

# **AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* SUBMETIDO À DEFUMAÇÃO LÍQUIDA EM DIFERENTES TEMPERATURAS E TEMPOS DE PROCESSAMENTO**

Physicochemical and microbiological evaluation of shrimp *Litopenaeus vannamei* submitted to liquid smoking at different temperatures and processing time

Chirley Matilde da Silva<sup>1</sup>, Indira Maria Estolano Macedo<sup>2</sup>, Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Pesca na Universidade Federal Rural de Pernambuco

<sup>2</sup> Bióloga, mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural de Pernambuco

<sup>3</sup> Docente, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Laboratório de Tecnologia do Pescado (LATPESC).  
E-mail: paulo.coliveirafo@ufrpe.br

## RESUMO

Uma forma de conservar o camarão é com a utilização da defumação líquida. Este estudo objetivou avaliar aspectos físico-químicos e microbiológicos do camarão submetido à defumação líquida, testando diferentes tempos e temperaturas de processo. Os camarões foram defumados em estufa, utilizando fumaça líquida com os seguintes tratamentos: A - 80° C/5h, B - 85° C/4h e C - 90° C/3h. Foram realizadas análises de rendimento, porcentagem de encolhimento, cor, textura, capacidade de retenção de água, atividade de água, umidade e análises microbiológicas. A defumação líquida dos camarões do tratamento A causou menor rendimento, maior porcentagem de encolhimento, maior capacidade de retenção de água, maior dureza e menor porcentagem de umidade e atividade de água. Nos camarões do tratamento C, houve maior rendimento, menor porcentagem de encolhimento, menor capacidade de retenção de água, menor dureza e maior porcentagem de umidade e atividade de água. Nas análises microbiológicas, os resultados se mantiveram de acordo com a legislação brasileira. Conclui-se que a defumação líquida dos camarões do tratamento C mostra-se mais adequada, tendo um grande potencial de produção e comercialização.

**Palavras-chaves:** pescado defumado, conservação, fumaça líquida, crustáceo.

Recebido em: 19/01/2022

Aprovado em: 06/05/2022

Publicado on-line em: 10/08/2022

## ABSTRACT

*One way to preserve shrimp is the use of liquid smoking. This study aimed to evaluate physicochemical and microbiological aspects of shrimp subjected to liquid smoking by testing different times and temperature. Shrimp were oven smoked using liquid smoke with the following treatments: A - 80°C/5h, B - 85°C/4h, C - 90°C/3h. Yield, shrinkage, color, texture, water holding capacity, water activity, moisture and microbiological analyses were performed. The liquid smoking of shrimp from Treatment A caused lower yield, higher percentage of shrinkage, higher water holding capacity, higher hardness and lower percentage of moisture and water activity. In the shrimp from Treatment C, there was higher yield, lower percentage shrinkage, lower water holding capacity, lower hardness, and higher percentage of moisture and water activity. In the microbiological analyses, the results were in accordance with the Brazilian legislation. It can be concluded that the liquid smoking of shrimp of treatment C shows itself to be more suitable, having a great potential for production and commercialization.*

**Keywords:** *smoked fish, conservation, liquid smoke, crustacean.*

## INTRODUÇÃO

Os crustáceos são organismos tipicamente cultivados em zonas costeiras, sendo caracterizado como uma importante fonte de ganhos em divisas para vários países em desenvolvimento, principalmente na Ásia e América Latina. Entre as espécies de crustáceos mais cultivadas no mundo está o camarão-cinza (*Litopenaeus vannamei*), que foi responsável em 2018 por 53% da produção mundial de crustáceos (FAO, 2020).

O camarão-cinza é originário do Oceano Pacífico e apresenta alta capacidade de tolerar variações de salinidades e temperaturas (Landsman *et al.*, 2019), sendo, assim, um animal de fácil adaptação às condições de cultivo. Além disso, possui uma ótima aceitação no mercado nacional e internacional. No Brasil, a região Nordeste foi responsável por 99,6% da produção do camarão-cinza em 2020 (IBGE, 2020).

A carne do camarão-cinza possui uma alta quantidade de proteínas, aminoácidos e ácidos graxos de elevada digestibilidade (Rebouças *et al.*, 2017; Akintola *et al.*, 2013). No entanto, esse crustáceo apresenta vida útil reduzida devido à alta atividade de água e pH próximo da neutralidade, o que favorece o desenvolvimento microbiano (Rebouças *et al.*, 2017).

As principais formas de conservação dos camarões são resfriamento, congelamento, salga, secagem e defumação. A defumação é um método de conservação do pescado utilizado há séculos, pois alguns compostos químicos contidos na fumaça possuem ação antimicrobiana e antioxidante. Além disso, a defumação também melhora aspectos sensoriais de cor e sabor (Chatzikyriakidou & Katsanidis, 2012).

Tradicionalmente, a defumação do pescado apresenta dois métodos que variam principalmente com a temperatura final do processo, podendo ser chamado de defumação a quente, com temperatura entre 80° C e 90° C, e defumação a frio, com temperatura entre 30° C e 40° C (Chagas; Menezes-Neta & Oliveira-Filho, 2016). A defumação tradicional é um processo que libera gases poluentes e cancerígenos. No entanto, há um processo de defumação mais limpo que consiste na aspersão de um aroma de fumaça em forma líquida sobre a alimento, chamada de fumaça líquida (Gonçalves & Cezarini, 2008; Hattula *et al.*, 2001).

Outra vantagem na defumação com fumaça líquida é a facilidade da aplicação e otimização do tempo, pois é um processo mais rápido que o convencional (Lingbeck *et al.*, 2014).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar diferentes aspectos técnicos, como variações no tempo e na temperatura durante o processo de defumação com fumaça líquida dos camarões-cinzas, e os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas dos produtos formados.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Matéria-prima*

Aproximadamente 3 kg de camarões-cinzas (*Litopenaeus vannamei*) com tamanho de aproximadamente 15 g foram adquiridos frescos no Mercado da Mangueira em Jaboatão dos Guararapes, PE, e transportados em caixas isotérmicas com gelo em escamas para o Laboratório de Tecnologia do Pescado (LATPESC), pertencente ao Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Recife.

### *Salga*

No laboratório, aproximadamente 200 camarões foram lavados com água clorada para retirada de impurezas, pesados de maneira conjunta, retirado o cefalotórax e pesados novamente para o cálculo de rendimento. Em seguida, os camarões foram divididos em 3 partes homogêneas, imersos em uma solução de salga úmida com 15% de concentração na relação 3:1 (3 partes de salmoura: 1 camarão), permanecendo nessa salga durante 30 minutos. Após esse tempo, os camarões foram lavados com água corrente para retirar o excesso de sal, secos com papel toalha e pesados.

### *Defumação*

Os camarões foram colocados dentro de uma estufa de circulação de ar forçado sob temperatura de 80° C por 15 min. Em seguida, foi aspergido superficialmente fumaça líquida (diluída em água na concentração de 20%) nos dois lados dos camarões e colocados novamente na estufa, seguindo-se os seguintes tratamentos contidos na Tabela I. A variação de tempo e temperatura utilizados nesses ensaios baseou-se na metodologia de Araújo *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2010), que descrevem a temperatura entre 80° C e 90° C por um tempo de até 5 horas.

Tabela I - Variações de tempos e temperaturas do processo de defumação líquida dos camarões-cinzas (*Litopenaeus vannamei*)

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>		
	A	B	C
Temperatura (° C)	80	85	90
Tempo (horas)	5	4	3

<sup>1</sup>A = 80° C/5h; B = 85° C/4h; C = 90° C/3h.

### *Pós-defumação*

Após a defumação, os camarões foram resfriados em temperatura ambiente, alojados dentro de sacos de polietileno e mantidos em uma BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a 25° C até o momento das análises laboratoriais. Uma parte dos camarões foi triturada e transformada em farinha para um melhor resultado de algumas análises.

## Análises laboratoriais

### Rendimento

O rendimento do processo de defumação dos camarões foi realizado em uma balança com precisão de 0,01 g. Foram calculadas as proporções entre os pesos dos camarões após a retirada do cefalotórax, após o processo de salga e após o processo de defumação, em relação ao peso total inicial, de acordo com as seguintes equações:

$$\text{rendimento sem cefalotórax (\%)} = \frac{\text{peso dos camarões sem cefalotórax}}{\text{peso dos camarões inteiros}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{rendimento após salga (\%)} = \frac{\text{peso dos camarões após salga}}{\text{peso dos camarões inteiros}} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

$$\text{rendimento após defumação (\%)} = \frac{\text{peso dos camarões após defumação}}{\text{peso dos camarões inteiros}} \times 100 \quad (\text{Equação 3})$$

### Encolhimento após a defumação

A porcentagem de encolhimento de 6 camarões após a defumação foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$(\%) \text{ Encolhimento} = \frac{(\text{Comp. do camarão salgado} - \text{Comp. do camarão defumado})}{\text{Comp. do camarão salgado}} \times 100 \quad (\text{Equação 4})$$

### Capacidade de retenção de água

A análise de capacidade de retenção de água foi realizada em triplicata com amostras de 5 g de farinha dos camarões defumados, pré-homogeneizados, colocadas em papéis filtros, alojadas em tubos e centrifugadas a 3.500 rpm durante 10 minutos. Após esse processo, as amostras foram retiradas cuidadosamente dos papéis, pesadas e a capacidade de retenção de água (CRA) foi calculada segundo Oliveira Filho *et al.* (2017):

$$(\%) \text{ CRA} = \frac{\text{Peso da amostra depois da centrifugação}}{\text{Peso da amostra antes da centrifugação}} \times 100 \quad (\text{Equação 5})$$

### Umidade

A umidade foi realizada em triplicata para cada tratamento seguindo o método da AOAC (2012). Amostras de aproximadamente 30 g de farinha de camarões pré-homogeneizados foram colocadas em placas e alojadas em estufa com temperatura de 105° C até peso constante. Então, as amostras secas mais as placas foram colocadas em dessecador até o resfriamento. As amostras foram pesadas e realizado o cálculo para determinar o teor de umidade, com a seguinte fórmula:

$$(\%) \text{ CRA} = \frac{(\text{Peso da amostra úmida} - \text{peso da amostra seca})}{\text{Peso da amostra úmida}} \times 100 \quad (\text{Equação 6})$$

### **Atividade de água**

A atividade de água foi determinada utilizando-se equipamento Aqualab CX-2, em camarões defumados pré-homogeneizados em um processador de alimentos a temperatura de 25° C.

### **Cor**

A cor instrumental foi realizada em 3 camarões de cada tratamento utilizando um colorímetro portátil (Konica Minolta®, modelo CR - 400) previamente calibrado com um padrão branco antes de cada amostra analisada, operando como fonte de luz uma lâmpada de xenônio, iluminante C ( $Y = 92.78$ ;  $x = 0.3139$ ;  $y = 0.3200$ ), ângulo de observação de 40° e área de medição de 8 mm de diâmetro. A cor foi expressa utilizando-se os padrões do sistema CIELab - Commission Internationale de L'Eclairage:  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (intensidade da cor vermelha à verde) e  $b^*$  (intensidade da cor amarela à azul).

### **Textura**

O perfil de textura instrumental (TPA) foi determinado utilizando um texturômetro (CT3 *Texture Analyser Brookfield*®) em 3 camarões de cada tratamento. Os camarões defumados foram comprimidos a 50% da espessura total com velocidade do pré-teste, teste e pós-teste de 2 mm/s à temperatura de 25° C utilizando o probe TA5 de acordo com Bourne (2002). Os parâmetros estudados foram: dureza (g), coesividade (admissional) e elasticidade (mm).

### **Microbiológicas**

Para análises microbiológicas, amostras de 25 g de camarões defumados foram coletadas assepticamente, pesadas e diluídas em meio de enriquecimento específico para cada organismo, de acordo com a Instrução Normativa 62 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (BRASIL, 2003). Para contagem de bactérias aeróbias psicrotólicas, coliformes totais, *Escherichia coli*, *Staphylococcus coagulase positiva* e *Salmonella* spp., foram utilizados kits comerciais da Compact Dry® (Compact Dry TC®, Compact Dry EC®, Compact Dry XSA® e Compact Dry SL®). Posteriormente à análise, foi verificada a adequação das amostras às exigências da legislação vigente no Brasil.

### **Análise estatística**

Os dados foram submetidos a ANOVA e, caso tenham apresentado diferença significativa ( $p < 0,05$ ), foi utilizado o teste de Tukey para comparação entre as médias com o auxílio do programa estatístico SigmaStat 3.5®.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Análise de rendimento**

A análise de rendimento durante o processo de defumação líquida dos camarões-cinzas está demonstrada na Tabela II. No tratamento C, onde foi aplicado a temperatura de 90° C durante 3h de processo, obteve-se um maior rendimento após a defumação, ou seja, menor perda de peso. Nesse tratamento, apesar de ter sido utilizado uma temperatura mais elevada (90° C), a variação de 10° C entre o tratamento A e C parece não ter influenciado tanto o rendimento como o tempo de processo, no qual teve variação de 2h. Não foram encontrados na literatura estudos comparativos sobre o rendimento de camarões-

-cinzas submetidos à defumação líquida. Calixto *et al.* (2019) encontraram valores de rendimento do bijupirá na defumação a quente de 64%. Em outro estudo, Gonçalves e Cezarini (2008) obtiveram rendimento médio de 18,13% para filés de jundiá submetidos à defumação líquida, mostrando, portanto, resultados próximos ao presente estudo.

Tabela II - Rendimento (em %) dos camarões-cinzas (*L. vannamei*) sem cefalotórax, após a salga e a defumação submetidos a diferentes tempos e temperaturas de processo

Rendimento (%)	Tratamentos <sup>1</sup>		
	A	B	C
Sem cefalotórax	64,4	65,8	65,3
Após salga	61,7	62,8	63,0
Após defumação	21,3	24,0	26,4

<sup>1</sup>A = 80° C/5h; B = 85° C/4h; C = 90° C/3h.

### Encolhimento após a defumação

O encolhimento após a defumação está proporcionalmente ligado com a perda de água durante a cocção (Sá Vieira *et al.*, 2015). Na porcentagem do encolhimento, não houve diferença significativa entre os tratamentos B ( $12,7 \pm 5,7$ ) e C ( $13,2 \pm 5,9$ ), mas o tratamento A ( $25,5 \pm 5,7$ ) apresentou diferença significativa em relação aos outros tratamentos (Tabela III). Uma possível justificativa para o resultado do tratamento A ser maior está atrelado ao tempo de exposição, pois, apesar de ter uma temperatura mais baixa, esse tratamento teve uma maior duração na defumação. Não foram encontrados trabalhos que cite encolhimento em camarão defumado, porém Araújo *et al.* (2020) encontraram, em estudo com linguças de bagre-branco (*Sciades herzbergii*), encolhimento de 5% após a defumação líquida. O valor encontrado pelos pesquisadores foi bem abaixo do encontrado no presente estudo, devido provavelmente à variação dos produtos e ingredientes utilizados.

Tabela III - Resultados (média  $\pm$  desvio padrão) de porcentagem de encolhimento, capacidade de retenção de água (CRA), umidade, atividade de água (Aw) de camarões-cinzas (*L. vannamei*) submetidos a diferentes tempos e temperaturas durante a defumação líquida

Análises físico-químicas (%)	Tratamentos <sup>1</sup>		
	A	B	C
Encolhimento	$25,5 \pm 5,7^a$	$12,7 \pm 5,7^b$	$13,2 \pm 5,9^b$
CRA	$96,4 \pm 0,5^a$	$95,8 \pm 0,6^a$	$94,7 \pm 0,3^b$
Umidade	$9,0 \pm 1,0^b$	$9,1 \pm 0,1^b$	$12,3 \pm 0,6^a$
Aw (admissional)	$0,839 \pm 0,016^c$	$0,857 \pm 0,006^b$	$0,902 \pm 0,005^a$

<sup>1</sup> A = 80° C/5h; B = 85° C/4h; C = 90° C/3h.

<sup>2</sup> Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

### Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) é medida pelas forças externas como compressão, prensagem e centrifugação sobre o músculo (Olsson *et al.*, 2003). Valores altos de CRA significam que a carne do camarão tem boa qualidade e mantém suas características sensoriais (Huss, 1997). A capacidade de retenção de água dos camarões dos tratamentos A ( $96,4 \pm 0,5$ ) e B ( $95,8 \pm 0,6$ ) não apresentou diferença significativa, sendo superior aos camarões do tratamento C ( $94,7 \pm 0,3$ ), que apresentou diferença significativa em relação aos outros tratamentos (Tabela III). É possível que a temperatura mais elevada seja o motivo para que o tratamento C obtivesse uma menor capacidade de retenção de água. Oliveira Filho *et al.* (2021), em estudo avaliando a estabilidade de linguças de bagres (*Sciades herzbergii*) defumadas, no tratamento com defumação líquida, encontraram resul-

tados de 90,60%. Araújo *et al.* (2020), em estudo avaliando a caracterização de linguças de bagres (*Sciades herzbergii*) submetidas a defumação líquida, encontraram valores de CRA de 86,70%. Ou seja, tanto os valores de CRA observados nos camarões defumados como nas linguças defumadas de bagres foram altos.

### **Umidade**

A carne do camarão é composta por uma grande quantidade de água, que varia entre 53% e 80%, a qual interfere na vida útil do produto e aceitação sensorial (Feitosa *et al.*, 2018; Akintola, 2015). Os resultados de umidade dos camarões defumados com fumaça líquida não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos A ( $9,0 \pm 1,0$ ) e B ( $9,1 \pm 1,0$ ) e foram inferiores à umidade dos camarões do tratamento C ( $12,3 \pm 0,6$ ) (Tabela III). Essa maior porcentagem de umidade dos camarões do tratamento C pode ter ocorrido pelo menor tempo de exposição à defumação. Em estudo realizado por Silva *et al.* (2010), a porcentagem de umidade de camarões defumados em um defumador artesanal foi de 49,8%, utilizando temperatura de processo entre 50° C e 90° C. Lira *et al.* (2013) relataram umidade de 40,32% no *Xiphopenaeus kroyeri* submetido à defumação tradicional a quente sem padronização de temperatura. Em outro estudo, Akintola (2015) encontrou umidade de 57,83% para o *Penaeus notialis* defumado de maneira tradicional a quente na temperatura de 71° C. Esses valores foram diferentes dos encontrados no presente trabalho. O tipo de defumação e a variação na temperatura podem ter sido fatores que causaram interferência nas porcentagens de umidades dos diferentes tipos de camarões defumados.

### **Atividade de água**

A atividade de água está relacionada com o teor de água livre disponível na carne do camarão e tem influência nas reações físico-químicas e microbiológicas, possuindo valores que variam entre 0 e 1 (Feitosa *et al.*, 2018). A atividade de água dos camarões defumados do tratamento C ( $0,902 \pm 0,005$ ) foi maior que a do tratamento B ( $0,857 \pm 0,006$ ), que foi maior que a atividade de água dos camarões do tratamento A ( $0,839 \pm 0,016$ ) (Tabela III). A possível explicação é devido ao tempo de exposição dos camarões ao calor. Por exemplo, no tratamento A, onde os camarões ficaram expostos por mais tempo na defumação, ocorreu uma menor atividade de água. Quanto menor a atividade de água do camarão, maior será o efeito de inibição da atividade microbiana (Franco *et al.*, 2013). Não foram encontrados na literatura estudos com camarões em comparação à atividade de água dos camarões defumados do presente estudo. Em filés de tilápias defumadas a quente ou a frio, os valores de atividade de água variaram entre 0,95 e 0,97, ou seja, valores superiores ao observado nos camarões defumados (Franco *et al.*, 2013).

### **Cor**

A cor é um parâmetro que tem grande influência na aceitação do consumidor (Franco *et al.*, 2010). Não foi observada diferença significativa nos parâmetros de cor  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (intensidade da cor vermelha à verde) e  $b^*$  (intensidade da cor amarela à azul) dos camarões entre os tratamentos (Tabela IV). No entanto, apesar dos camarões terem sido submetidos a diferentes temperaturas de defumação, essas variações não foram capazes de causar alteração de tonalidades entre os tratamentos. Rebouças *et al.* (2017), em estudo com camarão após o cozimento, também não encontraram diferença nos parâmetros de cores.

Tabela IV – Resultados (média ± desvio padrão) de cor instrumental ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) de camarões-cinzas (*L. vannamei*) submetidos a diferentes tempos e temperaturas durante a defumação líquida

CIELab <sup>3</sup>	Tratamentos <sup>1</sup>		
	A	B	C
$L^*$	42,6 ± 4,1 <sup>a</sup>	44,2 ± 2,6 <sup>a</sup>	45,5 ± 3,4 <sup>a</sup>
$a^*$	12,1 ± 5,4 <sup>a</sup>	12,9 ± 3,7 <sup>a</sup>	15,0 ± 4,3 <sup>a</sup>
$b^*$	31,1 ± 8,9 <sup>a</sup>	30,6 ± 5,7 <sup>a</sup>	34,5 ± 7,1 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> A = 80° C/5h; B = 85° C/4h; C = 90° C/3h.

<sup>2</sup> Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

<sup>3</sup>  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (intensidade da cor vermelha à verde) e  $b^*$  (intensidade da cor amarela à azul).

### Textura

Segundo Martínez-Alvarez, López-Caballero e Montero (2009), a textura da carne do camarão é muito importante para determinar a aceitação do consumidor. O processo de aquecimento promove desnaturação das proteínas, que modifica a textura do camarão defumado (Montero; Gomez-Guillen & Borderias, 2003; Niamnuy; Kerdpiboon & Devahastin, 2012). Os valores da análise de textura estão descritos na Tabela V. A dureza dos camarões do tratamento C foi menor em relação aos demais tratamentos, indicando que o camarão desse tratamento obteve uma carne mais macia. Nesse tratamento, os camarões foram defumados em uma temperatura mais alta, porém em menor tempo. A menor dureza dos camarões do tratamento C pode ter ocorrido pela influência da maior porcentagem de umidade, maior atividade de água e menor capacidade de retenção de água (Martinez *et al.*, 2012; Bjørnevik *et al.*, 2018). Valores semelhantes de dureza foram encontrados por Araújo *et al.* (2020) em linguças de *Sciades herzbergii* submetidas a defumação líquida. No entanto, a variação dos parâmetros de tempos e temperaturas no processo de defumação não interferiu significativamente nos demais quesitos avaliados de textura, como coesividade e elasticidade.

Tabela V – Resultados (média ± desvio padrão) de textura instrumental (dureza, coesividade, elasticidade) de camarões-cinzas (*L. vannamei*) submetidos a diferentes tempos e temperaturas durante a defumação líquida

	Tratamentos <sup>1</sup>		
	A	B	C
Dureza (g)	6.929,17 ± 1.572,37 <sup>a</sup>	5.406,83 ± 1.712,07 <sup>a</sup>	3053,83 ± 1.222,19 <sup>b</sup>
Coesividade	0,643 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,610 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,608 ± 0,07 <sup>a</sup>
Elasticidade (mm)	4,333 ± 0,266 <sup>a</sup>	4,150 ± 0,243 <sup>a</sup>	4,017 ± 0,194 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> A = 80° C/5h; B = 85° C/4h; C = 90° C/3h.

<sup>2</sup> Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

### Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas dos camarões defumados com fumaça líquida se mostraram dentro do padrão exigido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), através da Resolução RDC n° 331 de 2019 (BRASIL, 2019), confirmando a qualidade microbiológica de conservação do produto. Os valores para as análises de *E. coli*, *S. coagulase* positiva e aeróbios psicotrópicos encontrados foram  $< 2$  UFC/g e para a *Salmonella* foi ausente (Tabela VI). Lira *et al.* (2013) também encontraram valores dentro do exigido pela legislação brasileira para as análises microbiológicas em camarões-espigões defumados pelo método tradicional. Calixto *et al.* (2019) observaram uma ótima conservação do bijupirá submetido à defumação tradicional, sendo os valores de *Staphylococcus aureus* (0,6 UFC/g), *Escherichia coli* e *Salmonella* (ausente) dentro do permitido pela legislação vigente.

Tabela VI – Resultados de avaliação microbiológica de camarões-cinzas (*L. vannamei*) submetidos a diferentes tempos e temperaturas durante a defumação líquida

Análises microbiológicas	Tratamentos <sup>1</sup>		
	A	B	C
<i>Escherichia coli</i> (log UFC/g)	< 2	< 2	< 2
<i>Salmonella</i> sp. (25 g)	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (log UFC/g)	< 2	< 2	< 2
Aeróbios psicrotróficos (log UFC/g)	< 2	< 2	< 2

<sup>1</sup> A-80° C/5h; B- 85° C/4h; C-90° C/3h.

<sup>2</sup> < 2 é o limite mínimo de detecção dos kits Compact Dry® utilizados para as análises.

## CONCLUSÃO

Os resultados mostram que nas condições de temperatura de 90° C e tempo de 3 horas de defumação líquida, os camarões mostram-se mais adequados por causar maior rendimento, menor porcentagem de encolhimento, um produto mais macio (menor dureza) e mais suculento (maior porcentagem de umidade), tendo um grande potencial de produção e comercialização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akintola, S.L.; Brown, A.; Abdullahi, B.; Osowo, O.D. & Bello, B.O. Effects of hot smoking and sun drying processes on nutritional composition of giant tiger shrimp (*Penaeus monodon*, Fabricius, 1798). *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, v. 63, n. 4, p. 227-237, 2013.

Akintola, S.L. Effects of smoking and sun-drying on proximate, fatty and amino acids compositions of Southern pink shrimp (*Penaeus notialis*). *J. Food Sci. Technol.*, v. 52, p. 2646-2656, 2015. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1303-0>.

AOAC. Official methods of analysis: association of official analytical chemists. *Aoac International*, 2012.

Araújo, I.B.; Raúl, L.J.; Maciel, M.I.S.; Shinohara, N.K.S. & Oliveira-Filho, P.R.C. Effect of traditional and liquid smoke on the quality of sea catfish sausages (*Sciaedes herzbergii*, Bloch, 1794). *J. Aqua. Food Prod. Tech.*, v. 29, n. 6, p. 553-566, 2020. <https://doi.org/10.1080/10498850.2020.1774021>.

Bjørnevik, M.; Cardinal, M.; Vallet, J.L.; Nicolaisen, O. & Arnarson, G.O. Effect of salting and cold-smoking procedures on Atlantic salmon originating from pre-or post-rigor filleted raw material. Based on the measurement of physiochemical characteristics. *LWT – Food Sci. Tech.*, v. 91, p. 431-438, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.047>.

Bourne, M. Food texture and viscosity: concept and measurement. *N. Y. Academy Press Inc.*, 2002.

Brasil. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Resolução RDC n° 331, de 23 de dezembro de 2019, *Diário Oficial da União*, Brasília, 2019.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2003.

Calixto, F.A.A.; Dias, G.E.A.; Schmalz, K.R.P.; Franco, R.M.; Latini, J.T.P. & Mesquita, E.F.M. Efeito do processamento de defumação na qualidade de bijupirá (*Rachycentron canadum*): atributos bacteriológicos, químicos e sensoriais. *Arq. Br. Med. Vet. Zoo.*, v. 71, n. 2, p. 687-695, 2019. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10379>.

Chagas, A.M.; Menezes-Neta, I.S. & Oliveira-Filho, P.R.C. Rendimento, umidade e aceitação sensorial do carapicu (*Eucinostomus melanopterus* Bleeker, 1863) submetidos a diferentes métodos de defumação. *Acta Fish. Aquat. Res.*, v. 4 n. 2, p. 110-116, 2016. <http://dx.doi.org/10.2312/Actafish.2016.4.2.110-116>.

Chatzikiyriakidou, K. & Katsanidis, E. Effect of liquid smoke dipping and packaging method on the keeping quality of raw and cooked chub mackerel (*Scomber japonicus*) filets. *J. Aqua. Food Prod. Tech.*, v. 21, n. 5, p. 445-454, 2012. <https://doi.org/10.1080/10498850.2011.608918>.

FAO. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. Versión resumida. La sostenibilidad en acción*. Roma: Fao, 2020. <https://doi.org/10.4060/ca9231es>.

Feitosa, B.E.S.; Cunha F.T.; Félix J.P.S.; Aguiar F.S.; Fonseca-Junior, E.M.; Correa, M.L.P. & Otani, F.S. Umidade, cinzas e atividade de água em avium comercializado em Santarém, Pará. *Rev. Agro.*, v. 10, n. 1, p. 115-130, 2018. <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v10i1.5177>.

Franco, M.L.R.S.; Viegas, E.M.M.; Kronka, S.N.; Vidotti, R.M.; Assano, M. & Gasparino, E. Effects of hot and cold smoking processes on organoleptic properties, yield and composition of matrinxã fillet. *R. Bras. Zootec.*, v. 39, n. 4, p. 695-700, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000400001>.

Franco, M.L.R.S.; Amaral, L.A.; Viegas, E.M.M.; Kronka, S.N.; Gasparino, E.; Mikcha, J.M.G. & Vesco, A.P. Microbiological quality and shelf life of smoked filets of Nile tilapia under refrigeration or freezing. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 48, n. 8, p. 1071-1079, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800037>.

Gonçalves, A.A. & Cezarini, R. Agregando valor ao pescado de água doce: defumação de filés de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Rev. Bras. Eng. Pesca*, v. 3, n. 2, p. 63-79, 2008. <https://doi.org/10.18817/repesca.v3i2.73>.

Hattula, T.; Elfving, K.; Mroueh, U.M. & Luoma, T. Use of liquid smoke flavoring as an alternative to traditional flue gas smoking of Rainbow trout filets (*Oncorhynchus mykiss*). *LWT – Food Sci. Tech.*, v. 34, n. 8, p. 521-525, 2001. <https://doi.org/10.1006/fstl.2001.0794>.

Huss, H.H. Garantia de qualidade dos produtos da pesca. *FAO, Documento Técnico sobre Pesca*, Roma, n. 334, 176 p., 1997.

IBGE. Produção da Pecuária Municipal 2017. *Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal*, v. 48, 2020.

Landsman, A.; St-Pierre, B.; Rosales-Leija, M.; Brown, M. & Gibbons, W. Impact of aquaculture practices on intestinal bacterial profiles of Pacific whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Microorganisms*, v. 7, n. 4, p. 93, 2019. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7040093>.

Lira, G.M.; Silva, M.C.D.; Silva, K.W.B.; Padilha, B.M.; Cavalcanti, S.A.T.Q.; Oliveira, K.I.V. & Albuquerque, A.L.I. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica do camarão espigão (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862) *in natura* e defumado. *Bol. C. Pesq. Proces. Alim.*, Curitiba, v. 31 n. 1, p. 151-160, 2013. <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v31i1.32717>.

- Lingbeck, J.M.; Cordero, P.; O'bryan, C.A.; Johnson, M.G.; Ricke, S.C. & Crandall, P.G. Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation. *Meat Sci.*, v. 97, n. 2, p. 197-206, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.02.003>
- Martínez-Alvarez, O.; López-Caballero, M.E. & Montero, P. The effect of several cooking treatments on subsequent chilled storage of thawed deep-water pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) treated with different melanosis-inhibiting formulas. *LWT – Food Sci. Tech.*, v. 42, p. 1335-1344, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.03.025>.
- Martinez, O.; Salmeron, J.; Guillen, M.P.; Pin, C. & Casas, C. Physicochemical, sensorial and textural characteristics of liquid-smoked salmon (*Salmo salar*) as affected by salting treatment and sugar addition. *Int. J. Food Sci. Tech.*, v. 47, n. 5, p. 1085-1096, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.02945.x>.
- Montero, P.; Gomez-Guillen, M.C. & Borderias, A.J. Influence of salmon provenance and smoking process on muscle functional characteristics. *J. Food Sci.*, v. 68, n. 4, p. 1155-1160, 2003. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb09617.x>.
- Niamnuy, C.; Kerdpiboon, S. & Devahastin S. Artificial neural network modeling of physicochemical changes of shrimp during boiling. *LWT – Food Sci. Technol.*, v. 45, n. 1, p. 110-116, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.013>.
- Oliveira- Filho, P.R.C.; Reis, P.V.M.; Araújo, I.B.; Raul, L.J.; Shinohara, N.K.S. & Daza, T.E.L. Avaliação de linguças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidas a diferentes métodos de defumação. *Bol. C. Pesq. Proces. Alim.*, v. 35, n. 2, p. 1-14, 2017. <http://doi.org/10.5380/bceppa.v35i2.60310>.
- Oliveira-Filho, P.R.C.; Araújo, I.B.; Raúl, L.J.; Maciel, M.I.S.; Shinohara, N.K.S. & Gloria, M.B.A. Stability of refrigerated traditional and liquid smoked catfish (*Sciades herzbergii*) sausages. *J. Food Sci.*, v. 86, p. 2939-2948, 2021. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15811>.
- Olsson, G.B.; Osfstad, R.; Lodemel, J.B. & Olsen, R.L. Changes in water-holding capacity of halibut muscle during cold storage. *LWT – Food Sci. Tech.*, v. 36, n. 8, p. 771-778, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(03\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(03)00098-7).
- Rebouças, L.O.S.; Vasconcelos, B.M.F.; Ferreira, C.M.O.; Pereira, J.C.S.; Assis, A.P.P. & Lima, P.O. Uso de aditivos na qualidade física do camarão *Litopenaeus vannamei*. *R. Agro. Téc.*, Areia-PB, v. 38, n. 2, p. 96-102, 2017. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v38i2.32391>.
- Sá Vieira, P.H.; Melo, C.C.; Medeiros, R.F.; Vasconcelos-Filho, M.B.V.; Moura, J.V.S.; Albuquerque, C.A. & Oliveira-Filho, P.R.C. Produtos de valor agregado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) utilizando diferentes concentrações de amido. *Acta Fish. Aquat. Res.*, v. 3, n. 1, p. 41-53, 2015. <https://doi.org/10.2312/Actafish.2015.3.1.41-53>.
- Silva, A.F.; Godoy, L.C.; Franco, M.L.R.S.; Assis, M.F.; Visentainer, J.V. & Souza, N.E. Avaliação sensorial e composição proximal de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* defumados. *Ciênc. A. Br.*, v. 11, n. 4, p. 770-774, 2010. <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/4221>.