutras localidades, é um saber feminino, transmitido informalmente, que continua a ter lugar de uma forma quotidiana e ao longo de todo o ano, no "estindarte" (estendal) localizado na zona sul do areal da Nazaré. São as mulheres quem compra o peixe, o amanha, salga, seca e vende. O peixe pode ser comprado especificamente para esta finalidade ou ser colocado a secar pela peixeira pelo facto de não o ter vendido no mercado. De acordo com Aubourg *et al.* (2012),

durante o armazenamento refrigerado de peixe, perdas significativas sensoriais e de valores nutricionais foram detetadas como um resultado da atividade enzimática endógena, desenvolvimento microbiano e da oxidação lipídica. Segundo Özogul *et al.* (2004) o peixe é um dos produtos alimentares mais altamente perecíveis e o prazo de validade de tais produtos é limitado na presença de ar atmosférico, por efeitos químicos de oxigénio e pelo crescimento de microrganismos de deterioração aeróbica. A modificação da atmosfera dentro da embalagem através da diminuição da concentração de oxigénio e, o aumento do teor de dióxido de carbono e/ou azoto, foram usados para prolongar significativamente a vida de prateleira de produtos alimentares perecíveis, a temperaturas de refrigeração. A embalagem em atmosfera modificada (EAM) e a embalagem a vácuo EV), juntamente com refrigeração, tornaram-se técnicas de preservação cada vez mais populares, que trouxeram grandes mudanças no armazenamento, distribuição e comercialização de produtos crus e processados para atender às procuras dos consumidores. O efeito conservante específico da EAM em peixe está diretamente relacionada com as espécies de peixes, teor de gordura, conteúdo humidade, contagem microbiana inicial, pH, entre outros (Goulas & Kontominas, 2006). Erkan *et al.* (2011) referiram que o processamento de alta pressão é uma tecnologia que, potencialmente, aborda muitos, dos mais recentes desafios enfrentados pela indústria de peixes. Pode facilitar a produção de produtos alimentares que tenham a qualidade de alimentos frescos, e ainda a conveniência e rentabilidade associadas a extensão da vida útil. As vantagens da tecnologia HPP incluem efeitos mínimos no sabor e nos atributos nutricionais do produto final. Alguns estudos efetuados em carnes e peixes têm mostrado que o HPP pode ser uma ferramenta útil para o processamento de tais produtos (ERKAN *et al.*, 2010). No entanto, a tecnologia também pode induzir a alterações importantes na textura e na aparência. Tendo em conta que o produto é apenas comercializado na zona da Nazaré e confeccionado apenas por alguns restaurantes e, provavelmente comprado por consumidores finais, surge a possibilidade de dar uma nova visão deste produto que é identitário da cultura nazarena através, se possível, da aplicação de vácuo e/ou da conjugação da aplicação de vácuo e da tecnologia de alta pressão. Para atingir este objetivo há que estudar se a aplicação conjugada destes dois processos permite a

manutenção e até o aumento do período de conservação do produto e a estabilidade ao nível das suas características de qualidade.

MATERIAIS, MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Os lotes/amostras de carapau (*Trachurus trachurus*) seco foram adquiridos na Nazaré, sempre à mesma produtora. Nos atos de compra dos lotes/amostras de carapau, para garantir controlo da amostra a escolha dos carapaus foi efetuada de forma aleatória, e foi assegurado que os mesmos tinham a mesma data da captura, duração de secagem. Para controlo dos parâmetros biométricos os carapaus foram medidos e pesados individualmente. Para avaliação dos efeitos da pressão de 400 MPa conjugada com a embalagem a vácuo, foram criados e comparados os seguintes três lotes:

Lote 1 – 40 carapaus embalados em sacos e sem HPP, para avaliar os carapaus *in natura* e, assim, funcionarem como controlo dos potenciais efeitos da embalagem a vácuo (Lote 2) ou os efeitos da embalagem a vácuo conjugada com HPP (Lote 3);

Lote 2 – 40 carapaus embalados a vácuo e sem HPP, para comparação com os potenciais efeitos introduzidos pela conjugação deste tipo de embalagem com o HPP (Lote 3);

Lote 3 – 40 carapaus embalados a vácuo e com HPP, submetidos a 400 MPa, durante 5 minutos (tratamento alvo deste estudo).

O Lote 1 foi avaliado aos 1º (pesagem, medição e exame organolético) e 2º dias após a compra (cor, textura, ABVT, cinza total, cloreto de sódio, humidade, contagem de microrganismos a 30°C e análise sensorial). Os Lote 2 (com vácuo e sem HPP) e 3 (com vácuo e com HPP) foram avaliados ao 2º (pesagem, medição e exame organolético) e ao 30º dia (cor, textura, ABVT, cinza total, cloreto de sódio, humidade, contagem de microrganismos a 30°C e análise sensorial).

Escolha, preparação, salga e secagem

Os peixes foram adquiridos junto de produtoras locais, que os escolheram e evisceraram, efetuando um corte longitudinal no ventre do peixe e removendo as vísceras cuidadosamente, de modo a não romper a vesícula biliar. Seguiu-se uma lavagem com água de forma a remover a sujidade resultante da etapa anterior. A

salmoura é efetuada por imersão do carapau numa solução salina de aproximadamente 4 % de sal durante cerca de 10 minutos. Após a salmoura os peixes são escalados. No fim dos peixes escalados, efetua-se uma secagem tradicional na zona de secagem da Nazaré, na qual os carapaus são colocados verticalmente, com a pele assente na rede do “estindarte”, que depois é erguido na vertical, ficando expostos ao sol e às condições ambientais durante cerca de dois dias.

Embalagem (com e sem vácuo) e aplicação de HPP

Para os grupos de carapaus definidos para este ensaio procedeu-se como se passa a descrever:

Lote 1 - como antes indicado, os carapaus que não foram submetidos a vácuo, sendo colocados individualmente em sacos de polietileno, mantidos numa câmara a cerca de 5°C, até se proceder ao exame organolético sumário ao fim de 30 dias, após a colocação nos sacos;

Lote 2 - os carapaus foram objeto dum exame organolético e depois embalados a vácuo em sacos de plástico - compostos por poliamida orientada (OPA) e polietileno (PE) - no equipamento de vácuo INEINI, modelo Pack VIG 500; na embaladora a vácuo a termosoldadura foi regulada para o nível 3 e o vácuo regulado para o nível 3,5 e, depois, conservados a cerca de 5°C.

Lote 3 - o embalamento foi efetuado a vácuo do mesmo modo que para o Lote 2; após o embalamento este grupo de amostras foi submetido a tratamento HPP, otimizando o binómio tempo/pressão, de forma a garantir a eliminação de microrganismos presentes e prolongar o tempo de vida útil deste produto. O tratamento foi aplicado por um equipamento de HPP, da marca Avure Technologies, que utiliza a água como meio de transmissão da pressão. Este aparelho tem um vaso com capacidade para 100 L, tendo 306 mm de diâmetro e 1,420 mm de comprimento. O efeito da pressão foi transmitido a uma temperatura de $17 \pm 2^\circ\text{C}$. O produto acabado foi sujeito a uma inspeção da embalagem, com a finalidade de verificar se a embalagem se encontrava íntegra após aplicação da pressão a que foi sujeita durante o tratamento. Após inspeção o produto foi armazenado numa câmara de refrigeração, a cerca de 5°C.

Exame organolético sumário

Para avaliar a integridade e as características sensoriais do produto, os carapaus secos dos três lotes foram submetidos a um exame organolético aquando da pesagem e medição, da embalagem e do processamento HPP, consoante os lotes em estudo. Decorridos trinta dias após este primeiro exame foi efetuado novamente um exame organolético aos lotes.

Determinação da cor

Para efetuar a medição dos parâmetros CIE $L^*a^*b^*$, utilizou-se o colorímetro de reflectância Konica Minolta Chromo meter, modelo CR 400, com o iluminante D65 e um ângulo de visão de 0° . Este equipamento foi previamente calibrado com um azulejo branco (CRA44), com as coordenadas $y - 93,8$; $x - 0,3158$; $y - 0,3322$. Efetuaram-se 3 medições em cada carapau ($n=3$) em locais com distância de cerca de 1 cm entre si.

Determinação do valor do pH

O potenciómetro (HANNA instruments, modelo HI 2211) foi calibrado utilizando as soluções tampão de referência (HANNA instruments), com as referências HI - 7004 e HI - 7007, para os valores de pH de 4,01 e 7,01, respetivamente. A determinação do pH foi efetuada por duas metodologias diferentes: amostra homogeneizada em água (*metodologia 1*); amostra homogeneizada em solução de cloreto de potássio (*metodologia 2*). Em cada uma das metodologias foram efetuadas 3 medições (uma em cada carapau) para cada lote em estudo. A cada amostra de carapau foram retiradas a cabeça, barbatanas, espinhas e a pele, isto é, foi apenas utilizada a massa muscular, que depois de ser separado em tiras foi triturada numa varinha (Braun, modelo MR 500). Na *Metodologia 1*, de acordo com Teixeira (2012), foi pesado 5 g de músculo de peixe numa balança da marca Mettler Toledo, modelo PB1501, com precisão e exatidão ambas de 0,1 g. Em cada homogeneizado obtido mergulhou-se o eletrodo (HANNA instruments, modelo HI 1131B), com corpo de vidro, junção única, de enchimento, deixando-se estabilizar. Na *metodologia 2* efetuou-se homogeneização de cada amostra (1:10) na picadora, colocando-se 5 g de amostra de carapau triturado em 50 ml de soluto isotónico de cloreto de potássio (KCl) a 1 N ($M = 74,56\text{g/mol}$). Em cada homogeneizado mergulhou-se o eletrodo (referenciado na *metodologia 1*) e deixou-se estabilizar.

Determinação do teor de azoto básico volátil

A determinação do azoto básico volátil efetuou-se num laboratório exterior, através de métodos internos do laboratório, baseados na norma de referência para produtos da pesca e da aquicultura, através do método de *Conway*, descrito na NP 2930 de 2009. O Regulamento (CE) n.º 1022/2008 define o limite de ABVT, no entanto não define limites para peixe seco, desta forma consideramos o limite de 30 mg de azoto/ 100 g de tecido muscular.

Determinação do teor de cinza total

A determinação da cinza total foi efetuada por gravimetria num laboratório exterior, através de métodos internos do laboratório, baseados na norma de referência para produtos da pesca e da aquicultura - NP 2032 de 2009.

Determinação do teor de humidade

A determinação da humidade no peixe efetuou-se num laboratório exterior por volumetria de acordo com métodos internos do laboratório baseados na norma de referência para produtos da pesca e da aquicultura - NP 2282 de 2009.

Avaliação microbiológica (contagem de microrganismos a 30°C)

Para efetuar a análise microbiológica do carapau seco foi realizada a contagem dos microrganismos a 30°C para os três lotes em estudo. Esta determinação foi efetuada num laboratório externo de acordo a ISO 4833:2003, utilizando três repetições dum homogenato dos carapaus de cada lote.

Avaliação sensorial

Esta avaliação foi efetuada por um painel de provadores fixo ($n = 15$) previamente treinado. Inicialmente realizou-se a seleção dos indivíduos/membros para a constituição do painel de provadores através de um questionário. A análise sensorial do carapau seco foi feita ao Lote 1 ao 2º dia e aos Lotes 2 e 3, 30º dia após embalamento. A Ficha de Prova descritiva com escala numérica (1-6) incluía os parâmetros: aspeto (cor e aparência); aroma (característico, maresia, salgado, ranço, putrefação e agrado/desagrado); sabor (característico, salgado, amargo, ranço, oleosidade e agrado/desagrado); textura (global, consistência e resistência ao corte); sensação residual (salgado, amargo, ranço e oleosidade) e apreciação geral. As provas de análise sensorial decorreram em sala sem temperatura controlada, às 16 horas.

Análise e tratamento estatístico dos resultados

Os resultados dos parâmetros biométricos, cor, textura, valor do pH, ABVT, cinza total, cloreto de sódio, humidade e a contagem de microrganismos a 30°C, foram tratados utilizando o software *Statistica* versão 6.0, *Stat Soft, Inc.* Realizou-se o teste paramétrico de análise de variância (Anova/Manova), em que se usou o *Test de Wilks*. Posteriormente, efetuou-se o teste *Post Hoc* LSD *Fischer*, para efetuar comparações de médias e detetar a eventual existência de diferenças significativas entre grupos. Diferentes caracteres em médias comparadas indicam a existência de diferenças significativas para $p < 0,05$, e as letras iguais demonstram que não houve diferenças significativas ($p > 0,05$).

RESULTADOS

Cor

Os valores de L^* , a^* , b^* e C^* apresentaram diferenças significativas entre lotes ($p < 0,05$), por outro lado H° não apresentou diferenças significativas (**Tabela 1**).

Os valores de L^* aumentaram com o embalagem a vácuo e/ou com a aplicação do HPP (Lotes 2 e 3). O valor de a^* diminuiu significativamente com vácuo e/ou HPP (Lotes 2 e 3), sendo as amostras do Lote 1 as mais avermelhadas. O embalagem a vácuo tornou o carapau seco ligeiramente mais esverdeado, o que se intensificou ligeiramente com a aplicação do HPP. O valor de b^* apresentou valores superiores no Lote 3, ou seja, as amostras submetidas a HPP apresentaram-se mais amarelas. Por outro lado, o Lote 2 apresentou valores de b^* mais baixos que o Lote 1, o que mostrou que a submissão do produto apenas ao embalagem a vácuo tornou a amostra menos amarelada, sendo mais acinzentada.

Tabela 1 - Valores médios e desvios padrão dos parâmetros da cor L*, A*, B*, C* E H⁰ para os três lotes de carapau seco em estudo.

Parâmetros		L*	a*	b*	C*	H ⁰
Lote	n	x ± δ	x ± δ	x ± δ	x ± δ	x ± δ
1 - S	9	31,66	± 5,77	± 8,04	10,00	± 53,60
		2,98 ^a	1,54 ^c	± 2,62 ^a	2,61 ^a	8,94 ^a
2 - V	9	34,62	± 3,14	± 6,25	7,03	± 62,64
		2,55 ^a	0,51 ^b	± 1,31 ^a	± 1,17 ^b	6,23 ^a
3 - VHPP	9	41,17	± 1,56	± 10,40	± 10,57	± 60,99
		4,86 ^b	1,01 ^a	1,82 ^b	1,73 ^a	56,36 ^a

S – sem vácuo e sem HPP; V – com vácuo e sem HPP; VHPP – com vácuo e com HPP.

Quanto ao croma (C*) constatou-se que o Lote 3 se assemelhou ao Lote 1, apesar de ser significativamente diferente, o que demonstrou que a aplicação do HPP tornou as amostras mais semelhantes ao produto *in natura* (Lote 1). Apenas com o embalagem a vácuo (Lote 2) existiu diminuição dos valores de croma, ou intensidade da cor, sendo as amostras deste lote as mais acinzentadas.

Valor do pH

Relativamente a este parâmetro, pode-se constatar [Figura 1; a)] que, dentro do mesmo lotes, os valores obtidos utilizando a metodologia 1 revelaram uma tendência, não significativa, para serem superiores aos medidos recorrendo à metodologia 2, o que revela que a metodologia aplicada na determinação do pH induziu possíveis diferenças nos valores medidos. Verificou-se que o valor de pH diminuiu ligeiramente, de forma estatisticamente não significativa, no Lote 2 (com vácuo) relativamente ao Lote 1 em ambas as metodologias utilizadas. A submissão a HPP (Lote 3) provocou um aumento ligeiro não significativo do pH face aos Lotes 1 (sem vácuo e sem HPP) e 2 (com vácuo e sem HPP) em ambas metodologias.

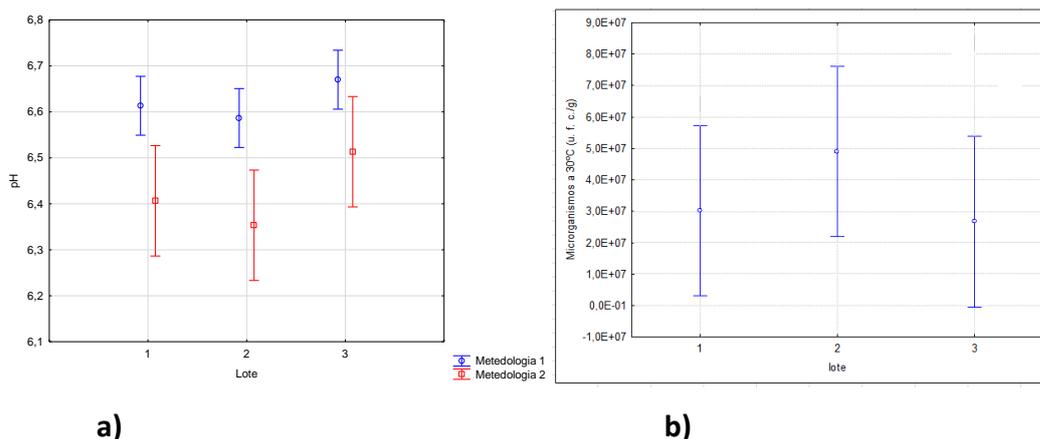


Figura 1 - Representação gráfica dos valores médios e dos intervalos de valores, para os três lotes estudados, para um intervalo de confiança de 95%, relativos a: a) valor do pH; e b) contagem de microrganismos a 30°C.

Verifica-se que o valor de pH diminuiu ligeiramente no Lote 2 (com vácuo) relativamente ao Lote 1 em ambas as metodologias utilizadas.

Teor de azoto básico volátil total (ABVT)

Na **Tabela 2** podem observar-se diferenças significativas entre lotes. Pode-se verificar que o Lote 1 não ultrapassa o limite legal (30 mg de azoto/ 100 g). Nos Lotes 2 e 3 os valores foram bastante acima do limite legal, sendo que os valores médios no Lote 3 – submetido a HPP- foram ligeiramente inferiores ao Lote 2. Com a aplicação de HPP (Lote 3) os valores de ABVT diminuem, quando comparados com os do Lote 2, submetido apenas embalagem a vácuo.

Tabela 2 – Valores médios e desvios padrão dos valores obtidos para o parâmetro ABVT para os três lotes em estudo.

Lote	n	ABVT (mg/ 100 g N)
		$\bar{x} \pm \delta$
1 - S	3	28,33 ± 1,15 ^a
2 - V	3	94,67 ± 2,31 ^c
3 - VHPP	3	66,67 ± 8,39 ^b

S – sem vácuo e sem HPP; V – com vácuo e sem HPP; VHPP – com vácuo e com HPP.

Teor de cinza total e teor de humidade

Não se verificaram diferenças significativas no conteúdo de cinza entre os três lotes (**Tabela 3**). Ao nível do teor de humidade observou-se uma diminuição significativa ($p < 0,05$) nos Lotes 2 e 3 (**Tabela 3**).

Tabela 3 - Valores médios e desvios padrão dos valores obtidos para os parâmetros cinza total e humidade para os três lotes em estudo.

Lote	n	Cinza total (%m/m)	Humidade (%m/m)
		$x \pm \delta$	$x \pm \delta$
1 - S	3	$3,00 \pm 0,66^a$	$63,00 \pm 5,57^b$
2 - V	3	$2,57 \pm 0,31^a$	$48,67 \pm 1,53^a$
3 VHPP	3	$3,10 \pm 0,26^a$	$48,33 \pm 2,08^a$

S – sem vácuo e sem HPP; V – com vácuo e sem HPP; VHPP – com vácuo e com HPP.

Contagem de microrganismos a 30°C

Visualiza-se que o Lote 3 é o que apresenta valores inferiores de contagem de microrganismos a 30°C relativamente aos outros lotes [**Figura 1; b**]. Apesar de não existirem diferenças entre lotes ($p > 0,05$) é visível que o HPP permite inativação microbiológica, ainda que seja muito reduzida.

Análise sensorial

Da interpretação **Figura 2**, relativamente ao aspeto geral, à cor e à aparência, o painel de provadores descreveu os Lotes 2 e 3 como ligeiramente diferentes (Lote 1), ou seja, o vácuo por si só ou conjugado com HPP induziram diferenças detetáveis pelo painel.

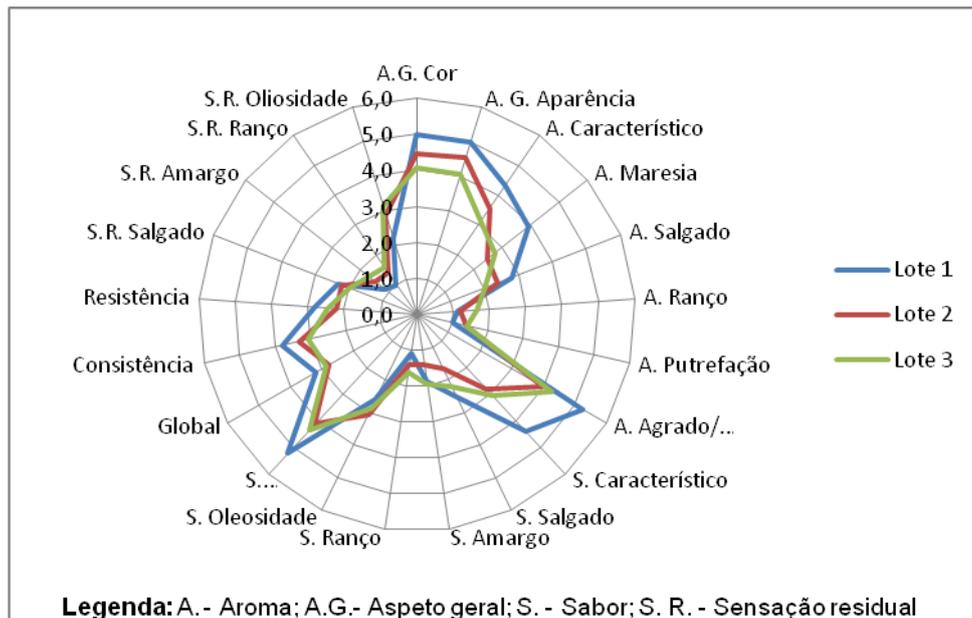


Figura 2 - Distribuição da classificação dos parâmetros de análise sensorial para os três lotes em estudo.

Quanto ao aroma, os Lotes 2 e 3 afastaram-se do Lote 1, relativamente aos aromas característico, a maresia e a salgado. O aroma a ranço é identificado no Lote 3, embora descrito como pouco intenso. O aroma a putrefação nos Lote 2 e 3 foi classificado como pouco intenso, já no Lote 1 este aroma encontrava-se ausente inicialmente, ao fim de 2 dias de conservação. Em termos de agrado/desagrado do aroma o painel preferiu o Lote 1. Relativamente ao sabor em todos os aspetos avaliados, o Lote 3 é o lote que mais se assemelhou ao Lote 1. No entanto, o embalagem a vácuo (Lote 2) e o HPP (Lote 3) conferem ao produto uma perda do sabor característico. O sabor a oleosidade tornou-se mais intenso nos Lotes 2 e 3, o que poderá ter estado relacionado com saída de exsudado do carapau para dentro do saco de embalagem. O painel identificou o Lote 1 como sendo o mais agradável em termos de sabor. Relativamente à textura, os Lote 2 e 3 foram classificados como muito idênticos, para qualquer um dos aspetos avaliados. O Lote 1 foi o lote que se apresentou mais consistente e mais resistente. Foi pouco intensa a sensação residual sentida pelo painel, porém, em qualquer um dos lotes, esta predominou no salgado e na oleosidade. A sensação residual a ranço e a amargo estiveram praticamente ausentes,

contudo, revelou-se mais intensa no Lote 3. Na apreciação global efetuada verificou-se que os provadores mostraram preferência pelo Lote 1 (sem vácuo e sem HPP).

DISCUSSÃO

Cor

Os carapaus sem vácuo e sem HPP (Lote 1) apresentaram os menores valores de L^* , o que indica, de acordo com o que Erkan *et al.* (2010) descreveram para o salmonete, que o tratamento HPP atribuiu uma aparência mais brilhante e menos transparente. Isto, também demonstra que o Lote 1 era ligeiramente mais escuro (menos pálido) que os outros dois lotes. Provavelmente também o facto de ter havido produção de exsudado nos carapaus submetidos a HPP terá contribuído para uma maior reflexão e refração da luz, com aumento do brilho e, conseqüentemente, da luminosidade. Verificou-se que a aplicação de HPP (Lote 3) ao produto, em comparação com o carapau seco sem embalagem a vácuo e sem HPP (Lote 1), provoca um aumento dos valores de L^* e b^* e uma diminuição dos valores de a^* . Ou seja, os carapaus ganham brilho, e tornam-se mais amarelos e mais esverdeados. Resultados semelhantes para estes parâmetros têm sido relatados em diferentes peixes submetidos ao HPP, tais como, carapau (Erkan *et al.*, 2010), bacalhau fumado (Montiel *et al.*, 2012), salmonete (Erkan *et al.*, 2010), robalo (Erkan *et al.*, 2010), e mesmo em, camarão tigre preto (Kaur *et al.*, 2012). Chéret *et al.* (2005) obtiveram resultados de croma que mostram que os valores de croma aumentam com a pressão. Tal facto também se verificou neste estudo, uma vez que o valor de croma apresentou-se superior no Lote 3 (com HPP) e o menor valor para o Lote 2 (sem HPP).

Chéret *et al.* (2005) obtiveram resultados de tonalidade em robalo tratado a 400 MPa ao fim de 14 dias de $164,96 \pm 18,61$, sendo este valor inferior ao obtido no controlo (sem HPP) no primeiro dia. Tal facto não se constata neste estudo, o valor obtido pelos autores difere bastante do obtido neste estudo, assim como o valor de H^0 é superior ao controlo, isto pode estar relacionado com espécie em estudo e com o processamento térmico a que os carapaus foram sujeitos.

Valor do pH

Resultados semelhantes do valor de pH foram relatados por Stamatis & Arkoudelos (2007) em cavala e por Ayala et al. (2001) em robalo. O aumento do pH, como resultado do efeito do HPP, pode ser devido à pressão que induz alterações de conformação associadas à desnaturação e desdobramento de proteínas, à libertação de aminoácidos básicos para o meio, sendo a ionização de um destes grupos é favorecida pela pressurização (Ramírez-Suárez e Morrissey (2006), Teixeira *et al.* (2014), Kaur *et al.* (2012). Segundo Erkan *et al.* (2001), o aumento no valor de pH indica o acumulação de compostos alcalinos, tais como compostos de amónio e TMA, derivados principalmente da ação microbiana.

Teor de azoto básico volátil total (ABVT)

Erkan *et al.* (2011) relataram em salmão fumado e Kaur *et al.* (2012) relataram em camarão tigre preto, que os valores de ABVT aumentam com o tempo de armazenamento. Erkan *et al.* (2011) (salmão fumado), Kaur *et al.* (2012) (camarão tigre preto) e Erkan *et al.* (2010) (salmonete), relataram a redução do ABVT em amostras submetidas a HPP, como se comprovou nos valores obtidos para o carapau seco. Segundo Teixeira (2012) o ABVT é constituído pela trimetilamina que tem a sua origem na degradação microbiológica, e observando os valores obtidos, pode dizer-se que ao fim de trinta dias de armazenamento existe degradação microbiológica do produto.

Teor de cinza total e teor de humidade

O INSA (2013) refere valores de conteúdo de cinzas para o carapau cru, carapau grelhado e para o carapau frito de 1,4, 2,3 e 2,6 g de cinza por 100 g de carapau, respetivamente. Com base nesta referência, pode-se verificar que os valores obtidos (**Tabela 3**) no Lote 2 vão de encontro aos valores indicados para o carapau grelhado e frito. Isto pode-se dever ao fato de estarmos a trabalhar com um tratamento que induz diferença em relação ao carapau fresco – desidratação, por salga seguida de secagem - , que tal como os dois processos culinários referidos induzem a perda de líquido e, consequentemente aumento da concentração dos restantes componentes minerais. A diferença para o Lote 2 pode ter a ver com diferenças nos níveis de desidratação entre lote, uma vez que as condições de salga e secagem não foram controladas. Castro

(2009) relatou que no processo de salga ocorre redução da carne e aumento do teor de cinzas (sais), devido à penetração do sal. Relativamente à humidade verificou-se uma diminuição do teor de humidade com as tecnologias aplicadas. No entanto ter-se-á de considerar que estes dois lotes foram avaliados 30 dias após o embalamento o que nos poderá indicar que o tempo de armazenamento também tem influência na redução do teor de humidade. Teixeira (2012) referiram que os valores de humidade do carapau fresco variam 65,38 e 75,31% (m/m) e Erkan *et al.* (2010) referiu um valor de humidade de 68,90 %, em salmonete, o que demonstra que o Lote 1 apresentou valores de humidade próximos dos verificados em carapau fresco.

Contagem de microrganismos a 30°C

Sendo o carapau seco um produto cru e com uma microflora específica, de acordo com o INSA (2005) a qualidade microbiológica para os microrganismos a 30°C para este produtos deste tipo, é satisfatória quando $\leq 10^4$ ufc/g, aceitável quando se encontra $> 10^4 \leq 10^6$, e não satisfatória quando $\geq 10^6$. O carapau seco apresentou valores muito elevados (não satisfatório) no 2º dia de análise (Lote 1), pelo que é possível concluir que tanto a embalagem a vácuo como a conjugação desta com o HPP, não permitiram, durante os 30 dias de conservação, o desenvolvimento dos microrganismos que existiam inicialmente no produto.

Análise sensorial

As avaliações do aroma revelam que se perdeu a intensidade do aroma com o embalamento a vácuo e/ou HPP. Em termos de agrado/desagrado do aroma o painel prefere o Lote 1. O painel identificou o Lote 1 como sendo o mais agradável em termos de sabor. Não foi efetuado um período de oxigenação ou *bloom*, o que poderia ter levado a que ao fim de algum tempo submetidos às condições gasosas na atmosfera ambiente os carapaus embalados a vácuo pudessem ter recuperado a cor, aroma e sabor e se aproximassem dos valores apresentados pelos carapaus que não foram embalados a vácuo (Lote1). Relativamente à textura, tendo em conta os valores de dureza e fraturabilidade avaliados no texturómetro, obtiveram-se para estes dois parâmetros valores superiores nos Lotes 2 e 3, o que não fundamenta o que foi identificado pelo painel. Por outro lado, na avaliação da textura o Lote 1 apresentou valores de força adesiva e adesividade superiores aos outros dois lotes, estes

parâmetros podem justificar a atribuição do painel ao Lote 1 como mais resistente e mais consistente.

Aubourg *et al.* (2012) demonstraram na análise sensorial de salmão fresco que existiu um aumento progressivo dos valores de odor a ranço e a putrefação em todas as amostras (controle, 135 MPa, 170 MPa e 200 MPa) durante todo o tempo de refrigeração (0 a 20 dias). Verificaram nos tratamentos com pressões mais elevadas, 170 e 200 MPa, um aumento da evolução da oxidação lipídica. O que se confirma no presente estudo, uma vez que apesar de ser identificado como pouco intenso quando detetado, a identificação pelo painel deste aspeto, prevalece no Lote 2 e sequentemente no Lote 3, ambos com trinta dias de conservação.

CONCLUSÕES

Entre os lotes estudados pode-se verificar que a humidade foi mais elevada nos carapaus não processados (Lote 1), provavelmente como resultado da expulsão de água muscular para o exterior do carapau, devido da pressão exercida pela embalagem a vácuo e pelo HPP sobre o músculo; o ABVT foi superior no carapau embalado a vácuo (Lote 2); o vácuo aumentou a intensidade da cor, provavelmente pela migração de pigmento para exterior veiculado pela água que também foi expulsa; o sal foi reduzido pelo HPP conjugado com o vácuo (Lote 3), provavelmente por ter migrado para o exterior com a água que foi referida no ponto anterior; o HPP conjugado com o vácuo, ao aumentar a água no exterior terá levado ao aumento do brilho; o processamento HPP conjugado com o vácuo tornou os carapaus esverdeados e amarelados e os carapaus preferidos foram os não processados. Tendo em conta os valores do ABVT e a contagem de microrganismos a 30°C o HPP retardou a degradação microbiológica, contudo sem manutenção das características sensoriais. Para se melhor entender o efeito do HPP ter-se-á de: estudar maior número de amostras; os carapaus embalados a vácuo e submetidos a HPP, antes da análise sensorial deverão ser arejados para eliminação de cheiros adquiridos e para que a cor possa retornar à inicial; avaliar a existência de microrganismos indicadores de higiene e de segurança.

BIBLIOGRAFIA

- Ayala, M.; Santaella, M.; Martínez, C.; Periago, M.; Blanco, A.; Vázquez, J.; Albors, O. (2011) - Muscle tissue structure and flesh texture in gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., fillets preserved by refrigeration and by vacuum packaging. *LWT - Food Science and Technology* 44:1098–1106
- Aubourg, S.; Rodríguez, A.; Sierra, Y.; Tabilo-Munizada, G.; Pérez-Won, M. (2012) – Sensory and physical changes in chilled farmed coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*): Effect of previous optimized hydrostatic high-pressure conditions. *Food Bioprocess Technology* 11
- Campus, M. (2010) – High pressure processing of meat, meat products and seafood, *Food Engineering Review* 2:256–273
- Castro, G. (2009) - Avaliação da qualidade sanitária do pescado salgado seco comercializado nas feiras livres de Belém-pa. Trabalho monográfico de conclusão de curso de Especialização em Veterinária (TCC) de Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal. Universidade Castelo Branco. 46 pp.
- Chéret, R.; Chapleau, N.; Delbarre-Ladrat, C.; Verrez-Bagnis V.; Lamballeie, M. (2005) - Effects of High Pressure on Texture and Microstructure of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) Fillets. Institute of Food Technologists. *Journal of Food Science* 70. 8.
- Costa, A. (2001) - Contribuição para o estudo da fecundidade temporal e espacial do carapau (*Trachurus trachurus* L.) na costa portuguesa. Dissertação original apresentada para acesso à categoria de investigador auxiliar. Lisboa: Instituto Nacional de Recursos Biológicos. 189 pp.
- Decreto-Lei n.º 25/2005 - Diário da República, Série I, A, n.º 20, 28 de Janeiro de 2005. Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas.
- Erkan, N.; Uretener, G.; Alpas, H.; Selcuk, A.; Ozaden, O.; Buzrul, S. (2010) - Effect of High Hydrostatic Pressure (HHP) Treatment on Physicochemical Properties of Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*), *Food Bioprocess Technol.* (2011). 4:1322–1329
- Erkan, N.; Uretener, G.; Alpas, H.; Selcuk, A.; Ozaden, O.; Buzrul, S. (2011) - The effect of different high pressure conditions on the quality and shelf life of cold smoked fish. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 12:104–110

Erkan, N.; Uretener, G.; Alpas, H. (2010) - Effect of high pressure (HP) on the quality and shelf life of red mullet. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11:259–264

Erkan, N.; Uretener, G.; Alpas, H. (2010)- Effects of high pressure treatment on physicochemical characteristics of fresh sea bass (*Dicentrarchus labrax*) *Journal of Consumer Protection and Food Safety* 5:83–89

Goulas, A.; Kontominas, M. (2005) - Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on the shelf-life of refrigerated chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes *European Food Research Technology* 224:545–553

Gou, J.; Lee, H.; Ahn J. (2010) - Effect of high pressure processing on the quality of squid (*Todarodes pacificus*) during refrigerated storage. *Food Chemistry* 119:471–476

INSA (2013) - Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge - Nacional <http://www.insa.pt/>, consultado a 21-02-13

Kaur, B.; Kaushik, N.; Rao, P.; Chauhan, O. (2012) - Effect of High-Pressure Processing on Physical, Biochemical, and Microbiological Characteristics of Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*). *High-Pressure Processing of Shrimp. Food Bioprocess Technology*. 11

MatrizNet (2012) - <http://www.matriznet.imc-ip.pt/MatrizNet/Imateriais/ImateriaisConsultar.aspx?IdReg=9&EntSep=3#gotoPosition>, consultado a 21/10/2012.

Montiel, R.; Alba, M.; Bravo, D.; Gaya, P.; Medina, M. (2012) - Effect of high pressure treatments on smoked cod quality during refrigerated storage. *Food Control* 23:429-436

Özogul, F.; Polat, A.; Özogul, Y. (2004) - The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). *Food Chemistry* 85:49–57

Regulamento (CE) n.º 1022/2008 da comissão de 17 de Outubro de 2008 que altera o Regulamento (CE) nº 2074/2005 no que se refere aos limites de azoto básico volátil total (ABVT)

Stamatis, N. & Arkoudelos, J. (2007) - Quality assessment of *Scomber colias japonicus* under modified atmosphere and vacuum packaging. *Food Control* 18:292–300

Teixeira, B.; Fidalgo L.; Mendes; R.; Costa G.; Cordeiro, C.; Marques, A. Saraiva, J., Nunes, L. (2014) - Effect of high pressure processing in the quality of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets: Pressurization rate, pressure level and holding time. Innovative Food Science and Emerging Technologies

Teixeira, A. (2012) - Avaliação da Qualidade e Segurança Alimentar de Carapau (*Trachurus trachurus*) Descarregado na Lota de Peniche. Influência e Características Gerais da Água de Lavagem no Pescado Descarregado. Trabalho de Projeto para obtenção do Grau de Mestre em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar. Instituto Politécnico de Leiria. 94 pp.