

**CHIRLEY MATILDE DA SILVA**

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

**Recife**

**12/2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO**  
**BACHAREL EM ENGENHARIA DE PESCA**

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

**CHIRLEY MATILDE DA SILVA**

Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como exigência para obtenção do Bacharel em Engenharia de Pesca.

**Prof. Dr. Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho**  
**Orientador**

**Recife**

**12/2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S586a

da silva, Chirley Matilde

Avaliação físico-química e microbiológica do camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*) submetido à defumação líquida em diferentes temperaturas e tempos de processamento / Chirley Matilde da silva. - 2021.  
25 f. : il.

Orientador: Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia de Pesca, Recife, 2022.

1. Pescado defumado. 2. Conservação. 3. Fumaça líquida. 4. Crustáceo. I. Filho, Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira, orient. II. Título

CDD 639.3

---

**Universidade Federal Rural de Pernambuco**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO**  
**BACHAREL EM ENGENHARIA DE PESCA**

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

**Chirley Matilde da Silva**

TCC julgado adequado para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia de Pesca.  
Defendido e aprovado em \_\_/\_\_/\_\_ pela  
seguinte Banca Examinadora.

---

**Prof. Dr. Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho**

(Orientador)

[Departamento de Pesca e Aquicultura]

[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

---

**Prof. Dr. Mateus Vitória Medeiros**

(Membro titular)

[Departamento de Pesca e Aquicultura]

[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

---

**Mestre Indira Maria Estolano Macedo**

(Membro titular)

[Departamento de Ciências do Consumo]

[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

---

**Mestre Carolina Santana dos Santos**

(Membro suplente)

[Departamento de Ciências do Consumo]

[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

## Dedicatória

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, minha mãe Maria Matilde, meu pai, José Luís, meu esposo Wellington e minha irmã Michelle*

## **Agradecimentos**

*A Universidade Federal Rural de Pernambuco, especificamente ao Departamento de Pesca e Aquicultura e todo seu corpo docente, pela oportunidade, estrutura e acolhimento durante toda a minha formação.*

*Ao meu orientador Professor Doutor Paulo Roberto C. de Oliveira Filho por toda dedicação, empenho e apoio ao meu projeto.*

*Aos meus pais, Maria Matilde e Jose Luís pelo apoio em toda a minha vida e dedicação para que eu nunca desistisse dos meus estudos.*

*A minha irmã Michelle que sempre esteve presente compartilhando os momentos bons e ruins da vida.*

*Ao meu esposo Wellington que esteve do meu lado durante a graduação, me apoiando e sendo paciente comigo, nos meus momentos difíceis, enxugando minhas lágrimas e dando forças pra continuar.*

*A Deus por minha existência, e por ter me feito capaz de chegar até aqui, sem Ele eu não teria conseguido. Obrigada Deus por tudo!*

## Resumo

O camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*) é uma das espécies de pescado mais cultivadas no mundo devido a apresentar um bom desempenho em cativeiro, ótima aceitação no mercado além de possuir uma carne rica em proteínas. No entanto, apresenta vida útil reduzida devido à alta atividade de água e pH próximo da neutralidade. Uma forma de conservar o camarão e aumentar o seu tempo de prateleira é a utilização da defumação líquida, que é mais limpa e saudável que a defumação tradicional. O objetivo do estudo foi avaliar aspectos físico-químicos e microbiológicos do camarão submetido ao processo de defumação líquida testando diferentes tempos e temperatura. Antes da defumação foi aspergido sobre os camarões já limpos e salgados uma fumaça líquida (diluição de 20%). Os camarões foram defumados em estufa, com os seguintes tratamentos: A - 80°C/5h, B - 85°C/4h, C - 90°C/3h. Foram realizadas análises de rendimento, porcentagem de encolhimento, cor, textura, capacidade de retenção de água (CRA), atividade de água, porcentagem de umidade e análises microbiológicas. A defumação líquida dos camarões a 80°C por 5 horas (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 submetidos a defumação a 90°C por 3 horas (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. A cor dos camarões, não apresentaram diferença ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos propostos. Nas análises microbiológicas, os resultados se mostraram dentro do padrão exigido pela legislação brasileira. Isto mostra que a variação de duas horas do tempo de defumação (3 a 5 horas) causa maior influência, exceto para a cor, nos aspectos físico-químicos, que a variação de 10°C (80 a 90°C) na temperatura do processo. Concluiu-se que a defumação líquida dos camarões na combinação de 90°C por 3 horas mostra-se mais adequado por causar maior rendimento, menor porcentagem de encolhimento e um produto mais macio (menor dureza) e mais suculento (maior porcentagem de umidade), tendo um grande potencial de produção e comercialização.

Palavras-chaves: Pescado defumado, conservação, fumaça líquida, crustáceo.

## **Abstract**

The gray shrimp (*Litopenaeus vannamei*) is one of the most cultivated fish species in the world due to its good performance in captivity, great market acceptance and its meat rich in protein. However, it presents a reduced shelf life due to the high water activity and a pH close to neutrality. One way to preserve shrimp and increase its shelf life is the use of liquid smoking, which is cleaner and healthier than traditional smoking. The objective of the study was to evaluate physicochemical and microbiological aspects of shrimp subjected to the liquid smoking process by testing different times and temperature. Before smoking, liquid smoke (20% dilution) was sprayed on the cleaned and salted shrimp. The shrimp were smoked in an oven with the following treatments: A - 80°C/5h, B - 85°C/4h, C - 90°C/3h. Analyses of yield, shrinkage percentage, color, texture, water holding capacity (WCR), water activity, moisture percentage and microbiological analyses were performed. The liquid smoking of shrimp at 80°C for 5 hours (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 submitted to smoking at 90°C for 3 hours (Treatment C) there was a higher yield, lower percentage of shrinkage, lower water holding capacity, lower hardness and higher percentage of moisture and water activity. The color of the shrimp showed no difference ( $P < 0.05$ ) among the proposed treatments. In the microbiological analysis, the results were within the standard required by Brazilian legislation. This shows that the variation of two hours of smoking time (3 to 5 hours) causes more influence, except for color, on the physicochemical aspects than the variation of 10°C (80 to 90°C) in the temperature of the process. It is concluded that the liquid smoking of shrimp at a combination of 90°C for 3 hours is more suitable because it causes a higher yield, a lower percentage of shrinkage and a softer (lower hardness) and juicier product (higher percentage of moisture), having a great potential for production and commercialization.

Key words: Smoked fish, conservation, liquid smoke, crustacean.



## Lista de Tabela

	Página
Tabela i - Variação de tempo e temperatura do processo de defumação líquida dos camarões cinza ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) .....	13
Tabela ii - Rendimento (%) do processo de defumação líquida de camarões cinza ( <i>L. vannamei</i> ) submetidos a diferentes tempo e temperatura de processo.....	17
Tabela iii - Resultados (média $\pm$ desvio padrão) de porcentagem de encolhimento, capacidade de retenção de água, umidade, atividade de água de camarões cinza ( <i>L. vannamei</i> ) submetidos a diferentes tempo e temperatura durante a defumação líquida .....	19
Tabela iv - Resultados (média $\pm$ desvio padrão) de cor instrumental ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ) de camarões cinza ( <i>L. vannamei</i> ) submetidos a diferentes tempo e temperatura durante a defumação líquida .....	20
Tabela v - Resultados (média $\pm$ desvio padrão) de textura instrumental (dureza, coesividade, elasticidade) de camarões cinza ( <i>L. vannamei</i> ) submetidos a diferentes tempo e temperatura durante a defumação líquida .....	20
Tabela vi - Resultados de avaliação microbiológica de camarões cinza ( <i>L. vannamei</i> ) submetidos a diferentes tempo e temperatura durante a defumação líquida.....	21

## Sumário

	Página
Dedicatória.....	v
Agradecimento.....	vi
Resumo.....	vii
Abstract.....	viii
Lista de tabelas.....	ix
Artigo científico .....	xi
1- Introdução.....	12
2- Material e Método.....	13
3- Resultados e Discussão.....	16
4- Conclusão .....	21
5- Referências Bibliográficas.....	22

## **Artigo científico**

**Avaliação físico-química e microbiológica do camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*) submetido à defumação líquida em diferentes temperaturas e tempos de processamento.**

**Physicochemical and microbiological evaluation of gray shrimp (*Litopenaeus vannamei*) submitted to liquid smoking at different temperatures and processing hours**

**Chirley Matilde da Silva; Indira Maria Estolano Macedo; Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho.**

Artigo científico a ser encaminhado a Arquivos de Ciências do Mar  
Todas as normas de redação e citação atendem as estabelecidas pela referida revista  
(<http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/index>).

## 1 – 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. Dentre as espécies de crustáceos mais cultivadas no mundo está o camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*) que foi responsável em 2018 por cerca de 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 temperatura (ANGELA LANDSMAN et al., 2019), sendo assim, um animal de fácil adaptação as condições de cultivo. Além disso, possui uma ótima aceitação no mercado nacional e internacional. No Brasil, a região Nordeste, foi responsável por cerca de 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, este crustáceo apresenta vida útil reduzida devido a alta atividade de água e pH próximo da neutralidade, o que favorece o desenvolvimento microbiano (REBOUÇAS et al., 2017). Além disso, os crustáceos são muito susceptíveis a melanose que é a formação de pontos negros insolúveis de melanina, que são derivados da oxidação de fenóis através da polifenoloxidase.

As principais formas de conservação dos camarões são o 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 e KATSANIDIS, 2012).

Tradicionalmente, a defumação do pescado apresenta dois métodos que variam principalmente com a temperatura final do processo, podendo ser chamado de defumação à quente, com temperatura entre 80 a 90°C e defumação a frio com temperatura entre 30 e 40°C (CHAGAS et al., 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 et al, 2007; 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 é avaliar diferentes aspectos técnicos, como variações no tempo e temperatura, durante o processo de defumação com fumaça líquida dos camarões cinzas sobre os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas dos produtos formados.

## 2 – MATERIAL E MÉTODOS

### *Matéria-prima*

Aproximadamente 3 kg de camarões cinza (*Litopenaeus vannamei*) com tamanho de aproximadamente 15g 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, os camarões foram lavados com água clorada para retirada de impurezas, pesados de maneira conjunta, retirados 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) e permaneceram nesta salga durante 30 minutos. Após esse período, os camarões foram lavados com água corrente para retirar o excesso de sal, secos com papel toalha e pesados. Então, 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.

**Tabela i.** Variação de tempo e temperatura do processo de defumação líquida dos camarões cinza (*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 a 25°C até o momento das análises laboratoriais, uma parte dos camarões foram triturados e transformados 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 0,01g. 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:

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

(Equação 1)

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

(Equação 2)

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

(Equação 3)

#### *Encolhimento após a defumação*

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

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

(Equação 4)

#### *Capacidade de retenção de água*

A análise de capacidade de retenção de água foi realizada em triplicata com amostras de 5g de farinha dos camarões defumados, pré-homogeneizados, colocadas em papéis filtros, alojados em tubos tipo *Falcon* e centrifugados a 3500 RPM durante 10 minutos. Após este processo, as amostras foram retiradas cuidadosamente dos papéis, pesadas e a capacidade de retenção de água foi calculada segundo Oliveira Filho et al. (2017):

$$\% CRA = \frac{\text{Peso da amostra depois da centrifugação}}{\text{Peso da amostra antes da centrifugação}} \times 100$$

(Equação 5)

#### *Umidade*

A umidade foi realizada em triplicata para cada tratamento seguindo o método da AOAC (2012). Amostras de aproximadamente 30g de farinha de camarões pré-homogeneizadas foram colocadas em placas de petri 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:

$$\% Umidade = \frac{(\text{Peso da amostra úmida} - \text{Peso da amostra seca})}{\text{Peso da amostra úmida}} \times 100$$

(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 com 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 – “Comission Internationale de L’Eclairage”:  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (intensidade da cor vermelha a verde) e  $b^*$  (intensidade da cor amarela a azul).

### *Textura*

O perfil de textura instrumental (TPA) foi determinado utilizando um texturômetro (CT3 *Texture Analyser Brookfield*<sup>®</sup>) 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 a 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 25g de camarões defumados foram coletadas assepticamente, pesadas e diluídas em tampões específicos, de acordo com a Instrução Normativa 62 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (Brasil, 2003). Para contagem de bactérias aeróbias psicrotóficas, coliformes totais, coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) e *Staphylococcus* coagulase positiva, foram utilizados kits comerciais. Para análise de *Salmonella*, foi utilizado o kit Compact Dry SL<sup>®</sup>. Posteriormente a análise, foi verificada a adequação das amostras às exigências da legislação vigente no Brasil.

### *Análise estatística*

Os dados foram submetidos a ANOVA e caso tenha 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<sup>®</sup>.

## **3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### *Análise de rendimento*

Na análise de rendimento durante o processo de defumação líquida dos camarões cinza está demonstrado na Tabela ii. O tratamento C, onde foi aplicado a temperatura de 90°C durante 3h de processo de defumação dos camarões foi onde obteve-se um maior rendimento após a defumação. O resultado mostra que o tempo de exposição teve maior influência no rendimento que a temperatura. Calixto et al. (2019) encontraram valores de rendimento para bijupirá na defumação a quente de 64%. Em outro estudo, Gonçalves et



al. (2008) obtiveram rendimento médio de 18,13% para filés de jundiá submetidos a defumação líquida.

**Tabela ii.** Rendimento (em %) camarões cinza (*L. vannamei*) sem cefalotórax, após a salga e após a defumação submetidos a diferentes tempo e temperatura 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. Uma possível justificativa para o resultado do tratamento A ser maior está atrelado ao tempo de exposição a temperatura, 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*) defumadas valor médio de encolhimento de 5,00% de encolhimento após a defumação líquida. O valor encontrado pelos pesquisadores foram bem abaixo do presentes estudo, devido provavelmente pela variação dos produtos e ingredientes utilizados.

#### *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 apresentaram diferença significativa

sendo superiores 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 resultados 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 foram altos, mostrando a alta CRA da carne de pescado.

#### *Umidade*

A carne do camarão é composta por uma grande quantidade de água, em torno de 53 a 80%, no qual interfere na vida útil do produto e aceitação sensorial (FEITOSA et al, 2018; AKINTOLA, 2015). A 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 a umidade dos camarões do tratamento C ( $12,3 \pm 0,6$ ) (Tabela iii). Esta maior porcentagem de umidade dos camarões do tratamento C pode ter ocorrido pelo menor tempo de exposição à defumação. O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - Riispoa (Brasil, 2017) estabelece limite de umidade para camarões secos ou defumados de 35%. De acordo com o referido regulamento os camarões defumados por fumaça líquida estão com faixas de umidade dentro do limite permitido. 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 a 90°C. Lira et al (2013) relataram umidade de 40,32% no *Xiphopenaeus kroyeri* submetido a 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 a 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 o seu valor pode variar entre 0 a 1, com influência nas reações físico-químicas e microbiológicas dos alimentos (FEITOSA et al., 2018). A atividade de água dos camarões defumados do tratamento C ( $0,902 \pm 0,005$ ) foi maior que do tratamento B ( $0,857 \pm 0,006$ ) que foi maior que a atividade de água dos camarões do tratamento A ( $0,839 \pm 0,016$ ). 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 apresentando 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). Em estudo com filés de tilápias defumadas a quente ou a frio, os valores de atividade de água variaram entre 0,97 a 0,95, ou seja valores superiores ao observado no presente estudo (FRANCO et al., 2013).

**Tabela iii.** Resultados (média  $\pm$  desvio padrão) de porcentagem de encolhimento, capacidade de retenção de água, umidade, atividade de água de camarões cinza (*L. vannamei*) submetidos a diferentes tempo e temperatura durante a defumação líquida

Análises físico-químicas (%)	Tratamentos		
	A	B	C
Encolhimento	$25,5 \pm 5,7^a$	$12,7 \pm 5,7^b$	$13,2 \pm 5,9^b$
Capacidade de retenção de água	$96,4 \pm 0,5^a$	$95,8 \pm 0,6^a$	$94,7 \pm 0,3^b$
Umidade	$9,0 \pm 1,0^b$	$9,1 \pm 0,1^b$	$12,3 \pm 0,6^a$
Atividade de água (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 ( $p < 0,05$ ) ao teste de Tukey.

### Cor

A cor é um parâmetro que tem grande influência na aceitação do consumidor (FRANCO et al., 2010). Não foi observado diferença significativa nos parâmetros de cor  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (intensidade da cor vermelha a verde) e  $b^*$  (intensidade da cor amarela a azul) dos camarões entre os tratamentos (Tabela iv). No entanto, apesar dos camarões terem sido submetidos a diferentes temperaturas de defumação, estas 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  $\pm$  desvio padrão) de cor instrumental ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) de camarões cinza (*L. vannamei*) submetidos a diferentes tempo e temperatura durante a defumação líquida

CIELab <sup>3</sup>	Tratamentos <sup>1</sup>		
	A	B	C
$L^*$	42,6 $\pm$ 4,1 <sup>a</sup>	44,2 $\pm$ 2,6 <sup>a</sup>	45,5 $\pm$ 3,4 <sup>a</sup>
$a^*$	12,1 $\pm$ 5,4 <sup>a</sup>	12,9 $\pm$ 3,7 <sup>a</sup>	15,0 $\pm$ 4,3 <sup>a</sup>
$b^*$	31,1 $\pm$ 8,9 <sup>a</sup>	30,6 $\pm$ 5,7 <sup>a</sup>	34,5 $\pm$ 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 ( $p < 0,05$ ) ao teste de Tukey.

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

### *Textura*

Segundo Martinez-Alvarez et al. (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 et al, 2003; NIAMMUY et al, 2012). Os valores para a 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 deste tratamento obteve uma carne mais macia. Neste 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), dureza em defumação líquida de linguças de *Sciades herzbergii*. No entanto, a variação dos parâmetros de tempo e temperatura no processo de defumação não interferiram

significativamente nos demais quesitos avaliados de textura, como coesividade e elasticidade.

**Tabela v.** Resultados (média  $\pm$  desvio padrão) de textura instrumental (dureza, coesividade, elasticidade) de camarões cinza (*L. vannamei*) submetidos a diferentes tempo e temperatura durante a defumação líquida

	Tratamentos		
	A	B	C
Dureza (g)	6.929,17 $\pm$ 1.572,37 <sup>a</sup>	5.406,83 $\pm$ 1.712,07 <sup>a</sup>	3053,83 $\pm$ 1.222,19 <sup>b</sup>
Coesividade	0,643 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	0,610 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,608 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>
Elasticidade (mm)	4,333 $\pm$ 0,266 <sup>a</sup>	4,150 $\pm$ 0,243 <sup>a</sup>	4,017 $\pm$ 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 ( $p < 0,05$ ) ao 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, confirmando a qualidade microbiológica de conservação do produto. Os valores para as análises de *E. coli*, *S. coagulase* e aeróbios psicotrópicos encontrados foram ( $< 2$  UFC/g) e para a *Salmonella* foi ausente. Lira et al. (2013) também encontraram valores dentro do exigido pela legislação brasileira, para as análises microbiológicas em camarões espigão defumados pelo método tradicional. Calixto et al. (2019) observaram uma ótima conservação do bijupirá submetido a defumação tradicional, sendo os valores de *Staphylococcus aureus* (0,6 UFC/g), *Escherichia coli* e *Salmonella* (ausente) estando seus testes microbiológicos dentro da legislação vigente.

**Tabela vi.** Resultados de avaliação microbiológica de camarões cinza (*L. vannamei*) submetidos a diferentes tempo e temperatura durante a defumação líquida

Microbiologia	Tratamentos		
	A	B	C
<i>Escherichia coli</i> (log UFC/g)	$< 2$	$< 2$	$< 2$

<i>Salmonella sp</i> (25g)	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Staphylococcus coagulase positiva</i> (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.

## 4 – CONCLUSÃO

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

## 5 – REFERÊNCIAS

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 (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>.

ANVISA. Instrução Normativa N° 60, De 23 De Dezembro De 2019. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>.

AOAC. Official methods of analysis: Association of official analytical chemists. *Aoac International*, 2009.

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 (*Sciades 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>.

Brasil. 2017. Decreto No 9.013, de 29 de marco de 2017. Regulamenta a Lei No 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei n° 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem

sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. *Diario Oficial Uniao*, 2017.

Brasil. 2019. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Resolução RDC nº331, de 23 de dezembro de 2019.

Brasil. (2003). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. *Diario Oficial da União*. Brasília.

Calixto, F.A.A. G.E.A. Dias<sup>1</sup>, K.R.P. Schmalz<sup>2</sup>, L.E. Silva<sup>3</sup>, S. Kajishima<sup>3</sup>, R.M. Franco<sup>3</sup>, J.T.P. Latini<sup>4</sup>, E.F.M. Mesquita<sup>3</sup>. Efeito do processamento de defumação na qualidade de bijupirá (*Rachycentron canadum*): atributos bacteriológicos, químicos e sensoriais. *Arq. Br. de Med. Vet. e Zoo.* v. 71, n. 02, 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*) fillets. *J. Aqua. Food Prod. Tech.*, v. 21, n. 5, p. 445-454, 2012. <https://doi.org/10.1080/10498850.2011.608918>.

Cianci, M., Rizkallah, P.J., Olczak, A, Raftery, J., Chayen, N.E, Zagalsky, P.F., Helliwell, J.R. The molecular basis of the coloration mechanism in lobster shell: beta-crustacyanin at 3.2-Å resolution. *Proc Natl Acad Sci USA.* v. 99, n. 15, p. 9795-800, 2002. <https://doi.org/10.1073/pnas.152088999>.

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

Feitosa, B.Ê.S., Cunha F.T., Félix J.P.S., Aguiar F.S., Fonseca-Junior, É.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 matrinxá 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 fillets 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. Enga. 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 flavouring as an alternative to traditional flue gas smoking of Rainbow Trout fillets (*Oncorhynchus mykiss*). *LWT – Food Sci. Tech.*, v. 34, n. 08, 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, p. 176p., 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. de 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. 02, 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 deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) treated with diferente 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. 01, p. 110-116, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.013>.

Oliveira- Filho, P.R.C., Reis, P.V.M., Araujo, 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, 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., Vasconcelo, 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.02, 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 tilapia (*Oreochromis niloticus*) utilizando diferentes concentracoes 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>.