

# APLICAÇÃO DA ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA (APH) COMBINADA COM A PRÉ-SOLUBILIZAÇÃO DE CO<sub>2</sub> EM MEXILHÕES AZUIS COZIDOS (*Mytilus edulis*)

M. DE LIMA<sup>1</sup>, L. A. LERIN<sup>1</sup>, B. T. ROTABAKK<sup>2</sup>, A. R. MONTEIRO<sup>1</sup>, e M. SIVERTSVIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos

<sup>2</sup> Nofima, Departamento de Processamento Tecnológico, Stavanger, Noruega.  
E-mail para contato: marielidelima@yahoo.com.br

**RESUMO** – O efeito do tratamento SGS (100% CO<sub>2</sub> a 0,1 MPa, 1°C, durante 2h) seguido pela alta pressão hidrostática (APH) na vida útil dos mexilhões cozidos foram avaliados, comparando com o produto envasado com vácuo (VAC) e o processo APH (500 MPa, 1min), armazenado a 3°C /23 dias. O processo APH promoveu aumento no pH dos mexilhões, enquanto o tratamento SGS+APH reduziu o pH, devido ao efeito do CO<sub>2</sub>. O conteúdo de água apresentou variação após 24 h. A CRA e a firmeza não foram influenciadas pelos tratamentos aplicados. As amostras tratadas por APH e SGS+APH tiveram maior exsudação do que em VAC. As contagens totais de micro-organismos mesófilos e psicrotróficos permaneceram baixas para o tratamento SGS + APH (<1 log UFC/g), enquanto APH alcançaram 3 log UFC/g em 20 dias e VAC alcançou 6 log UFC/g em 13 dias. Apenas a combinação dos tratamentos SGS+APH foi capaz de prolongar a aparência e odor do produto como aceitáveis (23 dias) em relação ao tratamento APH (13 dias) e vácuo (VAC) 7 dias.

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo do mexilhão azul (*Mytilus edulis*) nas águas Europeias, abrange desde o Mar Branco na Rússia até regiões como a costa do Atlântico, no sul da França. O mexilhão azul tem sido considerado um produto com potencial para a indústria na Noruega, devido ao litoral norueguês ser adequado para o cultivo desse molusco, com águas produtivas e protegidas (Ziegler *et al.*, 2012).

Moluscos bivalves, como os mexilhões, são animais filtrantes das águas que os circundam, e por isso retêm micro-organismos e outras partículas que os tornam extremamente perecíveis (Lima *et al.*, 2013). Existem várias técnicas capazes de garantir a segurança do produto, porém com prejuízo na característica sensorial.

A APH é um processo não-térmico que tem sido investigado como um método alternativo para a preservação de alimentos, capaz de inativar micro-organismos patogênicos e deteriorantes bem como enzimas endógenas, ao mesmo tempo que mantém as propriedades sensoriais e nutricionais, prolongando a vida útil dos alimentos. A principal aplicação desta técnica em frutos do mar tem sido em ostras, para as operações de desconche ou abertura, com várias vantagens ao tratamento, como o

aumento da segurança e da vida útil. Também é aplicado em outros grupos de alimentos comercializados, como pescado, produtos cárneos, como presunto cozido ou curado, guacamole, geleias e sucos (Kovač *et al.*, 2010). Outras aplicações potenciais são a remoção da carne de carapaças de crustáceos como lagosta, caranguejo e camarão, e também para a produção de surimi e para a preparação de pescado defumado a frio (Terio *et al.*, 2010).

O uso de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em alimentos, para inativação de micro-organismos e estender a sua vida útil é devido ao seu efeito bacteriostático quando dissolvido na fase aquosa e lipídica do alimento. Em produtos de pescado, alguns estudos mostram o efeito do CO<sub>2</sub> em retardar a fase exponencial de crescimento microbiano, e como consequência, inibindo as reações de oxidação e crescimento bacteriano (Soccol *et al.*, 2003).

Sivertsvik *et al.* (2004) desenvolveram um método onde o CO<sub>2</sub> é dissolvido no produto antes do envase, conhecido como SGS (*Soluble Gas Stabilization*), com potencial para prevenir o colapso da embalagem, mesmo com baixa relação gás/produto (g/p) em relação à embalagem tradicional sob atmosfera modificada. O tratamento SGS tem demonstrado resultados promissores em diversos alimentos, como peito de frango, camarão, queijo, bacalhau e outros.

O uso do processo SGS em alimentos antes da APH não é relatado pela literatura e a combinação entre os processos pode contribuir para manutenção da qualidade dos mexilhões cozidos e aumentar sua vida útil devido ao efeito bacteriostático do CO<sub>2</sub>. Este trabalho teve como objetivo investigar os efeitos da aplicação do processo de pré-solubilização de CO<sub>2</sub> (SGS) associado a alta pressão hidrostática (APH) na vida útil de mexilhões cozidos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Processamento dos mexilhões e tratamentos de envase**

Os mexilhões crus foram processados, conforme mostra a Figura 1. O tratamento de envase para as embalagens a vácuo (VAC- mexilhões não tratados) e os mexilhões submetidos ao processamento a alta pressão (APH) foram acondicionados em porções de  $100 \pm 5$  g em embalagens flexíveis 80µm composta de Poliamida - Álcool vinílico de etileno - Polietileno - PA/EVOH/PE (Pentafilm 200 B, Nordpak OY, Valkeaoski, Finlândia), com taxa de transmissão de O<sub>2</sub> para as embalagens de  $3 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$ . O envase foi realizado em máquina automática de envase a vácuo (Supermax C, Webomatic, Bochum, Alemanha).

Para o processo a APH, as embalagens foram colocadas em um recipiente cilíndrico à temperatura ambiente em uma unidade piloto de alta pressão com capacidade de 2 L, (QFP 2L-700 - Avure Technologies Inc., Columbus, EUA), usando água como meio pressurizante, com tempo de elevação da pressão de aproximadamente 80 s. O processo foi aplicado em bateladas usando duas amostras de 100 g embaladas separadamente em embalagem sobreposta composta de 80µm Poliamida - Álcool vinílico de etileno - Polietileno - PA/EVOH/PE (Pentafilm 200 B, Nordpak OY, Valkeaoski, Finlândia) para evitar danos devido ao contato direto com o meio pressurizante. Após o processo, as embalagens foram removidas e as amostras armazenadas a 3 °C.

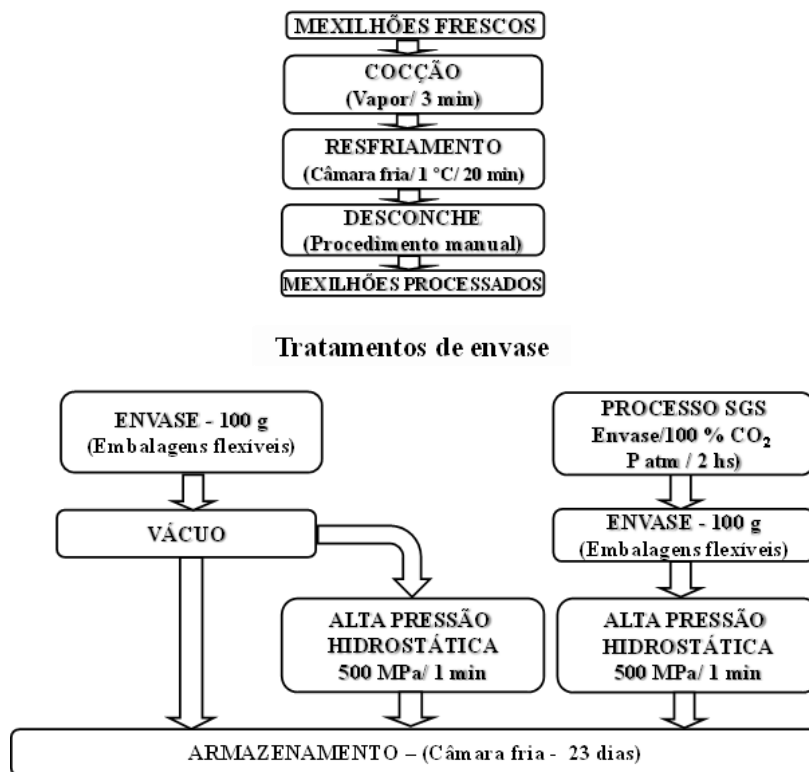


Figura 1 - Fluxograma do procedimento adotado para o processamento e envase dos mexilhões.

Para os tratamentos com SGS (2 hs a  $1 \pm 1$  °C) 100 g de mexilhões foram acondicionados em embalagens flexíveis compostas de 20µm de poliamida (PA) e 70 µm de polietileno (PE) medindo 700 × 500 mm (Star-pack produktie B.V., Waalwijk, Holanda), e em seguida seladas a quente. Antes da injeção do gás a atmosfera interna da embalagem foi evacuada (95% vácuo, CVP Fresh Vac Model A-600, Downers Grove, IL, EUA) duas vezes e lavadas com 100 % de CO<sub>2</sub> de grau alimentício (AGA, Linde Gas, Stavanger, Noruega). A composição gasosa para o tratamento SGS, foi de  $96,6 \pm 0,16$  % CO<sub>2</sub>, e a pressão total foi equivalente à pressão atmosférica. A taxa de transmissão de O<sub>2</sub> das embalagens foram de 30 cm<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> atm<sup>-1</sup>. As embalagens usadas para o SGS são suficientemente grandes para assegurar a disponibilidade do CO<sub>2</sub> (grau de enchimento de aproximadamente 7,0% mL produto/mL volume da embalagem)]. Após 2 horas, os mexilhões tratados com SGS foram removidos da embalagem e imediatamente acondicionados em embalagens de tamanho menores (250 mm x 180 mm) e submetidos ao tratamento APH, como descrito anteriormente.

As amostras foram armazenadas sob refrigeração ( $3 \pm 1$  °C) e as análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nos dias 0, 1, 7, 13, 20 e 23 do armazenamento.

## 2.2. Análises físico-químicas

Para cada ponto experimental, foram usadas replicatas de quatro embalagens em cada tratamento, totalizando 12 embalagens. O pH foi medido em triplicata, diretamente nos mexilhões,

com um pHmetro (Orion 420 A-plus Benchtop, Thermo Electron Cooperation, Cambridgeshire, Reino Unido) utilizando um eletrodo do tipo “ponta de lança” (Thermo, Thermo Electron Cooperation).

O conteúdo de água foi determinado em estufa a 105 °C durante 18 h e o resultado expresso em (%). Para a Capacidade de Retenção de Água (CRA), as amostras foram pesadas e centrifugadas por 15 min a 1800 rpm.min<sup>-1</sup> a 4 °C e a CRA calculada de acordo com Skipnes *et al.* (2007). O exsudado nas embalagens individuais foi quantificado gravimetricamente nas análises dos lotes ao longo do armazenamento. A massa do exsudado (g) foi dividida pela massa inicial do produto (P) e relatado em percentagem (%).

A análise instrumental de textura (firmeza) foi realizada através da medição da força máxima à resistência ao cisalhamento usando uma célula Kramer (KSC) acoplada ao texturômetro (Stable Micro System Ltd., TAXT plus Godalming, Reino Unido), com uma célula de carga de 500 N. Aproximadamente 50 g de mexilhões de cada embalagem foram submetidos ao teste com uma taxa de 3 mm.s<sup>-1</sup> e os resultados de firmeza foram expressos em N.g<sup>-1</sup>.

Algumas observações sensoriais foram realizadas nos mexilhões no momento da abertura das embalagens para verificar o comportamento do produto submetido aos diferentes tratamentos de envase durante o armazenamento. Para tal, cinco pessoas treinadas fizeram a verificação e os resultados foram descritos em termos de aparência e odor dos mexilhões.

### **2.3. Análises microbiológicas**

A avaliação microbiológica das amostras foi realizada através da contagem total de micro-organismos mesófilos e contagem total de psicotróficos, avaliados durante todo o período de armazenamento (0, 7, 13, 20, e 23 dias). Aproximadamente 10 g de mexilhões foram homogeneizados na proporção 1:10 com água peptonada (1% NaCl (m/v) e 0.1% peptona (m/v) durante 120 s em um homogeneizador 400 Laboratory Blender (AJ Steward Company LTD, Londres, Inglaterra). O método de espalhamento em placas com agar (PCA, Merck, Darmstadt, Alemanha) foi utilizado adicionado com 1% NaCl. As placas foram incubadas para a contagem de mesófilos a 20 ± 1 °C durante 3 dias, e para as contagens de psicotróficos, a 7 ± 1 °C durante 10 dias. As duplicatas foram preparadas para cada embalagem analisada (4 para cada ponto experimental) e os resultados médios das medidas estão apresentados como o logaritmo das unidades formadoras de colônias (UFC) por grama de carne.

### **2.5. Análise estatística**

Para verificar a existência de diferenças significativas entre os processos testados e as mudanças nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos durante o período de armazenamento, foram realizados a análise de variância de uma via (ANOVA) e modelo linear geral (MLG) com o software *Minitab* 14.13 (*Minitab*, Coventry, Reino Unido.) usando o teste de Tukey com significância  $P < 0,05$  (95%).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Avaliação físico-química dos mexilhões no armazenamento

A Tabela 1 apresenta os principais efeitos para o pH, conteúdo de água (%), exsudação (%), Capacidade de Retenção de Água (CRA) e Firmeza ( $\text{N.g}^{-1}$ ). Após 24 horas de armazenamento, foi possível verificar que os mexilhões submetidos ao tratamento SGS apresentaram um decréscimo no pH ( $6,51 \pm 0,04$ ) sem diferenças significativas entre os tratamentos ( $P = 0,4933$ ). Esta mudança é provavelmente resultante da solubilização do  $\text{CO}_2$  no conteúdo aquoso e lipídico durante a etapa do SGS, que promove a redução no pH (Sivertsvik *et al.*, 2004). Para os mexilhões tratados apenas com APH, o pH aumentou ( $6,99 \pm 0,04$ ) após o processamento quando comparado aos mexilhões envasados a vácuo ( $\text{VAC} - 6,86 \pm 0,02$ ). Durante o armazenamento, o pH não mudou significativamente até o 7º dia de armazenamento ( $P = 0,9614$ ). Entretanto, um decréscimo significativo no pH ocorreu depois de 13 dias de armazenamento para todos os tratamentos ( $P < 0,001$ ). Este comportamento é típico de produtos ricos em carboidratos em forma de glicogênio, como mexilhões e ostras, quando comparado à maioria dos produtos marinhos. Assim, a deterioração é normalmente associada ao processo fermentativo e ocorre um decréscimo gradual no pH (He *et al.*, 2002).

Os tratamentos influenciaram ( $P = 0,001$ ) os valores de conteúdo de água. Foram observadas ligeiras reduções para mexilhões tratados com SGS + APH (1,19%) e VAC (2,14%) após 24 h. Para amostras APH, o teor de água aumentou (1,06%). A alta pressão pode influenciar na hidratação das proteínas, devido a absorção de água por estes componentes. Houve variação com os dias de armazenamento ( $P = 0,001$ ), porém não foi possível descrever um perfil definido para cada tratamento e entre cada dia de armazenamento (comportamento de aumento ou de redução). O conteúdo de água variou de 75,97 % até 79,06 % durante o armazenamento.

A CRA alta apresentada pelos mexilhões para todos os tratamentos está relacionada com a alta suculência da carne do produto. Não houve influência do tratamento ( $P = 0,207$ ) aplicado. Provavelmente o tempo de tratamento (1 min), embora a uma pressão mais alta (500 MPa), não foi suficiente para promover diferenças na CRA dos mexilhões. No entanto, a CRA mudou significativamente durante o período de armazenamento ( $P < 0,001$ ) para as amostras tratadas a APH. O mesmo comportamento foi encontrado para o conteúdo de água, na faixa de 73,03 até 85,37 %, provavelmente devido ao fato de que o conteúdo de água e a CRA são dependentes da desintegração do tecido muscular, o que resulta na liberação de água.

A exsudação dentro das embalagens foi dependente do tratamento aplicado ( $P = 0,001$ ). As amostras VAC apresentaram baixa exsudação (4,25 %) quando comparado às amostras tratadas a APH (6,39 %) e SGS + APH (6,40 %). O período de armazenamento também apresentou efeito significativo ( $P < 0,001$ ). A exsudação mais alta foi alcançada no final do armazenamento para APH (8,32 %) e (8,12 %) para SGS + APH, enquanto o VAC apresentou 4,41 % no 20º dia de armazenamento. A maior perda de água por exsudação, no interior das embalagens, ocorreu para as amostras submetidas ao processo APH e para combinação do SGS com a APH. Entre esses dois tratamentos não houve diferença significativa ( $P = 0,9993$ ), o que indica que o  $\text{CO}_2$  não teve

influência no processo de exsudação.

A firmeza ( $\text{N.g}^{-1}$ ) não apresentou mudanças significativas durante o armazenamento ( $P = 0,110$ ) e entre os tratamentos ( $P = 0,146$ ). Os valores médios foram de  $2,84 \pm 0,11 \text{ N.g}^{-1}$  para APH;  $2,86 \pm 0,11 \text{ N.g}^{-1}$  para SGS + APH e  $3,17 \pm 0,13 \text{ N.g}^{-1}$  para VAC. A textura normalmente é o parâmetro mais afetado pelos tratamentos com alta pressão. Conforme Murchie *et al.*, (2005), os alimentos apresentam características mais rígidas quando submetidos a esse processo, entretanto isso não aconteceu com os mexilhões tratados neste estudo.

Tabela 1 - Efeito<sup>1</sup> do tempo de armazenamento (d) e tratamentos de envase nas propriedades físico-químicas<sup>2</sup> (pH, conteúdo de água (%), Capacidade de Retenção de Água (CRA - %), exsudação (%) e firmeza ( $\text{N.g}^{-1}$ )).

	pH	Conteúdo de água (%)	CRA (%)	Exsudação (%)	Firmeza ( $\text{N.g}^{-1}$ )
<b>Armazenamento (dias)</b>	(n=36)	(n=24)	(n=24)	(n=12)	(n=12)
0	6,89 <sup>a</sup>	77,55 <sup>abc</sup>	n.d <sup>3</sup>	5,08 <sup>ab</sup>	2,97 <sup>a</sup>
1	6,78 <sup>a</sup>	76,73 <sup>a</sup>	79,59 <sup>ab</sup>	n.d <sup>3</sup>	n.d <sup>3</sup>
7	6,84 <sup>a</sup>	76,87 <sup>a</sup>	82,66 <sup>a</sup>	3,89 <sup>b</sup>	2,99 <sup>a</sup>
13	6,37 <sup>b</sup>	78,15 <sup>bc</sup>	80,50 <sup>ab</sup>	5,47 <sup>b</sup>	3,29 <sup>a</sup>
20	6,20 <sup>c</sup>	77,06 <sup>ac</sup>	77,00 <sup>bc</sup>	6,45 <sup>ac</sup>	2,78 <sup>a</sup>
23	6,09 <sup>c</sup>	78,29 <sup>bc</sup>	74,03 <sup>c</sup>	7,50 <sup>c</sup>	2,77 <sup>a</sup>
Efeito do tempo (valor P)	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,110
<b>Tratamento</b>	(n=72)	(n=48)	(n=48)	(n=24)	(n=24)
APH	6,50 <sup>a</sup>	77,75 <sup>a</sup>	78,34 <sup>a</sup>	6,39 <sup>a</sup>	2,84 <sup>a</sup>
SGS + APH	6,48 <sup>a</sup>	77,88 <sup>a</sup>	78,13 <sup>a</sup>	6,40 <sup>a</sup>	2,86 <sup>a</sup>
VAC	6,60 <sup>b</sup>	76,69 <sup>b</sup>	79,79 <sup>a</sup>	4,25 <sup>b</sup>	3,17 <sup>a</sup>
Efeito do tratamento (valor P)	0,001	0,001	0,207	0,001	0,146

<sup>1</sup> Efeito do tratamento (valor P), análise de variância (ANOVA) (MLG) e teste de comparação múltipla de Tukey.

<sup>2</sup> Valores são dados como média dos mínimos quadrados. Médias com diferentes letras sobscritas em cada coluna são significativamente diferentes pela ANOVA (MLG) e teste de comparação média de Tukey.

<sup>3</sup> não determinado

### 3.2. Avaliação microbiológica dos mexilhões no armazenamento

A Figura 2 mostra a evolução das contagens microbianas para os micro-organismos mesófilos e para os micro-organismos psicrótróficos em mexilhões cozidos. As contagens iniciais foram baixas ( $0,17 \log \text{ UFC/g}$  para mesófilos e  $0,1 \log \text{ UFC/g}$  para psicrótróficos). No sétimo dia houve maior crescimento para as amostras acondicionadas sob VAC (Mesófilos:  $4,76 \log \text{ UFC/g}$  e Psicrótróficos:  $5,3 \log \text{ UFC/g}$ ) comparado com os outros tratamentos (APH:  $0,19 \log \text{ UFC/g}$  para mesófilos e  $0,0 \log \text{ UFC/g}$  para psicrótróficos) e (SGS + APH:  $0,87 \log \text{ UFC/g}$  e  $0,0 \log \text{ UFC/g}$ ).



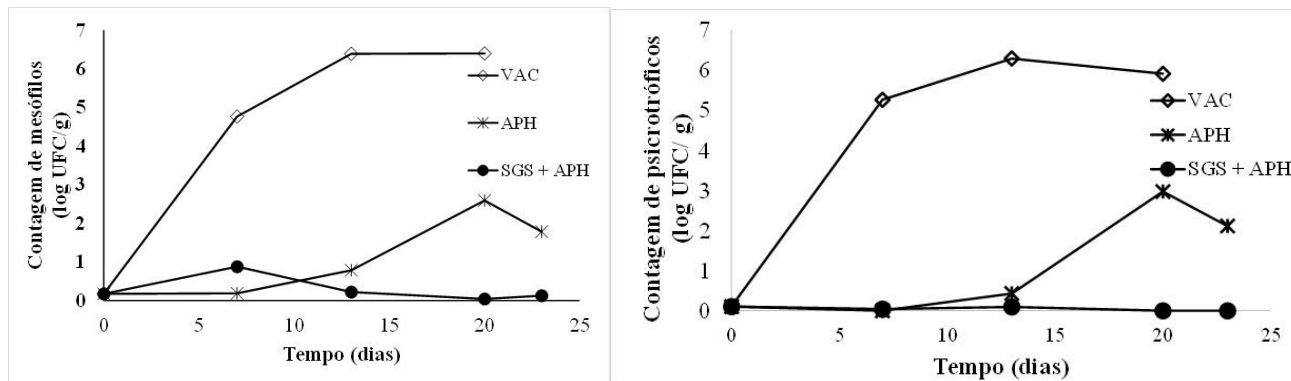


Figura 2 - Contagem de micro-organismos mesófilos e psicotróficos nos mexilhões cozidos durante o armazenamento.

A análise estatística revelou efeito significativo dos tratamentos ( $P < 0,001$ ) e do armazenamento ( $P < 0,001$ ) tanto para micro-organismos mesófilos quanto para os psicotróficos. A contagem inicial para APH aumentou significativamente ( $P = 0,0174$ ) até 2,59 log UFC/g para mesófilos e 3,0 log UFC/g para psicotróficos, em 20 dias, respectivamente.

As amostras SGS + APH apresentaram crescimento microbiano menos pronunciado até o 23º dia de armazenamento. Em 13 dias, o tratamento VAC atingiu 6,39 log UFC/g para mesófilos e 6,30 log UFC/g para psicotróficos, e os mexilhões apresentaram forte odor e aparente deterioração. Os resultados indicam que a combinação da técnica SGS com a APH foram efetivos em manter a contagem microbiana baixa no mexilhão durante 23 dias de armazenamento. Outros estudos evidenciam a redução decimal de 2 a 3 ciclos log nas contagens microbianas em ostras, que permaneceram em um nível reduzido no período de armazenamento, ao mesmo tempo que mantém boas características sensoriais (He *et al.* 2002).

### 3.3. Observações no produto durante o armazenamento

A contagem microbiana não foi o único critério considerado para descrever a vida útil dos mexilhões no presente estudo, submetidos ao processo de APH e o SGS em mexilhões. A produção de odores durante o armazenamento foi o critério de rejeição para o produto. Assim, mexilhões tratados com SGS + APH alcançaram 23 dias de armazenamento com baixa contagem microbiana e um odor aceitável, enquanto que o tratamento sem aplicação de  $\text{CO}_2$  (APH) manteve uma baixa contagem microbiana durante os 23 dias, mas com odor aceitável somente até os 13 dias, possivelmente, em consequência da formação de compostos como aminas, sulfuretos, álcoois, aldeídos, cetonas e ácidos orgânicos, com odores desagradáveis e inaceitáveis. O tratamento controle (VAC) comprovou ser insuficiente para manter os mexilhões em condições aceitáveis depois de 7 dias.

## 4. CONCLUSÃO

Os tratamentos APH e SGS + APH afetaram as propriedades físico-químicas, exceto na textura

dos mexilhões, em relação ao tratamento controle. As contagens microbiológicas para SGS + APH e APH foram controladas durante o armazenamento, sendo capaz de estender a vida útil dos mexilhões, o que demonstra que a aplicação de alta pressão é eficaz no controle microbiano. No entanto, apenas a combinação de processos de tratamento SGS + APH foi capaz de prolongar a aparência e odor aceitável nos mexilhões ao longo do armazenamento (23 dias), em comparação com o tratamento APH (13 dias) e VAC (7 dias).

## 5. REFERÊNCIAS

HE, H.; ADAMS, R. M.; FARKAS, D. F.; MORRISSEY, M. T. Use of high pressure processing for oyster shucking and shelf-life extension. *J. Food Sci.*, v. 67, n.2, 2002.

KOVAČ, K.; DIEZ-VALCARCEA, M.; HERNANDEZA, M.; RASPORB P.; RODRÍGUEZ-LÁZARO. High hydrostatic pressure as emergent technology for the elimination of foodborne viruses. *Trends Food Sci. Tech.*, v. 21, p. 558-568, 2010.

LIMA, M.; MELO, M. C. L.; MONTEIRO, A. R. Evaluation of the processing of *Perna perna* mussels: the influence of water quality involved in the cooling operations in the physico-chemical and microbiological characteristics of the product. *J. Sci. Food Agr.*, v. 93(13), p. 3322-3329, 2013.

MURCHIE, L.W.; CRUZ-ROMERO, M. C.; KERRY, J. P.; LINTON, M.; PATTERSON, M. F.; SMIDDY, M.; KELLY, A. L. High pressure processing of shellfish: A review of microbiological and other quality aspects. *Innov. Food Sci. Emerg. Tech.*, v.6, p.257 – 270, 2005.

SIVERTSVIK, M.; JEKSRUD, W. K.; VAGANE, A.; ROSNES, J. T. Solubility and absorption rate of carbon dioxide into non-respiring foods. Part 1: Development and validation of experimental apparatus using a manometric method. *J. Food Eng.*, v. 61(3), p. 449-458, 2004.

SIVERTSVIK, M.; JEKSRUD, K.; ROSNES, T. A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products – significance of microbial growth, activities and safety. *Int. J. Food Sci. Tech.*, v. 37, p. 107-127, 2002.

SKIPNES, D.; ØSTBY, M. L.; HENDRICKX, M. E. A method for characterising cook loss and water holding capacity in heat-treated cod (*Gadus morhua*) muscle. *J. Food Eng.*, v. 80, p. 1078–1085, 2007.

SOCCOL, M. C. H.; OETTERER, M. Use of modified atmosphere in seafood preservation. *Braz. Arch. Biol. Tech.*, v. 46(4), p. 569-580, 2003.

TERIO, V.; TANTILLO, G.; MARTELLA, V.; DI PINTO, P.; BUONAVOGLIA, C.; KINGSLEY, D. H. High pressure inactivation of HAV within mussels. *Food Environ. Virol.*, v. 2(2), 83-8, 2010.

ZIEGLER, F.; WINTHER, U.; HOGNES, E. S.; EMANUELSSON, A.; SUND, V.; ELLINGSEN. The Carbon Footprint of Norwegian Seafood Products on the Global Seafood Market. *J. Ind. Ecol.*, v. 17(1), 2012.