



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
CEARÁ *CAMPUS* LIMOEIRO DO NORTE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

EDLA RAYANE DE OLIVEIRA LEMOS

**EXPLORANDO O POTENCIAL NUTRICIONAL DE BISCOITOS
ENRIQUECIDOS COM FARINHA DE RESÍDUOS DE CAMARÃO:
UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL PARA A ALIMENTAÇÃO**

LIMOEIRO DO NORTE

2025

EDLA RAYANE DE OLIVEIRA LEMOS

EXPLORANDO O POTENCIAL NUTRICIONAL DE BISCOITOS
ENRIQUECIDOS COM FARINHA DE RESÍDUOS DE CAMARÃO:
UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL PARA A ALIMENTAÇÃO

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus* Limoeiro do Norte, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre. Área de concentração: Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. José William Alves da Silva.

Coorientadora: Profa. Dra. Marlene Nunes Damaceno.

LIMOEIRO DO NORTE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L555e Lemos, Edla Rayane de Oliveira.
Explorando o potencial nutricional de biscoitos enriquecidos com farinha de resíduos de camarão: Uma abordagem sustentável para a alimentação / Edla Rayane de Oliveira Lemos. - 2025.
73 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campus Limoeiro do Norte, 2025.
Orientação: Prof. Dr. José William Alves da Silva.
Coorientação: Profa. Dra. Marlene Nunes Damaceno.
1. Alimento. 2. Camarão. 3. Nutrição. 4. Subproduto. 5. Upcycling. I. Título.

CDD 664



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Rua Estevão Remígio de Freitas, 1145 - Bairro Centro - CEP 62930-000 - Limoeiro do Norte - CE - www.ifce.edu.br

ANEXO

EDLA RAYANE DE OLIVEIRA LEMOS

EXPLORANDO O POTENCIAL NUTRICIONAL DE BISCOITOS ENRIQUECIDOS COM FARINHA DE RESÍDUOS DE CAMARÃO: UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL PARA A ALIMENTAÇÃO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: 28/05/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José William Alves da Silva (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - (IFCE)
Campus Aracati

Profa. Dra. Renata Chastinet Braga (Membra Interna Titular)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - (IFCE)
Campus Limoeiro do Norte

Profa. Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos (Membra Externa Titular)
Faculdade de Tecnologia Centec (Fatec) Sertão Central
Campus Quixeramobim



Documento assinado eletronicamente por **Jose William Alves da Silva, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 02/06/2025, às 15:06, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renata Chastinet Braga, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 06/06/2025, às 15:28, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sandra Maria Lopes dos Santos, Usuário Externo**, em 10/06/2025, às 12:34, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **7479866** e o código CRC **EC6275D3**.

Minha profunda admiração aos que
contribuíram para a realização desse
trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o meu criador e amor da minha vida, que me teve em seus braços dando os melhores cuidados que uma filha poderia ter, sou grata por nunca ter sido invisível para mim, e ter se demonstrado fiel das maneiras mais lindas que eu poderia experimentar.

Ao meu marido, Pedro Júnior, pelo amor, cuidado e dedicação durante todos esses anos, sou grata pelo encorajamento, por ser o meu socorro nos momentos difíceis que enfrentei, muito obrigada por ser o melhor companheiro e por ter estado comigo em cada etapa da pesquisa.

Ao meu filho, Pedro Neto, o melhor e maior presente que recebi na vida, e que mesmo tão pequeno foi o maior motivo para eu continuar firme nesta caminhada dos estudos.

Aos meus pais, James e Ozanilda, por serem os meus incentivadores, investidores na minha educação, e as peças fundamentais para que eu tivesse instrução e caráter, quero aqui expressar gratidão por tudo que fizeram e fazem por minha vida.

Aos meus irmãos James Filho e Felipe, pelo apoio incondicional. Também sou imensamente grata a minha família Jeisa, Almar, Rayssa, Jerliane, Chiquinho, Mayreane, Júlia, Pedro, Aline, que me deram o suporte necessário.

Ao meu orientador e a minha coorientadora, Prof. Dr. William e Profa. Dra. Marlene, agradeço por sempre terem me dado apoio e palavras de incentivo, e por ensinarem muitos preceitos além da sala de aula. Sou grata também às membras da banca, Profa. Dra. Renata e Profa. Dra. Sandra, que fizeram maravilhosas contribuições para aperfeiçoar este trabalho.

Expresso também minha gratidão aos professores, técnicos, bolsistas e amigos, Profa. Germana, Kélbia, Klebson, Isadora, Kennedy e Esiana, que me auxiliaram no desenvolvimento da pesquisa, e a todos os meus professores e colegas de turma, obrigada pela honra de ter passado esse tempo com vocês.

Agradeço a CAPES que financiou a pesquisa, e ao Instituto Federal do Ceará, por ter aberto as portas do conhecimento e de oportunidades para a minha carreira pessoal e profissional, e ter me proporcionado formação e aprendizado durante os anos de graduação, especialização, e agora do mestrado!

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para que este trabalho fosse realizado, externo minha gratidão.

“Confie no Senhor de todo o coração e não se apoie na sua própria inteligência. Lembre-se de Deus em tudo o que fizer, e ele lhe mostrará o caminho certo.”
(PROVÉRBIOS, 3:5)

RESUMO

O estado do Ceará é o líder nacional em produção de camarão *Penaeus vannamei* e fez prosperar o cenário do homem do campo, colaborando na questão social com geração de emprego e na parte econômica com aumento na renda. Contudo, para cumprir o tripé da sustentabilidade, deve-se observar a situação ambiental, pois o descarte dos resíduos para a comercialização do produto, promove impacto ambiental negativo. Com isso, objetivou-se analisar os diferentes processos de secagem dos resíduos de camarão, para que a partir do método que preservasse o maior teor de proteína e lipídio, simultaneamente, fosse elaborado e caracterizado nutricionalmente uma farinha, e que, posteriormente, fosse incorporada em biscoitos de diferentes formulações e fossem realizadas as análises bromatológicas e de minerais. O método de maior eficiência foi em estufa a 60 °C por 24 horas, e a partir dele, a farinha foi produzida, e obteve-se composição centesimal, em g/100 g com 52,7 de proteínas, 9,19 de lipídios, 5,62 de umidade, 18,10 de cinzas e 14,4 de carboidratos, além da presença de macro e microminerais e de ácidos graxos benéficos. Assim, fez-se o enriquecimento de biscoitos com 20, 30 e 40 %, e este demonstrou melhor conteúdo proteico, lipídico, minerais e menor umidade. Conclui-se que os subprodutos do camarão, ao serem desidratados e transformados em farinha, possuem ingredientes de alto valor nutricional. Através desse *upcycling*, a partir do reaproveitamento de materiais que seriam descartados, mas que foram transformados em produtos com valor agregado, há a contribuição para a sustentabilidade e para o desenvolvimento de novos alimentos.

Palavras-chave: Alimento; Nutrição; Subproduto; *Upcycling*.

ABSTRACT

The state of Ceará is the national leader in the production of *Penaeus vannamei* shrimp, and has made the rural population prosper, contributing to social issues by generating jobs and to the economic side by increasing income. However, in order to fulfill the three pillars of sustainability, the environmental situation must be taken into account, since the disposal of waste for the commercialization of the product has a negative environmental impact. Therefore, the objective was to analyze the different drying processes of shrimp waste, so that, based on the method that preserved the highest protein and lipid content, a flour could be prepared and nutritionally characterized, which could later be incorporated into cookies of different formulations and the bromatological and mineral analyses could be performed. The most efficient method was in an oven at 60 °C for 24 hours, and from this, the flour was produced, and a centesimal composition was obtained, in g/100 g, with 52.7 of proteins, 9.19 of lipids, 5.62 of moisture, 18.10 of ash and 14.4 of carbohydrates, in addition to the presence of macro and micro minerals and beneficial fatty acids. Thus, the biscuits were enriched with 20, 30 and 40 %, and this demonstrated better protein, lipid and mineral content, and lower moisture. It is concluded that shrimp by-products, when dehydrated and transformed into flour, have ingredients of high nutritional value. Through this upcycling, which is the reuse of materials that would otherwise be discarded, but which are transformed into products with added value, there is a contribution to sustainability and to the development of new foods.

Keywords: Cookie; Shrimp; Flour; Nutrition; Upcycling.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 2.1 - Farinhas dos resíduos de camarão submetidos aos diferentes tratamentos de desidratação: Forno (T1) e Micro-ondas (T2) (A), Estufa a 60 °C em 24 h (T3) (B), 48 h (T4) (C) e 72 h (T5) (D).....	30
Figura 2.2 – Análise de umidade.....	30
Figura 2.3 – Análise de proteínas.....	31
Figura 2.4 – Análise de lipídios.....	31
Figura 2.5 – Análise de cinzas.....	32

Capítulo 3

Figura 3.1 – Camarão inteiro (A); Resíduos (cabeça e casca) obtidos após o descasque (B); Cozimento (C); Imersão em solução clorada (D).....	45
Figura 3.2 – Etapas do processo de desidratação: Resíduos dispostos em bandejas (A); Estufa a 60 °C (B); resíduos após 24 horas em estufa (C).....	46
Figura 3.3 – Etapas do processo de elaboração da farinha: Trituração dos resíduos (A); Farinha dos resíduos de camarão (B, C); Farinha embalada (D).....	46
Figura 3.4 – Cromatograma de ácidos graxos da farinha.....	52
Figura 3.5 – Fluxograma da caracterização dos lipídios.....	53

Capítulo 4

Figura 4.1 – Mistura de ingredientes (A); Massa homogênea (B); Massas de 20, 30 e 40% de FRC (C); Biscoitos enriquecidos com 20, 30 e 40% de FRC (D).....	64
Figura 4.2 – Farinha dos biscoitos de FRC.....	64

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 2.1 – Teste de Normalidade (<i>Shapiro-Wilk</i>) das amostras de farinha.....	33
Tabela 2.2 – Teste da Homogeneidade das variâncias (<i>Levene</i>) das amostras de farinha.....	33
Tabela 2.3 – Análise de Variância das amostras de farinha.....	34
Tabela 2.4 – Média e Desvio-Padrão da composição centesimal das amostras de farinha.....	33
Quadro 2.1 – Comparação de resultados encontrados no presente estudo e na literatura..	37

Capítulo 3

Tabela 3.1 – Peso dos produtos e rendimento da Farinha de Resíduos de Camarão (FRC).....	48
Tabela 3.2 – Média e Desvio-Padrão da Farinha de Resíduos de Camarão (FRC).....	49
Quadro 3.1 – Comparativo entre valores de minerais da FRC e o recomendado pela Anvisa, e de potássio (K) pelo <i>Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine</i>	51
Tabela 3.3 – Ácidos graxos e suas concentrações presentes na farinha.....	52
Quadro 3.2 – Valores de farinha (FRC) e o perfil sugerido de ingestão semanal de ácidos graxos.....	53
Tabela 3.4 – Grupos de gorduras e concentrações presentes na farinha.....	54

Capítulo 4

Tabela 4.1 – Formulação de biscoitos com 3 formulações em 100g de massa.....	63
Tabela 4.2 – Teste de Normalidade (<i>Shapiro-Wilk</i>) das amostras.....	66
Tabela 4.3 – Teste da Homogeneidade das variâncias (<i>Levene</i>) das amostras.....	66
Tabela 4.4 – Análise de Variância (ANOVA) das amostras.....	66
Tabela 4.5 – Média e Desvio-Padrão das amostras.....	67
Quadro 4.1 – Comparação de resultados encontrados no presente estudo com a literatura.....	68
Quadro 4.2 – Comparativo entre valores de minerais em biscoitos e o recomendado pela Anvisa, e de potássio (K) pelo <i>Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine</i>	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA – Análise de Variância

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CB – Carboidratos

CZ – Cinzas

DHA - Ácido docosa-hexaenoico

EPA - Ácido eicosapentaenoico

ICP-OES – Espectrômetro de emissão atômica com plasma de argônio indutivamente acoplado

FID – Detector de ionização de chama

FRC – Farinha de Resíduos de Camarão

LT – Lipídios Totais

PB – Proteína Bruta

Pf – Peso final

Pi – Peso inicial

Rd – Rendimento

U – Umidade

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

APRESENTAÇÃO GERAL.....	16
1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 Produção de Camarão	18
3.2 Beneficiamento de Camarão	19
3.3 Impactos Negativos e Formas de Mitigação.....	20
3.4 Alternativa para a Formulação de Alimentos.....	20
3.5 Produção de Alimento.....	21
3.6 Análises Laboratoriais.....	22
REFERÊNCIAS.....	22

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE SECAGEM DOS RESÍDUOS DE CAMARÃO PARA A PRODUÇÃO DE FARINHA.....	26
RESUMO.....	27
ABSTRACT	28
1 INTRODUÇÃO	29
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
2.1 Matéria-prima.....	30
2.2 Métodos de Desidratação.....	30
2.3 Elaboração das Farinhas.....	31
2.4 Análise Laboratorial.....	31
2.5 Análise Estatística.....	33
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
3.1 Análise Laboratorial.....	34
3.2 Comparativo dos métodos empregados com a literatura.....	38
4 CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS.....	39

CAPÍTULO 3

FARINHA DOS RESÍDUOS DE CAMARÃO: MITIGAR PROBLEMAS E CRIAR SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA ALIMENTOS.....42

RESUMO.....43

ABSTRACT 44

1 INTRODUÇÃO 45

2 MATERIAL E MÉTODOS.....45

2.1 Matéria-prima.....46

2.2 Métodos de Desidratação.....46

2.3 Elaboração da Farinha.....47

2.4 Rendimento 47

2.5 Análise Laboratorial.....48

2.5.1 Análise de Composição Centesimal.....48

2.5.2 Análise de Minerais.....48

2.5.3 Análise de Ácidos Graxos.....49

2.6 Análise Estatística.....49

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....49

3.1 Rendimento 49

3.2 Composição centesimal.....50

3.3 Minerais.....51

3.4 Ácidos graxos.....52

4 CONCLUSÃO.....56

REFERÊNCIAS.....56

CAPÍTULO 4

CARACTERIZAÇÃO DOS BISCOITOS: PERSPECTIVAS NUTRICIONAIS...60

RESUMO.....62

ABSTRACT 62

1 INTRODUÇÃO 63

2 MATERIAL E MÉTODOS.....64

2.1 Elaboração do biscoito.....64

2.2 Análise Laboratorial.....65

2.2.1 Análise de Composição Centesimal.....65

2.2.2 Análise de Minerais.....66

2.3	Análise Estatística.....	66
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
3.1	Composição centesimal.....	66
3.2	Minerais.....	70
4	CONCLUSÃO.....	71
	REFERÊNCIAS.....	72

Capítulo 1

APRESENTAÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o anuário *SeaFood* (2022), a criação de camarão transformou a realidade do semiárido nordestino, em especial, no estado do Ceará, que atualmente é líder nacional na produção do camarão marinho *Penaeus vannamei*. Segundo dados do IBGE (2023), o Brasil foi responsável pela produção de 127.466.349 kg do crustáceo no ano de 2023. Contudo, a atividade pode ser causadora de impacto ambiental negativo, devido às questões de pós-produção.

Suparmi et al. (2020) determinaram que o material residual pode variar e chegar até 75% do peso inteiro do camarão, e Monte et al. (2021) apontaram que a destinação dos resíduos é um entrave para as beneficiadoras de camarão, pois o descabeçamento e o descasque geram elevado material residual, que muitas vezes é lançado de forma ambientalmente incorreta. A partir disso, os autores avaliaram o teor de proteínas presente nos resíduos para indicação de uso em produtos com valorização nutricional.

Gomes et al. (2020) também corroboram que, a farinha de camarão possui proteínas de excelente qualidade e de alto valor nutricional, além de ser fonte de micronutrientes, minerais e de compostos bioativos. Deng et al. (2020) realizaram estudo com o objetivo de dirimir o desperdício de resíduos de camarão por meio de processo de recuperação de proteínas, minerais e carotenoides, que podem ser aplicados na alimentação humana, como agentes anti-inflamatórios e antioxidantes.

Por meio do aproveitamento, há agregação de valor do subproduto, devendo, sobretudo, seguir os parâmetros da legislação brasileira para a produção de alimentos por meio de análises. (Emiliano; Miranda; Cerqueira, 2017). Outrossim, as análises em laboratório são fundamentais para se ter o conhecimento da composição nutricional presente no alimento, para se validar o sucesso da utilização de resíduos do camarão como matéria-prima para alimentos alternativos (Gonçalves; Dos Santos, 2019).

Esse estudo está apresentado em capítulos que compreendem a apresentação geral da pesquisa (Capítulo 1), os diferentes métodos de secagem dos resíduos de camarão para a produção de farinha (Capítulo 2), a aplicação da melhor metodologia de desidratação dos resíduos de camarão para elaboração e caracterização nutricional dessa farinha (Capítulo 3), e a elaboração e caracterização físico-química e de minerais dos biscoitos enriquecidos com essa farinha (Capítulo 4).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os diferentes processos de secagem dos resíduos de camarão, para obtenção de farinha e elaboração de biscoitos por meio do reaproveitamento.

2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar farinha de resíduos do camarão em forno (T1), em micro-ondas (T2) e tratamentos em estufa com circulação de ar forçada (T3, T4 e T5), respectivamente;
- Realizar a análise de composição centesimal das farinhas e determinar o tratamento, que apresente em conjunto o maior valor de proteínas e de lipídios;
- Realizar a metodologia de obtenção da farinha de maior eficiência para que possa ser feita a produção em maior quantidade e posterior formulação dos biscoitos;
- Fazer o cálculo do rendimento da farinha e caracterizá-la por meio das análises físico-química, de minerais e cromatográfica para se determinar o perfil de ácidos graxos presentes;
- Elaborar e caracterizar as formulações de biscoitos por meio de análise bromatológica e de componentes minerais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Produção de Camarão

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2024), a produção de espécies da aquicultura é reconhecida pela sua contribuição nutricional de segurança alimentar e está sendo marcada por exponencial crescimento. Em todo o mundo, o setor produtivo de crustáceos é destaque na aquicultura ao oferecer alimentos ricos em proteínas. O grupo dos crustáceos inclui organismos como o camarão, que ganha espaço na culinária e é apreciado globalmente (Gulzar et al., 2020). No ano de 2022, a produção mundial de camarão *Penaeus vannamei* foi responsável por 6,8 milhões de toneladas (FAO, 2024).

O camarão e os seus subprodutos são amplamente consumidos e a demanda tem aumentado anualmente por causa do valor nutricional desses alimentos (Nirmal et al., 2020). No Brasil, a atividade de carcinicultura é um dos segmentos mais organizados da indústria do pescado e tem garantido sucesso devido ao ordenamento da cadeia produtiva e à sua trajetória tecnológica, ocasionando assim o desenvolvimento em grande escala (Tahim; Damaceno; Araújo, 2019).

A carcinicultura brasileira aumenta a sua produção e ocupa destaque no mercado internacional com a exportação de seus produtos, de acordo com dados do IBGE (2023), o Brasil foi responsável pela produção de mais de 127 mil toneladas no ano de 2023. Conforme Silva et al. (2021) a região Nordeste representa 99,4% da produção nacional do camarão da espécie *P. vannamei*, denominado de camarão cinza. Esse camarão é uma das espécies mais cultivadas no mundo e de excelente adaptação na região citada, sendo caracterizado pelo seu elevado teor nutricional e econômico (Santos, 2021).

3.2 Beneficiamento de Camarão

Ketnawa et al. (2016) afirmam que a procura pelo mercado consumidor acelerou o processo de produção global de camarão. Na cadeia produtiva, com o beneficiamento, que é a transformação da matéria prima em produto aceitável pelo consumidor, ocorrem as etapas de limpeza, sanitização, seleção, descabeçamento e descascamento, para a retirada do filé do camarão, para ser encaminhado às etapas de pesagem, embalagem, armazenamento, e por fim ser destinado ao comércio, nesse processo, acontece a geração de resíduos, como o cefalotórax, exoesqueleto e casca (Monte et al., 2021).

Esses resíduos possuem elevada concentração de matéria orgânica, que ao invés de serem descartados no meio ambiente, poderiam ser aproveitados de alguma forma. De acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC, 2022) é fundamental que haja a continuidade do crescimento da indústria de processamento de camarão e, por isso, exige o comprometimento de todos os setores, buscando alternativas viáveis e ambientalmente sustentáveis para solucionar essa problemática.

A indústria de beneficiamento de camarão é responsável por grandes perdas de subprodutos, devido ao descarte de resíduos gerados (Bessa-Júnior; Gonçalves, 2013). Gomes et al. (2020) apontam que o desperdício é um dos desafios enfrentados pelas plantas processadoras de camarão. Desse modo, é necessário o comprometimento das

indústrias com a sustentabilidade em relação ao manejo e à destinação adequada desses resíduos, com a finalidade de mitigar os impactos no meio ambiente (Embrapa, 2011).

3.3 Impactos Negativos e Formas de Mitigação

O resíduo da indústria pesqueira é uma problemática de ordem econômica, social e ambiental, desse modo, o uso desses subprodutos de camarão poderia evitar o desperdício e reduzir a poluição ao ser utilizado como matéria-prima de alimentos (Fernandes, 2009). Nirmal et al. (2020) destacam que grandes quantidades desse subproduto estão sendo desperdiçadas, resultando na perda de componentes bioativos e aumento da poluição ambiental, logo, é um impasse a ser vencido pela indústria.

Em 2017, a planta de beneficiamento de camarão no Brasil foi responsável por 78 mil toneladas de resíduos de camarão (cabeça e exoesqueleto) ao mês, sendo 936 mil toneladas por ano, que são indevidamente depositados em aterros, ratificando assim o forte impacto ambiental (Gonçalves; Dos Santos, 2019).

Oliveira (2022) afirma que o cefalotórax e o exoesqueleto representam, em média, 40% do peso total do camarão. Os resíduos possuem quantidade relevante de proteínas, avaliados em 16,8% de proteína bruta e têm potencial para serem aproveitados na alimentação humana (Gomes et al., 2020). Freitas (2007) pontua a importância de transformar o resíduo em fonte alternativa de matéria-prima para alimentos, sendo também uma excelente oportunidade de promover a sustentabilidade e a geração de lucro.

Logo, a utilização de resíduos da carcinicultura para a elaboração de produtos alimentícios está alinhada com o conceito de desenvolvimento sustentável, além de proporcionar a geração de renda (Oliveira, 2022). Damasceno, Andrade e Stamford, (2009) afirmam que uma das urgências do setor carcinícola brasileiro é incrementar valor no beneficiamento do camarão. Por essa razão, busca-se alternativas para a criação de novos produtos e o aproveitamento desses resíduos, para que se possa reduzir o impacto ambiental negativo ocasionado.

3.4 Aproveitamento do Resíduo na Elaboração de Farinha

O camarão é um alimento rico em proteínas e que traz inúmeros benefícios ao organismo, contudo nem todas as suas partes são aproveitáveis para o consumo direto

(Eliza et al., 2022). Uma alternativa viável para resolução das problemáticas elencadas é a fabricação de farinha de camarão, que é uma fonte de proteínas e outros componentes de alta qualidade nutricional (Monte et al., 2021).

De acordo com Gonçalves e Dos Santos (2019) pode ser produzido alimentos a partir da farinha de resíduos, representando elevada viabilidade alimentar. Ao realizar estudos da composição centesimal da farinha dos resíduos de camarão foram encontradas 14,75 g/100 g de proteína, representando assim elevado potencial para incorporação e elaboração de alimentos (Fernandes, 2009).

A Embrapa (2011) desenvolveu uma metodologia para a elaboração de farinha a partir das partes não aproveitáveis do camarão por meio de desidratação, e encontraram o valor de 51,57% de proteína bruta, o que representa excelente valor nutricional. Assim, os resíduos da filetagem podem ser aproveitados na produção de alimentos nutritivos (Oliveira, 2022). As farinhas provenientes dos resíduos de pescado podem agregar valor comercial a produtos e serem fontes de matéria-prima para enriquecer nutricionalmente os alimentos (Coradini et al., 2021). Portanto, é crucial realizar estudos desses resíduos do beneficiamento de camarão cultivado, a fim de os tornarem insumos na elaboração de produtos alimentícios.

3.5 Desenvolvimento de Novos Produtos

O desenvolvimento de novos produtos a partir desses resíduos pode gerar impactos positivos na cadeia produtiva do camarão, além de contribuir para a mitigação de impactos ambientais e para a diversificação da oferta de alimentos no mercado. De acordo com Silva et al. (2021), os resíduos de camarão provenientes da indústria de beneficiamento podem ser usados para elaborar produtos com teor de proteínas, lipídios, e pigmentos carotenoides, como a astaxantina, compostos funcionais que proporcionam valor agregado, e ajudariam a reduzir o impacto no meio ambiente.

Gómez-Guillén et al. (2018) relatam a importância da pesquisa de novas alternativas alimentícias a partir de resíduos de cefalotórax de camarão, visto que os consumidores estão mais interessados em alimentos com menos aditivos e que possuam ingredientes naturais com potenciais funcionalidades. Assim, o alimento funcional pode ser descrito como aquele que, além de conter em sua composição os nutrientes básicos,

como carboidratos, proteínas e minerais, possui um nutriente ou ingrediente específico que promove bem-estar e saúde (Cañas; Braibante, 2019).

Além disso, a demanda por alimentos saudáveis e funcionais tem aumentado, o que pode ser uma oportunidade para o desenvolvimento de novos produtos a partir dos resíduos da indústria do camarão. Gomes et al. (2020) estudaram o efeito de farinha dos resíduos de camarão no incremento de macarrão, tendo boa aceitação sensorial. Freitas (2007) aponta que estudos com flavorizantes à base de farinha dos resíduos de camarão têm grande relevância no âmbito internacional.

Nascimento et al. (2023) ratificaram em sua pesquisa que a farinha elaborada dos resíduos de camarão pode servir de ingrediente relevante ao conferir valor agregado a outros produtos, de forma saborizante ou de empanamento. Oliveira (2022) também utilizou a farinha como ingrediente na formulação de biscoito. Desse modo, é importante buscar por soluções viáveis para o aproveitamento desses subprodutos, que além de reduzir significativamente os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado desses resíduos, vão propiciar alimentos alternativos nutricionais.

3.6 Análises Laboratoriais

Gonçalves e Dos Santos (2019) relatam a necessidade de se realizar análises físico-químicas do produto elaborado com resíduos de camarão, para se ter o conhecimento dos teores nutricionais. Além disso, a carcinicultura é uma das mais importante do setor aquícola para a economia brasileira sendo fundamental a adoção de boas práticas de manejo e biossegurança dos produtos (Tahim; Damaceno; Araújo, 2019).

Rossi, Grosso e Delerue-Matos (2024) enfatizam a importância de se estudar métodos e técnicas de extração de compostos valiosos dos resíduos do camarão, como aminoácidos, ácidos graxos, carotenoides, polissacarídeos, dentre outros nutrientes. Esse material, quando recuperado, pode ser aplicado também na indústria alimentícia, a fim de se valorizar as propriedades benéficas presentes nos resíduos, além de fornecer uma rota sustentável de aproveitamento.

REFERÊNCIAS

ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Revista**. 2022. Disponível em: <<https://www.revistafeedfood.com.br/pub/curuca/#page/85>>.

BESSA-JUNIOR, A. P.; GONÇALVES, A. A. Análises econômica e produtiva da quitosana extraída do exoesqueleto de camarão. **Acta Of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 1, n. 1, p. 13-28, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2312/Actafish.2013.1.1.13-28>.

CAÑAS, Gustavo JS; BRAIBANTE, Mara EF. A química dos alimentos funcionais. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 3, p. 216-223. São Paulo-SP. 2019.
CORADINI, M. F.; OLIVEIRA, G. G.; CORRÊA, S. S.; SBARAINI, S. C.;

NOGUEIRA, C. C. A.; MATIUCCI, M. A.; SIEMER, S.; SANTOS, S. M. dos; FEIHRMANN, A. C.; GOES, E. S. dos R.; SOUZA, M. L. R. de. Preparation of Amazon Shrimp (*Macrobrachium amazonicum*) flours and their applications in instant soup. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 12, p. e416101220219, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20219>.

DAMASCENO, K. S. F. da S. C.; ANDRADE, S. A. C.; STAMFORD, T. L. M. Aproveitamento do resíduo de camarão. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. ISSN:19839774, v. 27, n. 2, p. 213-224. Curitiba/PR. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v27i2.22031>.

DENG, J. J.; MAO, H. H.; FANG, W.; LI, Z. Q.; SHI, D.; LI, Z. W.; ZHOU, T.; LUO, X. C. Enzymatic conversion and recovery of protein, chitin, and astaxanthin from shrimp shell waste. **Journal of Cleaner Production**, Volume 271, 122655, ISSN 0959-6526. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122655>.

ELIZA, E.; ANDRELISKA, T.; AJI, M.; WAHYUNI, H. S. Effect of Additional Shrimp Shell Flour on Characteristics and Acceptance of Cookies. **Journal of Applied Food and Nutrition**, v. 3, n. 1. 2022. DOI: <https://doi.org/10.17509/jafn.v3i1.47011>.

EMBRAPA. VIEIRA, S. G. A.; FOGAÇA, F. H. dos S.; FERREIRA, I. A.; RODRIGUES, A. A. D; GOMES, T. N. Técnicas para elaboração da farinha de cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*). **Circular Técnica**. Teresina-PI: EMBRAPA. 2011.

EMILIANO, P. H. W.; MIRANDA, P. R. B.; CERQUEIRA, N. T. do V. Preparação e Caracterização Físico-Química da Farinha Obtida do Resíduo de Camarão Beneficiado na Balança de Jaraguá em Maceió-Al. **69ª Reunião Anual da SBPC**. UFMG - Belo Horizonte/MG. 2017. Disponível em: http://www.sbpcnet.org.br/livro/69ra/resumos/resumos/2073_1a806e0878cee024cbba3644b39f5fd70.pdf.

FAO. 2024. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action. Rome. **FAO**. 2024. DOI: <https://doi.org/10.4060/cd0683en>.

FERNANDES, T. M. Aproveitamento dos subprodutos da indústria de beneficiamento do camarão na produção de farinha. 2009. 84f. **Dissertação** (Mestrado). Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). João Pessoa-PB. 2009.

FREITAS, S. T. Otimização do método de extração do flavor a partir de resíduos de camarão. 2007. 30p. **Monografia** (Graduação em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE, 2007.

GOMES, J. L. S.; DIAS, J. A. R.; RAMOS, A. da S.; BARROS, F. A. L.; CUNHA, F. dos S.; CORDEIRO, C. A. M. Elaboração de macarrão enriquecido com farinha de resíduos do camarão gigante da Malásia. **Agrarian**, ISSN: 1984-2538, v. 13, n. 48, p. 273-279, 2020. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i48.8953>.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; MONTERO, P.; LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; BACCAN, G. C.; GÓMEZ-ESTACA, J. Bioactive and technological functionality of a lipid extract from shrimp (*L. vannamei*) cephalothorax. **LWT**, ISSN 0023-6438, v. 89, p. 704-711, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.052>.

GONÇALVES, A. A.; DOS SANTOS, J. Shrimp processing residue as an alternative ingredient for new product development. **Int J Food Sci Technol**, 54: 2736-2744. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14184>.

GULZAR, S.; RAJU, N.; NAGARAJARAO, R. C.; BENJAKUL, S. Oil and pigments from shrimp processing by-products: Extraction, composition, bioactivities and its application-A review. **Trends in Food Science & Technology**, 100, 307-319. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.005>.

IBGE. Aquicultura, Camarão, Quantidade produzida. **Pesquisa**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>

KETNAWA, S.; MARTÍNEZ-ALVAREZ, O.; GÓMEZ-ESTACA, J.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. del C.; BENJAKUL, S.; RAWDKUEN, S.. Obtaining of functional components from cooked shrimp (*Penaeus vannamei*) by enzymatic hydrolysis. **Food Bioscience**, ISSN 2212-4292, v. 15, p. 55-63, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2016.05.005>.

MONTE, A. M.; BARBOSA, A. R. de; SILVA, A. K. M. da; MURATORI, M. C. S. Resíduo de Camarão para Produção de Proteases de Interesse Biotecnológico. **Revista Interação Interdisciplinar** (ISSN: 2526-9550), v. 4, n. 2, p. 52-64, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.unifimes.edu.br:443/index.php/interacao/article/view/936>.

NASCIMENTO, C. S. B.; SANTOS, D. S.; BATISTA, D. V. V.; PEREIRA-JUNIOR, J. A.; PINHEIRO, A. S. A.; LUTZ, I. A. F.; CORDEIRO, C. A. M. Ciência e Tecnologia do Pescado: Tópicos atuais em pesquisa. Utilização de Farinha de Resíduo do Camarão (*Penaeus Schmitti*) no Desenvolvimento de um Novo Produto. Editora Científica Digital. (pp. 81-91). (Capítulo 7). 2023. DOI: <https://doi.org/10.37885/221211348>.

NIRMAL, N. P.; SANTIVARANGKNA, C.; RAJPUT, M. S.; BENJAKUL, S. Trends in shrimp processing waste utilization: An industrial prospective. **Trends in Food Science & Technology**, v. 103, p. 20-35. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.001>.

OLIVEIRA, F. B. de. Resíduos do camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*): Uma perspectiva culinária e ambiental. 103p. **Dissertação** (Mestrado). Programa Regional de

Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN, 2022.

ROSSI, N.; GROSSO, C.; DELERUE-MATOS, C. Shrimp Waste Upcycling: Unveiling the Potential of Polysaccharides, Proteins, Carotenoids, and Fatty Acids with Emphasis on Extraction Techniques and Bioactive Properties. **Marine Drugs** 22, no. 4: 153. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/md22040153>

SANTOS, C. S. dos. Efeito da temperatura de armazenamento sobre a estabilidade do camarão cinza submetido à defumação líquida. 61p. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2021.

SEAFOOD. **Anuário 2022**. 2022. Disponível em: <<https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2022/10/Anuario-Seafood-Carcinicultura.pdf>>.

SILVA, D. M. L.; DAMASCENO, K. S. F. S. C.; RIBEIRO, P. P. C.; ALCÂNTRA, M. A.; CORDEIRO, A. M. T. M.; PASSOS, T.S.; SOUSA Jr, F. C. de.; ASSIS, C. F. de. Chemical Characteristics and Antioxidant Activity of Astaxanthin Extracted from Shrimp Residues Using Soybean Oil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 32(6), 1277–1285. 2021. DOI: <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20210030>.

SUPARMI; EDISON; SARI, N. I.; SUMARTO; SUSILO, R. Study on the Quality of Natural Flavor Powder made from Shrimp Waste. IOP Conference Series: **Earth and Environmental Science**. 430 012007. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/430/1/012007>.

TAHIM, E. F.; DAMACENO, M. N.; ARAÚJO, I. F. Trajetória Tecnológica e Sustentabilidade Ambiental na cadeia de Produção da carcinicultura no Brasil. **Revista De Economia E Sociologia Rural**, Piracicaba/SP, vol. 57, nº 01, p. 093-108. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790570106>.

Capítulo 2

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE SECAGEM DOS RESÍDUOS DE CAMARÃO PARA A PRODUÇÃO DE FARINHA

RESUMO

O Brasil é destaque no cultivo de camarão e o estado do Ceará lidera a produção na região Nordeste do país. Contudo, o crescimento dessa atividade afeta o meio ambiente, já que após o beneficiamento do filé, as partes não comercializáveis como cefalotórax, casca e cauda são removidas. Desse modo, traçar estratégias a fim de viabilizar o uso desses resíduos na elaboração de subprodutos é considerado positivo. Esta pesquisa teve como objetivo elaborar farinha de resíduos do camarão *Penaeus vannamei* utilizando diferentes processos de desidratação e avaliar a eficiência do potencial nutricional, a fim de contribuir para o aproveitamento integral do crustáceo. Os métodos de secagem foram em forno a 180 °C por 40 minutos (T1), micro-ondas por 15 minutos (T2), e tratamento em estufa com circulação de ar forçada a uma temperatura fixa de 60 °C por 24, 48 e 72 horas (T3, T4 e T5, respectivamente). Para a avaliação das farinhas foram realizadas análises físico-químicas, com ênfase no valor proteico e lipídico. Para a validação, os resultados foram submetidos ao Teste de Normalidade (*Shapiro-Wilk*), ao Teste de Homogeneidade (*Levene*). Em seguida, fez-se a análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade. Houve normalidade e homogeneidade em todos os tratamentos. Determinou-se que houve diferença estatística nos parâmetros entre os métodos analisados, sendo o teor de proteínas com diferença estatística entre T1, T2, e os tratamentos em estufa, e T3, T4 e T5 foram semelhantes entre si, sendo o maior teor para T3, com 55,6%. Para o teor de lipídios, houve semelhança entre T2, T4 e T5, e diferença estatística entre T1 e T3, sendo o maior teor para T3 com 10,1%. Considerou-se o T3 como sendo o método térmico de desidratação mais eficiente, por melhor preservar os nutrientes na composição da farinha, além de demonstrar o seu potencial nutricional para fins de uso alimentício e posterior elaboração do biscoito.

Palavras-chave: Desidratação; Lipídios; *Penaeus vannamei*; Proteínas; Reaproveitamento.

ABSTRACT

Brazil is a leader in shrimp farming and the state of Ceará leads the production in the Northeast region of the country. However, the growth of this activity affects the environment, since after processing the fillet, the non-marketable parts, such as the cephalothorax, shell and tail, are removed. Therefore, developing strategies to enable the use of these residues in the production of by-products is considered positive. This research aimed to produce flour from the residues of the shrimp *Penaeus vannamei* using different dehydration processes and to evaluate the efficiency of the nutritional potential, in order to contribute to the full use of the crustacean. The drying methods were in an oven at 180 °C for 40 minutes (T1), microwave for 15 minutes (T2), and treatment in an oven with forced air circulation at a fixed temperature of 60 °C for 24, 48 and 72 hours (T3, T4 and T5, respectively). To evaluate the flours, physical-chemical analyses will be performed, with emphasis on the protein and lipid values. For validation, the results were submitted to the Normality Test (*Shapiro-Wilk*), the Homogeneity Test (*Levene*). Then, analysis of variance (ANOVA) was performed, and the means were compared using the Tukey test at 5% probability. There was normality and homogeneity in all treatments. It was determined that there was a statistical difference in the parameters between each of the analyzed methods, with the protein content showing a statistical difference between T1, T2, and the greenhouse treatments, and T3, T4, and T5 being similar to each other, with the highest content for T3, with 55.6%. For the lipid content, there was similarity between T2, T4, and T5, and a statistical difference between T1 and T3, with the highest content for T3, with 10.1%. T3 was considered to be the most efficient thermal dehydration method, as it better preserves the nutrients in the flour composition, in addition to demonstrating its nutritional potential for food use and subsequent cookie preparation.

Keywords: Dehydration; Lipids; *Penaeus vannamei*; Proteins; Reuse.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é destaque no setor de carcinicultura devido a vasta extensão territorial, condições edafoclimáticas favoráveis e posição geográfica estratégica, essas são algumas das vantagens competitivas que contribuem para o sucesso da produção, sendo a região Nordeste reconhecida como polo produtivo de grande potencial neste cenário (ABCC, 2022; Seafood, 2022).

Entretanto, esse setor em crescimento gera uma grande carga ambiental, com impactos negativos diretos ao meio ambiente quando desordenado. Esse fato se deve ao beneficiamento, em que a cabeça e a casca são retiradas, as quais podem corresponder até 52% do peso total do crustáceo (Heu; Kim; Shahid, 2003). Melo e Magalhães (2020) afirmam que esses subprodutos originados propiciam perda de produtos de alto valor nutricional e se depositados de forma incorreta, impactam severamente o meio ambiente.

Assim, deve-se traçar estratégias a fim de viabilizar o uso desses componentes para a elaboração de subprodutos, que compõem uma rota alternativa e sustentável de aproveitamento. Monte et al. (2021) relatam que o destino da cabeça e da casca ainda são problemáticas a serem solucionadas na indústria do camarão, motivando estudos sobre a quantidade de proteínas presentes nesses resíduos, a fim de se validar a sua utilização na produção de alimentos.

Como alternativa para o uso das partes não utilizáveis, Gonçalves e Dos Santos (2019) produziram farinha do exoesqueleto de camarão para aplicação em alimentos. Gomes et al. (2020) corroboram com essa abordagem, destacando que a farinha de camarão possui proteínas de excelente qualidade e alto valor nutricional, além de ser fonte de micronutrientes e minerais. Nesse contexto, Santos et al. (2017) ressaltam a importância de investigar métodos de desidratação, a fim de se obter a menor perda proteica e dos demais nutrientes da farinha.

Assim, objetivou-se elaborar a farinha de resíduos do camarão *Penaeus vannamei* (FRC) utilizando diferentes processos de desidratação, e avaliar a eficiência desses processos na manutenção do potencial nutricional das farinhas obtidas, a fim de contribuir para o aproveitamento integral do crustáceo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Com a finalidade de estruturar a pesquisa para se obter dados válidos e confiáveis, a condução do experimento se deu com o planejamento quantitativo. A pesquisa foi desenvolvida nos Laboratórios de Química e Bioquímica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia *campus* Limoeiro do Norte.

2.1 Matéria-prima

O camarão *Penaeus vannamei* foi obtido de produtor do município de Limoeiro do Norte/CE. A matéria-prima foi transportada em caixa térmica com gelo e o camarão foi descascado e separado à parte o filé dos resíduos (cabeça e casca). O processamento foi feito de acordo com metodologias específicas, e consistiu na recepção desses resíduos e na retirada do material de fauna e flora acompanhantes.

Posteriormente, toda a matéria-prima (parte residual do camarão, composta por cabeça e casca) foi lavada em água corrente potável e, depois, esse material passou por cozimento a 100 °C por 15 minutos. Em seguida, foi imerso em solução clorada a 200 ppm por 15 minutos. Logo após, fez-se nova lavagem com água potável, e todo material ficou escorrendo em peneira para posterior utilização (Embrapa, 2011). Ainda se fez a secagem de acordo com cada método de desidratação definido, para que, posteriormente, seguisse ao processo de trituração para a elaboração das farinhas.

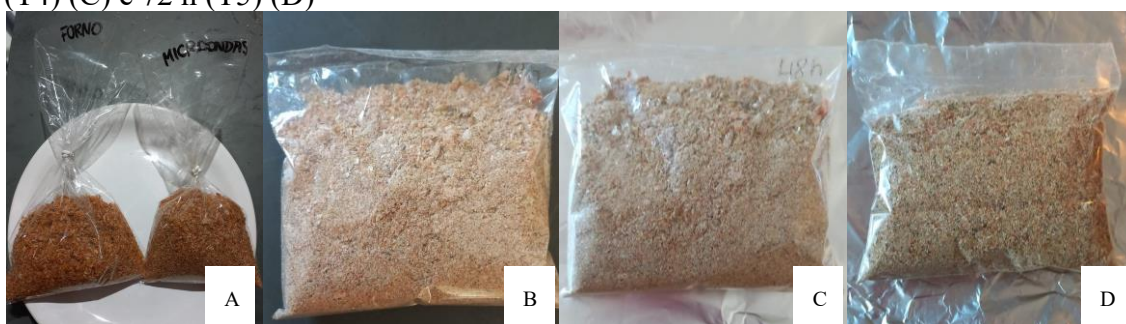
2.2 Métodos de Desidratação

Após a realização do processamento tecnológico dos resíduos de camarão para a elaboração das farinhas, buscou-se inicialmente determinar qual o método de secagem dos resíduos seria o mais eficiente na preservação de proteínas e de lipídios, simultaneamente. Para isso, realizou-se a secagem, por meio de cinco métodos térmicos de desidratação, sendo, em forno, Fischer, a 180 °C por 40 minutos (T1), secagem em micro-ondas, Brastemp, por 15 minutos (T2), tratamento em estufa com circulação de ar forçada, da linha MA035/5, a uma temperatura fixa de 60 °C por 24 (T3), 48 (T4) e 72 horas (T5). Logo após, os materiais foram encaminhados para a etapa de elaboração das farinhas.

2.3 Elaboração das Farinhas

O estudo foi conduzido utilizando-se os cinco tratamentos citados. Após cada método de secagem, fez-se o processo de trituração em liquidificador doméstico, Philips Walita PowerChop 600W, até a desintegração total do resíduo seco em pó, e a elaboração das farinhas, que foram armazenadas e acondicionadas em embalagens plásticas, sob temperatura ambiente (Figura 2.1).

Figura 2.1 – Farinhas dos resíduos de camarão submetidos aos diferentes tratamentos de desidratação: Forno (T1) e Micro-ondas (T2) (A), Estufa a 60 °C em 24 h (T3) (B), 48 h (T4) (C) e 72 h (T5) (D)



Fonte: Autora (2025).

2.4 Análise Laboratorial

No Laboratório de Química de Alimentos do IFCE *campus* Limoeiro do Norte, foi realizada a caracterização da farinha elaborada com os resíduos de camarão, por meio das análises físico-químicas de umidade, proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos com unidades em g/100 g. A umidade (U) foi feita pela metodologia 012/IV (IAL, 2008) em cápsulas de alumínio, Figura 2.2, por método gravimétrico em estufa a 105 °C até o alcance de peso constante. Após esse período foi aplicada a Equação 1:

$$U = 100 - \% \text{ de MS} \quad (1)$$

Em que: U = Umidade e MS = matéria seca.

Figura 2.2 – Análise de umidade



Fonte: Autora (2025).

Fez-se a proteína bruta (PB) pela metodologia 036/IV (IAL, 2008), Figura 2.3, foi determinada pelo teor de nitrogênio total pelo método de *Kjedahl*, passando pelas etapas de digestão, destilação e titulação, conforme a Equação 2:

$$PB = V * 0,14 * f / P \quad (2)$$

Em que: PB = Proteína Bruta; V = diferença entre o volume (mL) de ácido sulfúrico 0,05 M e o volume de hidróxido de sódio 0,1 M gastos na titulação; P = massa (g da amostra), f = fator de conversão tabela para “outros alimentos”, que é igual a 6,25.

Figura 2.3 – Análise de proteínas



Fonte: Autora (2025).

A extração de lipídios totais (LT) pelo método 032/IV (IAL, 2008) foi feita pelo método de *Soxhlet*, Figura 2.4, aplicando a Equação 3:

$$LT = 100 * N / P \quad (3)$$

Em que: LT = Lipídios Totais; N = massa (g lipídios) e P = massa (g amostra).

Figura 2.4 – Análise de lipídios



Fonte: Autora (2025).

As cinzas (CZ) foram feitas pelo método 336/IV (IAL, 2008), resíduo mineral fixo, foi determinado por método gravimétrico, logo após a carbonização de matéria

orgânica, Figura 2.5, em mufla a 550 °C até atingir a clarificação total. Em seguida, aplicou-se a Equação 4:

$$CZ = 100 * N / P \quad (4)$$

Em que: CZ = cinzas; N = nº de g de cinzas e P = nº de g da amostra.

Figura 2.5 – Análise de cinzas



Fonte: Autora (2025).

E por fim, a quantificação de carboidratos (CB) foi feita por diferença, de acordo com a Equação 5:

$$CB = 100 - (U + CZ + PB + LT) \quad (5)$$

Em que: CB = Carboidratos; U = Umidade; CZ = Cinzas; PB = Proteína bruta e LT = Lipídios totais.

2.5 Análise Estatística

Os resultados dos tratamentos foram submetidos à análise descritiva, ao teste de normalidade (*Shapiro-Wilk*), de homogeneidade (*Levene*), à análise de variância (ANOVA), e quando apresentaram diferença estatística, as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade utilizando o software STATISTICA versão 12 (STATSOFT, 2014). Desse modo, pode-se otimizar o processo e determinar o método de secagem mais eficiente ao avaliar se os diferentes métodos de secagem dos resíduos de camarão afetaram o teor proteico e lipídico da farinha que servirá de base para formulação de biscoitos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise Laboratorial

Os resultados do Teste de Normalidade, de Homogeneidade, a Análise de Variância e o Teste *Post-Hoc* de *Tukey* são apresentados em sequência.

A Tabela 2.1, apresenta os resultados do Teste de Normalidade (*Shapiro-Wilk*) realizados da composição centesimal das farinhas. Todos os valores de *p* foram superiores a 0,05, determinando assim, a normalidade dos parâmetros analisados.

Tabela 2.1 – Teste de Normalidade (*Shapiro-Wilk*) das amostras de farinha

Parâmetros	W	p
Umidade	0,96	0,84
Proteínas	0,96	0,80
Lipídeos	0,97	0,92
Cinzas	0,96	0,80
Carboidratos	0,96	0,71

Fonte: Autora (2025).

A Tabela 2.2 representa os resultados do Teste da Homogeneidade das variâncias (*Levene*), realizados da composição centesimal das farinhas. Observou-se os valores de $p > 0,05$, conferindo um padrão de homogeneidade dos parâmetros analisados.

Tabela 2.2 – Teste da Homogeneidade das variâncias (*Levene*) das amostras de farinha

Parâmetros	F	gl1	gl2	p
Umidade	1,56	4	10	0,25
Proteínas	1,31	4	10	0,33
Lipídeos	3,43	4	10	0,05
Cinzas	2,16	4	10	0,14
Carboidratos	2,24	4	10	0,13

Fonte: Autora (2025).

Na Tabela 2.3, observa-se os valores da ANOVA da composição centesimal das farinhas. Foi obtido $p < 0,05$, demonstrando, portanto, que houve diferença estatística entre os resultados dos parâmetros avaliados.

Tabela 2.3 – Análise de Variância das amostras de farinha

Parâmetros	F	gl1	gl2	p
Umidade	23327,10	4	4,21	< 0,001
Proteínas	69,50	4	4,82	< 0,001
Lipídeos	44,30	4	4,71	< 0,001
Cinzas	336,80	4	4,65	< 0,001
Carboidratos	29,70	4	4,83	0,001

Fonte: Autora (2025).

Desse modo, foi realizado o Teste de *Tukey* a 5% de probabilidade, para se determinar quais tratamentos apresentaram diferença estatística entre si em cada um dos parâmetros analisados. Na tabela 2.4 foram apresentadas as médias e desvio padrão, em que, médias seguidas de mesma letra na coluna são iguais estatisticamente. Os tratamentos foram denominados da seguinte forma: T1 para secagem em forno a 180 °C por 40 minutos, T2 para secagem em micro-ondas por 15 minutos, T3, T4 e T5 em estufa a 60 °C por 24, 48 e 72 horas, respectivamente.

Tabela 2.4 – Média e Desvio-Padrão da composição centesimal das amostras de farinha

Tratamentos	Análise de Composição Centesimal (g/100 g)				
	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	Carboidratos
T1	34,20c ± 0,16	34,20a ± 2,06	4,78a ± 0,84	13,40a ± 0,13	13,50ab ± 2,50
T2	19,60b ± 0,13	47,90b ± 0,91	6,20b ± 0,60	16,40b ± 0,34	9,95a ± 0,86
T3	3,99a ± 0,23	55,60c ± 0,85	10,10c ± 0,61	19,00c ± 0,21	11,30ab ± 1,37
T4	3,80a ± 0,25	54,70c ± 0,94	6,25b ± 0,29	21,00d ± 0,86	14,30b ± 0,58
T5	3,79a ± 0,11	54,00c ± 0,51	5,98b ± 0,13	19,10c ± 0,43	17,10b ± 0,55

Fonte: Autora (2025). T1: secagem em forno a 180 °C por 40 minutos; T2: secagem em micro-ondas por 15 minutos; T3: secagem em estufa a 60 °C por 24 horas; T4: secagem em estufa a 60 °C por 48 horas; T5: secagem em estufa a 60 °C por 72 horas.; Letras diferentes na mesma coluna representam diferença estatística entre os tratamentos com $p < 0,05$.

A análise dos teores de umidade das farinhas produzidas a partir de resíduos de camarão nos diferentes tratamentos (T1 a T5) revelou variações significativas entre as amostras (Tabela 2.4). Observou-se que os tratamentos T1 (34,20%) e T2 (19,60%) apresentaram alto teor de umidade, o que ocasionou o surgimento de bolores, demonstrando que a desidratação pelos métodos de forno e de micro-ondas, nas condições utilizadas, não são os mais eficientes.

Ressalta-se que a baixa umidade é essencial para produtos farináceos, pois inibe o crescimento de microrganismos, além de preservar os constituintes nutricionais e conferir maior vida de prateleira aos produtos. Em contrapartida, os tratamentos T3 (3,99%), T4 (3,80%) e T5 (3,79%) apresentam umidades adequadas, indicando um processo eficiente e capaz de produzir farinhas mais seguras e estáveis para o armazenamento.

Os resultados demonstram que, na análise de umidade, houve diferença estatística entre os tratamentos de forno, que obtiveram o maior teor de umidade com 34,2 g/100 g, e o de micro-ondas, com 19,6 g/100 g. Não houve diferença estatística entre os tratamentos submetidos à estufa (T3, T4 e T5), tendo os valores variando entre 3,79 a 3,99 g/100 g. Então, subentende-se que o tempo de exposição ao calor não interferiu na diminuição da umidade.

Coradini et al. (2021) encontraram valor inferior ao obtido neste estudo, 0,72 g/100 g de umidade para farinha de casca e cabeça de camarão da Amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, sendo a secagem feita por 24 horas a 55 °C. Gomes et al. (2020) também encontraram valores inferiores com 3,38 g/100 g de umidade em resíduos de *Macrobrachium rosenbergii*, e afirmaram que esses teores estavam dentro da faixa máxima de 10% de umidade em farinha de resíduos de camarão.

Na análise de proteínas foram constatadas diferenças entre os teores, com ênfase na maior quantidade para os tratamentos submetidos à estufa (T3 a T5), havendo a preservação do nutriente. Houve diferença estatística entre T1, que apresentou menor teor, de 34,2 g/100 g, e em T2, com 47,9 g/100 g. Não houve diferença estatística entre T3, T4 e T5, que eram os tratamentos em estufa, tendo os valores variando entre 54,0 a 55,6 g/100 g. Assim, observa-se que o tempo de exposição ao calor não influenciou no teor de proteico.

Yulianto et al. (2021) avaliaram a farinha da casca e cabeça de camarão *Penaeus* sp. e verificaram valores inferiores ao determinado neste estudo com 27,4 g/100 g de proteína, assim como Suparmi et al. (2021), que obtiveram 24,56 g/100 g, Gomes et al. (2020), 38,45 g/100 g, em farinha de resíduos do camarão *M. rosenbergii* e Jiménez Gómez et al. (2024), que obtiveram 44,5 g/100g. Coradini et al. (2021) apresentaram teor de proteína bruta de 57,46 g/100 g, valor superior à faixa encontrada nesta pesquisa, e ressaltaram que o hepatopâncreas, presente na cabeça do camarão, contribuiu acentuadamente no teor de proteínas da farinha.

Zhao et al. (2019) ratificam que a indústria de beneficiamento de camarão produz quantidades significativas de resíduos, como as cascas, que são ricas em componentes importantes, com ênfase em quitina, proteínas e minerais que podem ser utilizados na aplicação biológica. Venugopal e Sasidharan (2022) também afirmam o imenso potencial para a utilização de resíduos como matéria-prima de baixo custo e renovável para incremento de proteínas. Ademais, os autores corroboram com os valores encontrados nesta pesquisa: que a casca possui de 20 a 40% e a cabeça do camarão 65% de proteínas.

Na avaliação de lipídios, o maior conteúdo foi obtido em T3, sendo que os outros tratamentos ficaram aproximados. Houve diferença estatística entre T1 e T3, com 4,78 e 10,1g/100 g, respectivamente, sendo que T1 apresentou menor valor lipídico, enquanto T2 o maior valor. Observou-se que a temperatura e o tempo de exposição ao calor influenciam diretamente na degradação lipídica. E não houve diferença estatística entre T2, T4 e T5, que variou entre 5,98 a 6,20 g/100 g.

Coradini et al. (2021) determinaram valor inferior ao estudo, sendo 2,15 g/100 g de lipídeos na análise de farinha de resíduos de camarão, assim como Yulianto et al. (2021), que encontraram 2,07 g/100 g. Gomes et al. (2020) obtiveram valores inferiores ao alcançado neste estudo, com 3,83 g/100 g de lipídeos na farinha de resíduos de *M. rosenbergii*. Suparmi et al. (2021) obtiveram valor inferior ao deste estudo, de 1,76 g/100 g de gordura.

Observou-se que no parâmetro de cinzas, houve diferença estatística entre T1, T2 e T4, com valores variando entre 13,4 a 21,0 g/100 g, e não houve diferença estatística entre T3 e T5. Coradini et al. (2021) identificaram valor superior, com 22,59 g/100 g de cinzas em farinha de casca e cabeça de camarão. Já Yulianto et al. (2021) determinaram 14,84 g/100 g, enquanto Suparmi et al. (2021) encontraram teor inferior ao obtido neste estudo, sendo 4,85 g/100 g de cinzas.

Já para a análise de carboidratos, não houve diferença estatística entre os tratamentos T1, T2 e T3, nem entre T1, T3, T4 e T5. Coradini et al. (2021) encontraram valor de 17,06 g/100 g de carboidratos, que está dentro da faixa obtida neste estudo. Yulianto et al. (2021) encontraram teor de carboidratos que foi superior, com valor de 47,27 g/100 g, e afirmam que o carboidrato é uma fácil fonte de energia e está relacionado à formação de ácidos graxos e à síntese de gordura.

A variação da temperatura utilizada no momento de secagem dos resíduos desempenha um importante papel na determinação dos nutrientes que estarão presentes. A exemplo, Afonso et al. (2018) citam que na variação de 50 °C para 60 °C há o aumento

de proteína bruta em 6 %, e que a partir dessa temperatura, as enzimas cessam a proteólise, que é a degradação das proteínas por enzimas. Desse modo, deve-se considerar os métodos de secagem empregados, a fim de se manter os aspectos nutricionais da farinha. Além disso, muitos fatores podem ser sugestivos para explicar a diferença entre os dados desta pesquisa com os da literatura, como o tipo de espécie de camarão utilizado, a localização do cultivo, o manejo, a ração, a idade, dentre outros.

3.2 Comparativo dos métodos empregados com a literatura

No Quadro 2.1, fez-se o comparativo dos resultados obtidos neste estudo com os encontrados na literatura.

Quadro 2.1 – Comparação de resultados encontrados no presente estudo e na literatura

Métodos de Desidratação	Temperatura/Potência - Tempo - Espécie	Referência Metodológica	Parâmetros da Análise de Composição Centesimal (g/100 g)				
			U	PB	LT	CZ	CB
Forno	180 °C - 40 minutos – <i>P. vannamei</i>	Autora (2025)	34,2	34,2	4,78	13,4	13,5
	150 °C - 20 minutos – <i>P. vannamei</i>	Dos Santos et al. (2023)	-	-	-	-	-
Micro-ondas	100 Watts - 15 minutos – <i>P. vannamei</i>	Autora (2025)	19,60	47,90	6,20	16,40	9,95
	100 Watts - 15 minutos – <i>F. subtilis</i>	Afonso et al. (2018)	75,00	56,40	-	17,50	-
Estufa com circulação de ar forçada	60 °C - 24 h – <i>P. vannamei</i>	Autora (2025)	3,99	55,60	10,10	19,00	11,30
	70 °C - 24 horas – <i>P. vannamei</i>	Afonso et al. (2018)	75,90	55,00	-	18,00	-
	60 °C - 48 horas – <i>F. subtilis</i>	Autora (2025)	3,80	54,70	6,25	21,00	14,30
	60 °C - 48 horas – <i>M. rosenbergii</i>	Gomes et al. (2020)	3,28	38,45	3,83	-	-
	60 °C - 72 horas – <i>P. vannamei</i>	Autora (2025)	3,79	54,00	5,98	19,10	17,10
		Embrapa (2011)	5,12	51,57	9,62	-	-

Fonte: Autora (2025).

A metodologia de T1, secagem em forno, foi baseada na metodologia de Oliveira (2018), que apresentou os resíduos de pescado em forno a 180 °C por 30 minutos. Dos Santos et al. (2023) também realizaram a desidratação de resíduos de camarão em forno

a 150 °C por 20 minutos. Contudo, nenhum dos autores realizou as análises de composição centesimal para que houvesse a comparação com o presente estudo.

Afonso et al. (2018) analisaram a farinha de resíduos de camarão-rosa (*Farfantepenaeus subtilis*) submetida ao micro-ondas por 15 minutos, semelhante ao T2, e obtiveram valores de umidade, de proteínas e de cinzas superiores ao obtido neste estudo. Os autores também realizaram o teste em estufa à 70 °C por 24 horas, e os resultados foram comparados ao T3, que foi o método de desidratação em estufa a 60 °C por 24 horas, eles encontraram valores próximos de proteínas e cinzas, e valor de umidade muito superior ao encontrado nesta pesquisa.

Gomes et al. (2020) realizaram estudo com a elaboração de farinha de resíduos do camarão gigante da Malásia (*M. rosenbergii*). Os autores submeteram os resíduos em estufa a uma temperatura de 50 °C por 48 horas e encontraram teores da composição de umidade, proteínas e lipídios. Os valores encontrados foram comparados ao tratamento T4, estufa a 60 °C por 48 h, que apresentou valores superiores, que podem sugerir que o camarão utilizado, *P. vannamei*, possui teor nutricional maior que o *M. rosenbergii*.

A Embrapa (2011), ao realizar a validação da metodologia de elaboração da farinha de resíduos de camarão *P. vannamei*, em estufa a 60 °C por 72 horas, encontrou os seguintes resultados: 5,12 % de umidade, 51,57 % de proteínas e 9,62 % de lipídios. Os resultados obtidos de T5, que correspondem a mesma metodologia aplicada, apresentaram valores menores, com exceção de proteínas.

4 CONCLUSÃO

Foram produzidas farinhas de resíduos de camarão *P. vannamei* em diferentes condições de tempo e temperatura. Dentre elas, a amostra que apresentou melhores características para a futura utilização foi àquela submetida à secagem em estufa com circulação de ar forçada a temperatura fixa de 60 °C por 24 horas (T3). Essa farinha apresentou baixa umidade, que favorece a estabilidade microbiológica e maior vida de prateleira, além de ter o menor custo energético, a farinha contém elevado teor de proteínas e de lipídios em sua composição. Esse fator foi determinante para que, posteriormente, fosse avaliado o perfil de ácidos graxos presentes, além de demonstrar o seu potencial nutricional para fins de uso alimentício e na elaboração do biscoito.

REFERÊNCIAS

ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Revista**. 2022. Disponível em: <<https://www.revistafeedfood.com.br/pub/curuca/#page/85>>.

AFONSO, T. F.; VALENTE, B. S.; BUNDE, D. A. B.; AVILA, F. D.; ANDREAZZA, R. Produção de farinha como tratamento de resíduos de camarão. In: **11 Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**. Porto Alegre, RS. 2018. Disponível em: <http://www.abes-rs.uni5.net/centraldeeventos/_arqTrabalhos/trab_2_5554_20180806082151.pdf>.

CORADINI, M. F.; OLIVEIRA, G. G.; CORRÊA, S. S.; SBARAINI, S. C.; NOGUEIRA, C. C. A.; MATIUCCI, M. A.; SIEMER, S.; SANTOS, S. M. dos; FEIHRMANN, A. C.; GOES, E. S. dos R.; SOUZA, M. L. R. de. Preparation of Amazon Shrimp (*Macrobrachium amazonicum*) flours and their applications in instant soup. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 12, p. e416101220219, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20219>.

DOS SANTOS, J.; DA SILVA BORGES, A.; NUNES, T. P.; DA SILVA, F. L. A. T.; DA SILVA ARAUJO, R. R.; FANCHIOTTI, F. E.; CONSTANT, P. B. L. Biscoito salgado com adição de resíduo de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*): desenvolvimento e aspectos sensoriais. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 4, p. 1836-1847, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv21n4-006>.

EMBRAPA. VIEIRA, S. G. A.; FOGAÇA, F. H. dos S.; FERREIRA, I. A.; RODRIGUES, A. A. D; GOMES, T. N. Técnicas para elaboração da farinha de cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*). **Circular Técnica**. Teresina-PI: EMBRAPA. 2011.

GOMES, J. L. S.; DIAS, J. A. R.; RAMOS, A. da S.; BARROS, F. A. L.; CUNHA, F. dos S.; CORDEIRO, C. A. M. Elaboração de macarrão enriquecido com farinha de resíduos do camarão gigante da Malásia. **Agrarian**, ISSN: 1984-2538, v. 13, n. 48, p. 273-279, 2020. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i48.8953>.

GONÇALVES, A. A.; DOS SANTOS, J. Shrimp processing residue as an alternative ingredient for new product development. **Int J Food Sci Technol**, 54: 2736-2744. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14184>.

HEU, M.; KIM, J.; SHAHIDI, F. Components and nutritional quality of shrimp processing by-products. **Food Chemistry**, v. 82, n. 2, p. 235-242, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00519-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00519-8).

IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, versão eletrônica, p. 1020. 2008.

JIMÉNEZ GÓMEZ, G. del C.; MARTÍNEZ-HERRERA, J.; MARTÍNEZ-LARA, L.; AVENDAÑO-VÁSQUEZ, G. Caracterização físico-química da farinha com base no

exoesqueleto de resíduos de camarão obtidos por processos de desidratação. **Agro Productividad**. 2024. DOI: <https://doi.org/10.32854/agrop.v17i6.2807>.

MELO, M. J. de; MAGALHÃES, V. da C. Otimização da obtenção de quitosana proveniente da quitina de camarão-sete-barbas e sua aplicação em colunas de adsorção. 2020. 59p. **Monografia**. Tecnologia em Processos Químicos. Faculdade de Tecnologia de Campinas. Campinas-SP, 2020.

MONTE, A. M.; BARBOSA, A. R. de; SILVA, A. K. M. da; MURATORI, M. C. S. Resíduo de Camarão para Produção de Proteases de Interesse Biotecnológico. **Revista Interação Interdisciplinar** (ISSN: 2526-9550), v. 4, n. 2, p. 52-64, 2021. Disponível em: <<https://publicacoes.unifimes.edu.br:443/index.php/interacao/article/view/936>>.

OLIVEIRA, A. P. de. Resíduos da indústria de alimentos para elaboração de farinhas: uma estratégia para aproveitamento. Trabalho de Conclusão de Curso (**Monografia**). João Pessoa/PB. 2018.

SANTOS, W. M. dos; VALENTE, B. S.; NADALETTI, W. C.; QUADRO, M. S.; PIENIZ, S.; ANDREAZZA, R.; DEMARCO, C. F. Production of meal as a tool for the valuation of the fish residues. **Ciência e Natura**, v. 39, n. 3, p. 767-771. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X28032>.

SEAFOOD. **Anuário 2022**. Disponível em: <<https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2022/10/Anuario-Seafood-Carcinicultura.pdf>>.

STATSOFT, Inc., Tulsa, OK.: **STATISTICA**, Version 12. (2014).

SUPARMI, S.; WARNINGSIH, T.; DAHLIA, D.; SIDAURUK, S.W. Fortification of Rebon Shrimp Protein Hydrolysate (*Acetes erythraeus*) in Sago Flour as a Nutritious Food. In **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science** (Vol. 695, No. 1, p. 012052). IOP Publishing. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/695/1/012052>.

VENUGOPAL, V.; SASIDHARAN A. Functional proteins through green refining of seafood side streams. **Front. Nutr.** 9:974447. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.974447>

YULIANTO, T.; PUTRI, DS.; MIRANTI, S.; PUTRA, W. K. A. (2021). Utilization of shrimp shell waste as alternative raw for mariculture. In E3S Web of Conferences (Vol. 324, p. 03006). **EDP Sciences**. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132403006>

ZHAO, D.; HUANG, W-C.; GUO, N.; ZHANG, S.; XUE, C.; MAO, X. Two-Step Separation of Chitin from Shrimp Shells Using Citric Acid and Deep Eutectic Solvents with the Assistance of Microwave. **Polymers**.11(3):409. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym11030409>

Capítulo 3

FARINHA DOS RESÍDUOS DE CAMARÃO: MITIGAR PROBLEMAS E CRIAR SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA ALIMENTOS

RESUMO

A cadeia produtiva do camarão cinza, *Penaeus vannamei*, foi a principal espécie produzida e atingiu o marco global de mais de 6,8 milhões de toneladas. Contudo, essa atividade pode causar impactos ambientais negativos, se for realizada de forma ilegal, pois a destinação dos resíduos ainda é um entrave para as beneficiadoras de camarão. Partes não comercializáveis, como a cabeça e a casca, podem atingir 50% do peso do animal, e o conteúdo nutricional presente neles, como proteína e ácidos graxos, podem ser utilizados na produção de farinha para elaboração de alimentos saudáveis. Desse modo, objetivou-se caracterizar o potencial nutricional da farinha feita com os resíduos do camarão *P. vannamei*. Fez-se a produção de farinha, por meio do método de secagem, em estufa a 60 °C por 24 horas. Em seguida, realizou-se o cálculo do rendimento e a caracterização, por meio das análises físico-química e a determinação do perfil lipídico. Dos resultados da composição centesimal fez-se as médias e desvio-padrão; e das análises de minerais, de ácidos graxos, foram apresentadas as médias das duplicatas. A farinha de resíduos de camarão apresentou rendimento de 23,42%. Dos parâmetros de composição centesimal, obteve-se valores em g/100 g de umidade (5,62), proteínas (52,70), lipídios (9,19), cinzas (18,10) e carboidratos (14,4). Da análise de minerais, todos os valores encontrados, com exceção de K, foram superiores à recomendação diária na alimentação humana sugerida pela Anvisa. Para ácidos graxos se obteve maior teor, em g/100 g, de ácido linoléico (2,28), oléico (1,97), palmítico (1,68), ácido eicosapentaenoico (0,47) e ácido docosa-hexaenoico (0,11). Por fim, os resultados comprovam que a utilização dos resíduos de camarão pode ser usada para elaborar farinha, e a partir dela, produtos com elevado teor de proteínas, lipídios, além de compostos funcionais que proporcionam valor agregado e também ajudam a reduzir o impacto ao meio ambiente.

Palavras-chave: Carcinicultura; Nutricional; Reaproveitamento; Subproduto.

ABSTRACT

The production chain of gray shrimp, *Penaeus vannamei*, was the main species produced, and reached the global milestone of more than 6.8 million tons. However, this activity can cause negative environmental impacts if carried out illegally, as the disposal of waste is still an obstacle for shrimp processing plants. Non-marketable parts, such as the head and shell, can reach 50% of the animal's weight, and the nutritional content present in them, such as protein and fatty acids, can be used in the production of flour for the preparation of healthy foods. Thus, the objective was to characterize the nutritional potential of the flour made with the waste of the shrimp *P. vannamei*. Flour was produced, using the drying method, in an oven at 60 °C for 24 hours. Then, the yield was calculated and characterization was carried out, through physical-chemical analysis and determination of the lipid. The averages and standard deviations were calculated from the results of the centesimal composition, and the averages of the duplicates were presented for the analyses of minerals and fatty acids. The shrimp waste flour yielded 23.42%. The centesimal composition parameters yielded values in g/100 g of moisture (5.62), proteins (52.70), lipids (9.19), ash (18.10) and carbohydrates (14.4). From the mineral analysis, all values found, with the exception of K, were higher than the recommended daily intake for human nutrition. For fatty acids, the highest content in g/100 g was obtained for linoleic acid (2.28), oleic acid (1.97), palmitic acid (1.68), eicosapentaenoic acid (0.47) and docosahexaenoic acid (0.11). Finally, the results prove that the use of shrimp waste can be used to produce flour, and from it, products with a high content of proteins, lipids, in addition to functional compounds that provide added value, and also help to reduce the impact on the environment.

Keywords: Shrimp farming; Nutritional; Reuse; By-product.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, a cadeia produtiva aquícola está em amplo desenvolvimento, contribuindo ativamente para a segurança alimentar e nutricional dos indivíduos. Houve destaque para a produção do camarão *Penaeus vannamei*, que atingiu o marco global de mais de 6,8 milhões de toneladas no ano de 2022 (FAO, 2024).

Na indústria de processamento de camarão, após o beneficiamento do filé, as partes não comercializáveis, como a cabeça, a casca e a cauda são removidas, e se forem descartadas de forma incorreta impactam severamente o meio ambiente (Gomes et al., 2020). De acordo com Yulianto et al. (2021), os resíduos do beneficiamento de camarão, cabeça e casca, podem atingir até 50% do seu peso total. Ademais, o conteúdo nutricional presente nesses subprodutos pode caracterizar-se como alimentação alternativa e suprir as necessidades de organismos aquáticos cultiváveis.

Chakravarty e Edwards (2022) afirmam que é fundamental estabelecer estratégias para realizar o reaproveitamento dos resíduos, a partir da criação de um sistema sustentável de gestão de resíduos de frutos do mar com alto valor agregado. Os subprodutos do camarão apresentam inúmeros benefícios nutricionais. Liu et al. (2021) relatam que a cabeça e a casca contêm grandes quantidades de proteína bruta e de lipídios, com destaque para a cabeça, que é rica em ácidos graxos poli-insaturados, e que esses subprodutos podem ser utilizados para a elaboração de alimentos saudáveis.

Esses ácidos graxos podem ser analisados por meio de diversos métodos, como exemplo, o cromatográfico, que é uma técnica instrumental de alta eficiência capaz de identificar e quantificar os diferentes componentes presentes na matriz alimentar, sendo uma análise moderna para determinação do teor de ácidos graxos nas amostras (Amorim, 2019). Desse modo, objetivou-se caracterizar o potencial nutricional da farinha feita com os resíduos do camarão *P. vannamei*. Assim, busca-se a promoção do desenvolvimento sustentável no processamento de camarão, com benefícios econômicos e ambientais, a partir da economia circular.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Logo após se estabelecer o método com maior teor proteico e lipídico, em conjunto, foi elaborada nova amostra de farinha, em maior quantidade, para se realizar as

análises dos parâmetros físico-químicos, análise de minerais e perfil de ácidos graxos. A pesquisa foi desenvolvida nos Laboratórios de Química e Bioquímica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia *campus* Limoeiro do Norte, e no Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará (NUTEC).

2.1 Matéria-prima

O camarão *P. vannamei* (Figura 3.1 A) foi obtido do cultivo de produtor local. Fez-se a recepção e retirada da cabeça e da casca para serem pesadas e usadas posteriormente na fabricação da farinha (Figura 3.1 B). Realizou-se a lavagem dos subprodutos em água corrente potável. Em seguida, fez-se o cozimento a 100 °C por 15 minutos (Figura 3.1 C), depois fez-se a imersão em solução clorada a 200 ppm por 15 minutos (Figura 3.1 D).

Logo após, fez-se nova lavagem com água potável no material, que ficou escorrendo na peneira. Essa etapa foi feita de acordo com as orientações propostas pela Embrapa (2011). Depois, o material foi enviado para a etapa de secagem.

Figura 3.1 – Camarão inteiro (A); Resíduos (cabeça e casca) obtidos após o descasque (B); Cozimento (C); Imersão em solução clorada (D)



Fonte: Autora (2025).

2.2 Método de Desidratação

A secagem dos resíduos de camarão (Figura 3.2 A) foi feita por meio do método térmico considerado o mais eficiente, que foi em estufa com circulação de ar forçada, da linha MA035/5, a uma temperatura fixa de 60 °C por 24 horas (Figura 3.2 B). Em seguida, os resíduos já secos (Figura 3.2 C) foram pesados e encaminhados ao processo de trituração.

Figura 3.2 – Etapas do processo de desidratação: Resíduos dispostos em bandejas (A); Estufa a 60 °C (B); Resíduos após 24 horas em estufa (C)

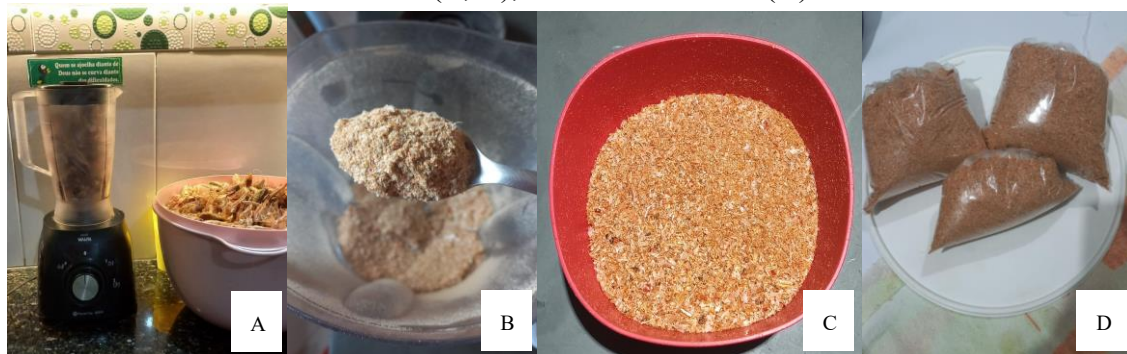


Fonte: Autora (2025).

2.3 Elaboração da Farinha

O processo de trituração foi feito em liquidificador doméstico, Philips Walita PowerChop 600W, (Figura 3.3 A) até a desintegração total do resíduo e a formação da Farinha de Resíduos de Camarão (FRC), (Figuras 3.3 A, B) que foi acondicionada em embalagem plástica sob temperatura ambiente para pesagem e posteriores análises, conforme observado na Figura 3.3 D.

Figura 3.3 – Etapas do processo de elaboração da farinha: Trituração dos resíduos (A); Farinha dos resíduos de camarão (B, C); Farinha embalada (D)



Fonte: Autora (2025).

2.4 Rendimento

O rendimento da farinha dos resíduos de camarão foi calculado pela Equação 1, a seguir (Nascimento et al., 2023):

$$Rd = (Pf / Pi) \times 100 \quad (1)$$

Em que: Rd (%) = Rendimento, Pf (g) = Peso final da farinha obtida e Pi (g) = Peso inicial da matéria-prima (resíduos).

2.5 Análise Laboratorial

2.5.1 Análise de Composição Centesimal

A caracterização da farinha dos resíduos de camarão foi realizada no Laboratório de Química de Alimentos do IFCE *campus* Limoeiro do Norte por meio da composição centesimal de umidade, proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos (IAL, 2008).

Fez-se a umidade por método gravimétrico em estufa a 105 °C até peso constante, método 012/IV. Determinou-se a proteína bruta pelo teor de nitrogênio total, com as etapas de digestão, destilação e titulação, através do método de *Kjedahl*, metodologia 036/IV. Realizou-se a extração de lipídios totais pelo método de *Soxhlet*, metodologia 032/IV. As cinzas foram determinadas pelo método gravimétrico, após a carbonização da matéria orgânica em mufla a 550 °C, método 336/IV. E, por fim, fez-se a quantificação de carboidratos por diferença.

2.5.2 Análise de Minerais

A análise de minerais foi feita pelo Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará (NUTEC). Essa determinação baseou-se na metodologia 209/IV do IAL (2008), em que, pesou-se em balança analítica 0,5 g da amostra de farinha (FRC) em digestor, *vial* específico para micro-ondas. A análise da amostra foi feita em duplicata. Fez-se a dopagem adicionando soluções/padrões para a obtenção da curva de calibração na análise dos elementos, que são divididos em 2 grupos, conforme Procedimento Operacional de Trabalho do laboratório, sendo os compostos do Grupo I: selênio (Se), molibdênio (Mo), cromo (Cr) e manganês (Mn); e do Grupo II foram analisados os elementos: cálcio (Ca), ferro (Fe), magnésio (Mg), zinco (Zn), fósforo (P), cobre (Cu), e potássio (K).

As amostras (branco e FRC) foram levadas à capela para a realização da dopagem. Fez-se a adição de ácido nítrico a 65% e peróxido de hidrogênio a 30%, e logo após, iniciou-se a dopagem com a adição dos padrões/soluções nos *vials*. Após essa etapa, as amostras foram levadas ao micro-ondas para a digestão por 40 minutos a 200 °C. Em seguida, retirou-se os *vials*, e após 1 hora foram transferidos para tubos Falcon de 50 mL, que foram codificados com data, nome, número da amostra e acondicionados em geladeira e, posteriormente, foram lidos no equipamento de espectrômetro de emissão atômica com plasma de argônio indutivamente acoplado (ICP-OES).

2.5.3 Análise de Ácidos Graxos

A determinação dos ácidos graxos foi realizada no NUTEC. Foi feita a metilação de acordo com metodologia 053/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e 996.01 da AOAC (2005). Realizou-se a determinação quantitativa dos ácidos graxos na FRC, em duplicata, por meio de cromatógrafo a gás (THERMO, Focus GC), com detector de ionização de chama (FID), coluna capilar (SP-2560) com gás de arraste nitrogênio e modo de injeção por Split. A temperatura da coluna foi de 100 °C até 220 °C, a temperatura do injetor foi de 250 °C e a temperatura do detector de 260 °C.

2.6 Análise Estatística

Dos resultados de composição centesimal foram feitas as médias e o desvio-padrão utilizando o software STATISTICA versão 12 (STATSOFT, 2014), e das análises de minerais e ácidos graxos da FRC foram apresentadas as médias das duplicatas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Rendimento

Fez-se a pesagem dos camarões e também a pesagem dos resíduos (cabeça e casca) obtidas após o descasque. Depois dos resíduos serem submetidos à secagem, foi realizada a trituração e obteve-se a farinha. A partir disso, foi elaborado o cálculo do rendimento, conforme observado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Peso dos produtos e rendimento da Farinha de Resíduos de Camarão (FRC)

Produtos	Peso (kg)	Rendimento (%)
Camarão inteiro	11,69	-
Resíduos (cabeça e casca)	5,21	-
Resíduos secos	1,23	-
Farinha	1,22	23,42

Fonte: Autora (2025).

Observou-se que, a retirada dos resíduos (cabeça e casca), correspondeu a 44,5% do peso total do camarão, se aproximando de valores obtidos por Oliveira (2022) e Yulianto et al. (2021), que encontraram valores de 40% e 50%, respectivamente.

No presente estudo, o rendimento da FRC foi de 23,42%, submetido a 60 °C em 24 horas, valor superior ao estimado pela Embrapa (2011), que realizou a secagem em estufa a 60 °C por 72 horas, com rendimento variando de 17% a 20%, e ao encontrado por Oliveira (2022), com secagem em estufa a 70 °C por 8 horas, que foi 15,7%. O valor foi maior que o de Santos et al. (2025) que foi de 16,66%, a partir de secagem em estufa de recirculação de ar a 60 °C durante 29 horas e 30 minutos.

O rendimento também foi superior ao obtido por Dos Santos et al. (2023), com secagem realizada em forno a 150 °C por 20 minutos, e Gonçalves e Dos Santos (2019), os quais fizeram a secagem dos resíduos em estufa na temperatura de 65 °C durante 9 horas, em que ambos encontraram o valor de 19,5%. Contudo, o rendimento da farinha no presente estudo foi inferior ao encontrado por Nascimento et al. (2023) que obteve 24,30% ao submeter o resíduo à temperatura de 55 °C por 6 horas em estufa de circulação de ar. O valor também foi inferior ao obtido por Gomes et al. (2020), que foi de 29,40%, tendo submetido o material em estufa a 50 °C por 48 horas.

3.2 Composição centesimal

Na Tabela 3.2 foram apresentados as médias e o desvio-padrão da Farinha de Resíduos de Camarão (FRC) analisada, para ser determinado se houve um padrão na replicabilidade do método científico realizado no Capítulo 1.

Tabela 3.2 – Média e Desvio-Padrão da Farinha de Resíduos de Camarão (FRC)

Tratamento	Análise de Composição Centesimal (g/100 g)				
	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	Carboidratos
FRC	5,62 ± 1,21	52,70 ± 0,43	9,19 ± 1,01	18,10 ± 0,23	14,40 ± 2,31

Fonte: Autora (2025).

Os parâmetros foram aproximados aos obtidos no tratamento 3 (T3), (secagem em estufa a 60 °C por 24 horas), em g/100 g, que foi de 3,99 ± 0,23 para umidade, 55,60 ± 0,85 para proteínas, 10,10 ± 0,61 para lipídios, 19,00 ± 0,21 para cinzas e 11,30 ± 1,37 para carboidratos. A Anvisa (Brasil, 2005) afirma que a ingestão diária recomendada de proteínas para o adulto é de 50 g, nota-se então, que a FRC se enquadra no exigido na porção de 100 g.

Comparou-se os valores encontrados com os obtidos por Santos et al. (2025), que realizaram a metodologia da Embrapa (2011) de forma adaptada, e encontraram valores em g/100 g de 3,66 de umidade, 41,25 de proteína, 39,05 de cinzas, 3,40 de lipídios, e 16,30 de carboidratos, na FRC do camarão espigão (*Xiphopenaeus kroyeri*). Observou-se que o presente estudo foi superior no teor de umidade, proteínas e lipídios, e inferior para cinzas e carboidratos. Pérez-Cervera et al. (2023) encontraram na análise bromatológica em g/100 g da FRC, umidade (25,74), proteínas (42,90), lipídios (9,40), cinzas (23,00) e carboidratos (24,70). Os valores correspondem a um maior teor de umidade, cinzas e carboidratos, aproximado teor lipídico, e menor valor de proteínas quando comparados ao presente estudo.

Fez-se também o comparativo com a FRC do camarão sete-barbas, elaborada por Oliveira, Neto e Enke (2020), que encontraram em g/100 g, 10,40 de umidade, 39,40 de proteína, 14,00 de cinzas e 2,68 de lipídios. Notou-se que nos resultados desta pesquisa foram obtidos apenas o teor de umidade menor que o encontrado pelos autores acima, enquanto todos os outros parâmetros foram superiores. Moreno-Sader, Martinez-Consuegra e González-Delgado (2021) relatam a importância de se buscar técnicas para valorizar esses resíduos, a fim de se alcançar a economia circular para uma produção mais limpa e eficiente na indústria do camarão. Forghani et al. (2020) realizaram estudos e encontraram elevados teores de proteínas e lipídeos, além disso, revelaram que houve perda de 80 kg de proteínas e 17 kg de ácidos graxos na água do processamento por tonelada de camarão descascado.

3.3 Minerais

Os macrominerais são compostos pelos elementos, cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K), enquanto os microminerais incluem alguns elementos como: ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), cobre (Cu), molibdênio (Mo), cromo (Cr) e selênio (Se). A partir dos resultados encontrados na FRC, fez-se o comparativo com os dados da Resolução - RDC Nº 269, de 22 de setembro de 2005 do Ministério da Saúde, (Brasil, 2005), que preconiza sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de minerais para adultos, e também o valor de potássio comparar com *Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine* (2005), conforme expresso no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Comparativo entre valores de minerais da farinha e o recomendado pela Anvisa, e de potássio (K) pelo *Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine*

Minerais	FRC (mg/100g)	IDR (mg)
Ca	3.913	1.000
Mg	172	260
P	1.550	700
*K	290	*4.700
Fe	20,28	14,00
Zn	5,68	7,00
Mn	1,81	2,30
Cu	8,14	0,90
Mo	0,01	0,04
Cr	0,08	0,03
Se	0,07	0,03

Fontes: Autora (2025), Brasil (2005) e **Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine* (2005).

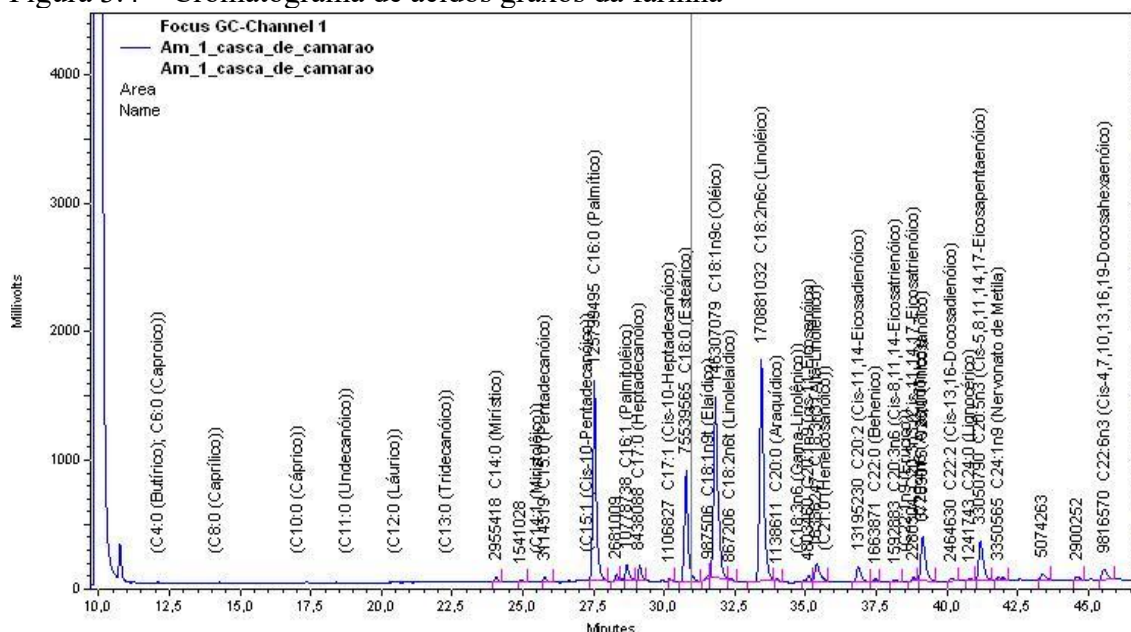
De acordo com o Quadro 3.1, observa-se que o valor dos minerais presentes na farinha em mg/100g é superior à recomendação diária na alimentação humana sugerida pela Anvisa em miligramas, com exceção do Mg, K, Zn, Mn e Mo. Além disso, comparou-se os valores de FRC com Jiménez Gómez et al. (2024), que encontraram valor de Ca (1.170 mg), teor inferior ao presente estudo. Liu et al. (2021) enfatizam a importância desses elementos para manutenção de atividades celulares, na fixação e transporte de oxigênio, reações bioquímicas e manutenção do metabolismo.

Gómez-Estaca et al. (2019) realizaram a análise de minerais da cabeça e da casca do *P. vannamei* e obtiveram valores em mg/100g de: Ca (1.913), Mg (113), P (647), K (294), Fe (8,54), Zn (1,98), Mn (0,33) e Cu (3,32). Todos os valores deste autor foram inferiores aos encontrados na FRC desta pesquisa, com exceção de K, que se aproximou do valor obtido. Santos et al. (2025) também analisaram os minerais da farinha de resíduos do camarão espigão, *Xiphopenaeus kroyeri*, e encontraram valores em mg/100g de Ca (13.780), Mg (880), P (2.370), K (180), Fe (47,86), Zn (6,80), Mn (2,47) e Cu (2,83), notou-se que essa espécie de camarão possui teores maiores de micronutrientes comparados ao de *P. vannamei*, com exceção de K.

3.4 Ácidos graxos

Na Figura 3.4 foi apresentado o cromatograma da análise de ácidos graxos e na Tabela 3.3, os resultados de ácidos graxos com suas concentrações em g/100 g.

Figura 3.4 – Cromatograma de ácidos graxos da farinha



Fonte: Autora (2025).

Tabela 3.3 – Ácidos graxos e suas concentrações presentes na farinha

Nomenclatura	Ácido	Concentração (g/100 g)
Mirístico	C14:0	0,04
Pentadecanóico	C15:0	0,04
Palmítico	C16:0	1,68
Palmitoléico	C16:1	0,14
Heptadecanóico	C17:0	0,11
Estearíco	C18:0	0,99
Oléico	C18:1n9c	1,97
Linoléico	C18:2n6c	2,28
Alfa-Linolênico	C18:3n3	0,20
Cis-11,14-Eicosadienóico	C20:2	0,16
Cis-11-Eicosenóico	C20:1n9	0,03
Cis-11,14,17-Eicosatrienóico	C20:3n3	0,02
Araquidônico	C20:4n6	0,22
Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenóico	C20:5n3	0,47
Cis-13,16-Docosadienóico	C22:2	0,02
Cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenóico	C22:6n3	0,11
Tricosanóico	C23:0	0,28
Nervonato de Metila	C24:1n9	0,02

Fonte: Autora (2025).

O cromatograma (Figura 3.4) demonstra visualmente os picos que ocorreram dos ácidos graxos presentes na FRC. De acordo com a Tabela 3.3, observa-se o maior teor de ácidos linoléico, com 2,28 g/100 g, seguido do oléico com 1,97 g/100 g e palmítico, com 1,68 g/100 g, além de ácidos importantes como eicosapentaenóico (EPA) com 0,47 g/100

g e docosahexaenóico (DHA) com 0,11 g/100 g. Savay-da-Silva et al. (2016) analisaram a farinha de resíduos de camarão e encontraram valores de ácido linoléico (0,7%), EPA (0,19%), e DHA (0,40%). Esses autores também afirmam que essa possui qualidade nutricional de ácidos graxos que trazem inúmeros benefícios à saúde.

Foi demonstrado no Quadro 3.2, os valores obtidos em FRC e os dados de referência de ingestão de ácidos graxos recomendados pela FAO/WHO/UNU (1985) e pela *European Food Safety Authority* (EFSA) (2010).

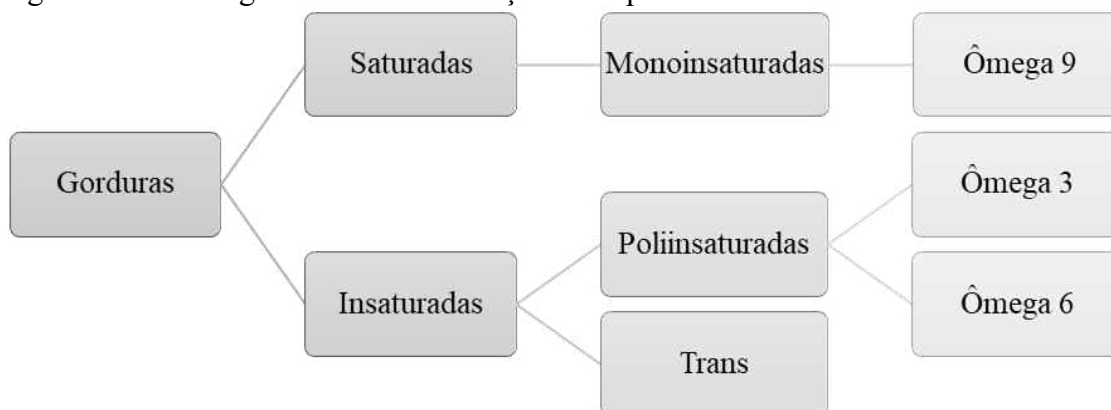
Quadro 3.2 – Valores de farinha (FRC) e perfil de ingestão diária de ácidos graxos

Ácidos Graxos	FRC	FAO/WHO/UNU	EFSA
Linoléico	2,28 g/100 g	1,14 g/100 g	2,55 g/100 g
Alfa-Linolênico	0,20 g/100 g	0,28 g/100 g	0,24 g/100 g
EPA	0,47 g/100 g	0,071 g/100 g (EPA + DHA)	0,037 g/100 g (EPA + DHA)
DHA	0,11 g/100 g		

Fonte: Autora (2025), FAO/WHO/UNU (1985) e EFSA (2010).

Ao observar os dados apresentados no Quadro 3.2, constatou-se que a porção em g/100 g, encontrada nos ácidos linoléico (2,28), EPA (0,20) e DHA (0,11) foram superiores, enquanto que alfa-linolênico (0,20) foi aproximado ao recomendado pela FAO/WHO/UNU (1985) para a ingestão diária. Já para a *European Food Safety Authority* (EFSA) (2010), os valores de referência de IDR para adultos. Nota-se que os valores de FRC são aproximados para ácido linoléico e ácido alfa-linolênico, e FRC superior ao recomendado para EPA e DHA. Em seguida, foi elaborado um fluxograma com a classificação das gorduras em grupos (Figura 3.5), e na Tabela 3.4 foram apresentados os grupos de gorduras e as concentrações de cada uma delas.

Figura 3.5 – Fluxograma da caracterização dos lipídios



Fonte: Autora (2025).

Tabela 3.4 – Grupos de gorduras e concentrações presentes na farinha

Característica	Concentração (g/100 g)
Saturados	3,15
Insaturados	5,64
Ômega 3	0,8
Ômega 6	2,5
Ômega 9	2,03
Monoinssaturados	2,16
Polinssaturados	3,48
Trans	0

Fonte: Autora (2025).

Nota-se a maior concentração em g/100 g de gorduras insaturadas (5,64), que são compostas pelos monoinsaturados (2,16), poli-insaturados (3,48). E não houve a presença de gordura trans. Os insaturados são caracterizados pelos ácidos palmitolêico, olêico, linolêico, alfa-linolênico, cis-11,14-eicosadienóico, cis-11-eicosenóico, cis-11,14,17-eicosatrienóico, araquidônico, cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenóico, cis-13,16-docosadienóico, cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenóico e nervonato de metila. Já o grupo de gorduras saturadas (3,15 g/100 g) é composto pelos ácidos mirístico, pentadecanóico, palmítico, heptadecanóico, esteárico e tricosanóico.

Calixto (2016) afirma que os ácidos graxos são moléculas não produzidas pelo ser humano, e, portanto, precisam ser adquiridas através do consumo alimentar, pois são essenciais para o funcionamento do organismo. Gulzar et al. (2020) afirmam que o camarão apresenta altos teores de ácidos graxos, que podem variar de acordo com a espécie, a localização, estação do ano, dentre outros. Marques (2018) retrata a importância de uma dieta saudável a partir do consumo de alimentos que sejam ricos em ácidos graxos insaturados, com ênfase no ômega-3 e no ômega-6, que são responsáveis por reduzir os níveis de colesterol “ruim”, LDL (*Low-Density Lipoprotein*), e por aumentar o colesterol “bom”, HDL (*High-Density Lipoprotein*).

O ácido linoleico (ômega 6) e o alfa-linolênico são componentes relevantes para a saúde, pois atuam na síntese de hemoglobina, na transferência de oxigênio para o sangue, auxiliam as funções do cérebro e estão relacionados aos impulsos nervosos. O ômega 6 é o precursor do ácido araquidônico, e o alfa-linolênico é o precursor do EPA e DHA, sendo este, diretamente associado à saúde cardiovascular, e aquele, vital à saúde materno-infantil, além de estar relacionado ao sistema cerebral e ao desenvolvimento da visão (Calixto, 2016; Ribeiro; Olivo 2020).

Nirmal et al. (2020) caracterizam alimento funcional como aquele composto de nutrientes ou de compostos bioativos. No Brasil, não há legislação específica sobre a definição de alimento funcional, mas ressalta-se que existem elementos denominados com “propriedade funcional”, em que o nutriente ou não nutriente atua diretamente no metabolismo, na fisiologia e na manutenção de funções vitais, no crescimento e no desenvolvimento humano, a exemplo, cita-se o ômega 3. Além disso, o ácido palmítico e o oléico, também podem ser considerados nutrientes funcionais, pois influenciam diretamente na redução dos riscos de doenças (Brasil, 1999).

4 CONCLUSÃO

A farinha de resíduos de camarão, feita através da secagem dos resíduos em estufa com circulação de ar forçada a 60 °C por 24 horas, apresentou rendimento de 23,42%. Sobre os parâmetros de composição centesimal, obteve-se valores em g/100 g aproximados dos obtidos no Capítulo 2, comprovando a replicabilidade do método. Na análise de minerais, todos os valores encontrados, com exceção do Mg, K, Zn, Mn e Mo foram superiores à recomendação diária na alimentação humana sugerida pela Anvisa.

Para ácidos graxos se obteve maior teor, em g/100 g, de ácido linoléico, oléico, palmítico e, conferindo também, EPA e DHA. Além disso, observou-se a concentração em g/100 g de gorduras insaturadas e saturadas, e destacou-se a presença de ômega 3, ômega 6 e ômega 9. A FRC apresentou valores aproximados da ingestão diária recomendada pela EFSA. Por fim, conclui-se que a FRC apresentou excelentes parâmetros nutricionais, e atende a definição de alimentos com propriedade funcional, se destacando, assim, por sua potencialidade em servir de base alimentar para a formulação de diversos alimentos.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Antônia Fádias Valentim. Métodos Cromatográficos. **ABEU**. Fortaleza. 2019.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 18^o ed., Gaithersburg: Published by **AOAC International**. Washington DC. 2005.

BRASIL. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou

de saúde em sua rotulagem. Ministério da Saúde, ANVISA, Brasília, DF, **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 03 de maio de 1999. Retificado pelo DOU nº 87-E, de 10 de maio de 1999. Republicada em DOU nº 236-E, de 10 de dezembro de 1999.

Disponível em:

https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RES_18_1999_COMP.pdf/dd30fd35-e7ea-4f8d-be72-ae2e439191b0.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais, **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

CALIXTO, F. A. A. Processamento De Salga Úmida E Defumação À Quente Da Carne De Bijupirá (*Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766): Análises químicas, bacteriológicas, parasitológicas e sensoriais. **Tese** (Doutorado). Universidade Federal Fluminense. 2016.

CHAKRAVARTY, J.; EDWARDS, T. A. Innovation from waste with biomass-derived chitin and chitosan as green and sustainable polymer: a review. **Energy Nexus**, p. 100149. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100149>.

DOS SANTOS, J.; DA SILVA BORGES, A.; NUNES, T. P.; DA SILVA, F. L. A. T.; DA SILVA ARAUJO, R. R.; FANCHIOTTI, F. E.; CONSTANT, P. B. L. Biscoito salgado com adição de resíduo de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*): desenvolvimento e aspectos sensoriais. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 4, p. 1836-1847, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv21n4-006>.

EFSA. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. **EFSA Journal** 8(3): 1461. 2010.

EMBRAPA. VIEIRA, S. G. A.; FOGAÇA, F. H. dos S.; FERREIRA, I. A.; RODRIGUES, A. A. D; GOMES, T. N. Técnicas para elaboração da farinha de cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*). **Circular Técnica**. Teresina-PI: EMBRAPA. 2011.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action. Rome. **FAO**. 2024. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>.

FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint **FAO/WHO/UNU** expert consultation. World Health Organization Technical Report Series n. 724. Geneva: FAO, 1985.

FOOD AND NUTRITION BOARD OF THE INSTITUTE OF MEDICINE. Potassium. Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. Washington, **D.C. National Academies Press**: 186-268. 2005.

FORGHANI, B.; BORDES, R.; STRÖM, A.; UNDELAND, I. Recovery of a protein-rich biomass from shrimp (*Pandalus borealis*) boiling water: A colloidal study, **Food Chemistry**, Volume 302, 125299, ISSN 0308-8146. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125299>.

GOMES, J. L. S.; DIAS, J. A. R.; RAMOS, A. da S.; BARROS, F. A. L.; CUNHA, F. dos S.; CORDEIRO, C. A. M. Elaboração de macarrão enriquecido com farinha de resíduos do camarão gigante da Malásia. **Agrarian**, ISSN: 1984-2538, v. 13, n. 48, p. 273-279, 2020. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i48.8953>.

GÓMEZ-ESTACA, J.; ALEMAN, A.; LOPEZ-CABALLERO, M. E.; BACCAN, G. C.; MONTERO, P.; GOMEZ-GUILLEN, M. C. Bioaccessibility and antimicrobial properties of a shrimp demineralization extract blended with chitosan as wrapping material in ready-to-eat raw salmon. **Química de Alimentos**, 276p. 342-349. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.031>.

GONÇALVES, A. A.; DOS SANTOS, J. Shrimp processing residue as an alternative ingredient for new product development. **Int J Food Sci Technol**, 54: 2736-2744. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14184>.

GULZAR, S.; RAJU, N.; NAGARAJARAO, R. C.; BENJAKUL, S. Oil and pigments from shrimp processing by-products: Extraction, composition, bioactivities and its application-A review. **Trends in Food Science & Technology**, 100, 307-319. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.005>.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz, versão eletrônica**, p. 1020. 2008.

JIMÉNEZ GÓMEZ, G. del C.; MARTÍNEZ-HERRERA, J.; MARTÍNEZ-LARA, L.; AVENDAÑO-VÁSQUEZ, G. Caracterização físico-química da farinha com base no exoesqueleto de resíduos de camarão obtidos por processos de desidratação. **Agro Productividad**. 2024. DOI: <https://doi.org/10.32854/agrop.v17i6.2807>.

LIU, Z.; LIU, Q.; ZHANG, D.; WEI, S.; SUN, Q.; XIA, Q.; SHI, W.; JI, H.; LIU, S. Comparison of the Proximate Composition and Nutritional Profile of Byproducts and Edible Parts of Five Species of Shrimp. **Foods**. Oct 27;10(11):2603. 2021. DOI: 10.3390/foods10112603.

MARQUES, M. I. S. Os macro e micronutrientes do pescado: recomendações, consumo e benefícios aliados à dieta mediterrânica. **Dissertação** (Mestrado). Instituto Politecnico de Viseu (Portugal). 2018.

MORENO-SADER, K. A.; MARTINEZ-CONSUEGRA, J. D.; GONZÁLEZ-DELGADO, A. D. Development of a biorefinery approach for shrimp processing in North-Colombia: Process simulation and sustainability assessment, **Environmental Technology & Innovation**, Volume 22, 101461, ISSN 2352-1864. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101461>

NASCIMENTO, C. S. B.; SANTOS, D. S.; BATISTA, D. V. V.; PEREIRA-JUNIOR, J. A.; PINHEIRO, A. S. A.; LUTZ, I. A. F.; CORDEIRO, C. A. M. Ciência e Tecnologia do Pescado: Tópicos atuais em pesquisa. Utilização de Farinha de Resíduo do Camarão (*Penaeus Schmitti*) no Desenvolvimento de um Novo Produto. **Editora Científica Digital**. (pp. 81-91). (Capítulo 7). 2023. DOI: <https://doi.org/10.37885/221211348>.

NIRMAL, N. P.; SANTIVARANGKNA, C.; RAJPUT, M. S.; BENJAKUL, S. Trends in shrimp processing waste utilization: An industrial prospective. **Trends in Food Science & Technology**, v. 103, p. 20-35. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.001>. 2020.

OLIVEIRA, F. B. de. Resíduos do camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*): Uma perspectiva culinária e ambiental. 103p. **Dissertação** (Mestrado). Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN, 2022.

OLIVEIRA, T. da S., NETO, P. Z., ENKE, D. B. S. Production and characterization of different products obtained from acid silage of nilotic tilapia, atlantic salmon and shrimp seven barbas waste. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 3(3), 1314–1328. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv3n3-049>.

PÉREZ-CERVERA, C.; ALEÁN, M.; MARTÍNEZ-NAVARRO, L. K.; TAVERA-QUIROZ, M. J.; ANDRADE, R. Influence of Pre-Treatment and Drying Process of the Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) Exoskeleton for Balanced Feed Production. Available at SSRN 4247611. **Heliyon** 9 (2023) e16712. 2022. DOI: doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16712.

RIBEIRO, L. G. T.; OLIVO, R. Desvendando O Paradigma Das Gorduras Saturadas E Do Colesterol Parte 3: Inflamações Crônicas Causadas Por Ômega-6, Gorduras Trans E Peroxidação Lipídica. **Brazilian Journal of Surgery & Clinical Research**, 31. (ISSN online: 2317-4404). v. 31, n. 2, 2020.

SANTOS, M. E. G.; SILVA, J. de F. X. da; SILVA, A. P. de A. P. da. Elaboração de produtos proteicos a partir dos resíduos do processamento do camarão espigão (*Xiphopenaeus kroyeri*): estratégia para redução dos impactos ambientais. **Revista Delos**, 18(63), e3594. 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/rdelosv18.n63-084>.

SAVAY-DA-SILVA, L. K.; VIEIRA, S. G. A.; SANTOS-FILHO, L. A.; PEREIRA, A. M. L.; MAGALHÃES, J. A.; FOGAÇA, F. D. S. Qualidade nutricional da farinha de subprodutos de camarão *Litopenaeus vannamei*. **VII Simpósio de Controle de Qualidade do Pescado**, São Paulo. 2016.

STATSOFT, Inc., **Tulsa, OK.**: STATISTICA, Version 12. (2014).

YULIANTO, T.; PUTRI, D. S.; MIRANTI, S.; PUTRA, W. K. A. Utilization of shrimp shell waste as alternative raw for mariculture. In E3S Web of Conferences (Vol. 324, p. 03006). **EDP Sciences**. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132403006>

Capítulo 4

CARACTERIZAÇÃO DOS BISCOITOS: PERSPECTIVAS NUTRICIONAIS

RESUMO

A produção de camarão no Brasil apresentou grande crescimento na última década, sendo o Nordeste reconhecido como grande propulsor da carcinicultura. Contudo, os resíduos desperdiçados no processamento causam severa poluição. Esses resíduos possuem alto teor nutricional e apresentam viabilidade alimentar, e a partir deles pode ser elaborada farinha que servirá de ingrediente para produtos funcionais de alto valor agregado. Assim, objetivou-se realizar o enriquecimento em 3 formulações de biscoitos com farinha de resíduos de camarão e avaliar o seu teor nutritivo. Os biscoitos foram feitos de forma artesanal, utilizando-se os seguintes ingredientes: ovo, manteiga, sal, farinha de trigo sem fermento, farinha de resíduos de camarão (FRC) e água até deixar a massa homogênea. Para a incorporação na massa foram acrescentados 20, 30 e 40% de FRC, logo após foram assados em forno doméstico. Fez-se a análise bromatológica e de minerais. Os resultados de composição centesimal dos biscoitos foram submetidos à análise descritiva, ao teste de normalidade, de homogeneidade, análise de variância, e teste de *Tukey* a 5% de probabilidade, foram apresentadas as médias das duplicatas das análises de minerais. Os tratamentos foram denominados de: B20 (20% FRC), B30 (30% FRC) e B40 (40% FRC). Houve diferença estatística entre as análises de umidade, proteínas, cinzas e carboidratos. Observou-se que o tratamento B40 apresentou, em g/100 g, o menor teor de umidade (1,98), e o maior teor de proteínas (32,20), além de conferir lipídios (17,10), cinzas (7,56) e carboidratos (41,10), sugerindo ser o biscoito com maior conteúdo nutricional. Sobre os minerais, fez-se a comparação dos resultados dos biscoitos com os dados sobre a ingestão diária recomendada (IDR), e observou-se que os valores de todos os biscoitos, exceto magnésio, potássio, zinco, manganês e molibdênio, foram acima da IDR. Dessa forma, conclui-se que a FRC conferiu valor agregado aos biscoitos, que possuem proteínas de alta qualidade, lipídios com ácidos graxos, macro e micronutrientes. Assim, o reaproveitamento dos resíduos de camarão contribui para alimentos com potencial nutricional, conferindo a diminuição do impacto ambiental além de possíveis retornos econômicos.

Palavras-chave: Camarão; Enriquecimento nutricional; Potencial alimentar; Reaproveitamento.

ABSTRACT

Shrimp production in Brazil has grown significantly in the last decade, with the Northeast region being recognized as one of the main drivers of shrimp farming. However, the wastes wasted during processing cause severe pollution. These wastes have high nutritional content and are edible, and flour can be produced from them, which can be used as an ingredient in high-value functional products. Thus, the aim of this study was to enrich three biscuit formulations with shrimp waste flour and evaluate their nutritional content. The cookies were made by hand using the following ingredients: egg, butter, salt, unleavened wheat flour, shrimp waste flour (SWF), and water until the dough was homogeneous. To incorporate the dough, 20, 30, and 40% SWF were added, and then the biscuits were baked in a domestic oven. Bromatological and mineral analyses were performed. The results of the centesimal composition of the cookies were subjected to descriptive analysis, normality test, homogeneity test, analysis of variance and Tukey's test at 5% probability, and the means of the duplicates of the mineral analyses were presented. The treatments were named: B20 (20% CRF), B30 (30% CRF) and B40 (40% CRF). There was a statistical difference between the analyses of moisture, proteins, ashes and carbohydrates. It was observed that the B40 treatment presented, in g/100 g, the lowest moisture content (1.98), and the highest protein content (32.20), in addition to conferring lipids (17.10), ashes (7.56) and carbohydrates (41.10), suggesting that it is the cookie with the highest nutritional content. Regarding minerals, the results of the cookies were compared with the recommended daily intake (RDI) data, and it was observed that the values of all cookies, except magnesium, potassium, zinc, manganese and molybdenum, were above the RDI. Thus, it is concluded that the RDI provided added value to the cookies, which have high-quality proteins, lipids with fatty acids, macro and micronutrients. Thus, the reuse of shrimp waste contributes to foods with nutritional potential, providing a reduction in environmental impact, in addition to a possible economic return.

Keywords: Shrimp; Nutritional enrichment; Food potential; Reuse

1 INTRODUÇÃO

A Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC, 2022) aponta que, na atualidade, a produção de camarão no Brasil apresentou uma média de crescimento de 10% na última década, com destaque para a criação do *Penaeus vannamei*. A região Nordeste é reconhecida como grande propulsora da carcinicultura, sendo o estado do Ceará responsável pela produção de 55.600 toneladas no ano de 2022 (ABCC, 2022), e que obteve crescimento de 30% comparado à marca de 72.688 toneladas registrada em 2023 (IBGE, 2023a).

O estado conta com 1.865 fazendas localizadas em 62 municípios, sendo que a cidade de Limoeiro do Norte ocupa a 6º posição no *ranking* cearense em produção de camarão (IBGE, 2023b). A atividade de carcinicultura apresenta importante ascensão no aspecto econômico e social; contudo, deve-se atentar para as questões além da produção, que se não observadas se tornam árduas problemáticas.

Em geral, no processamento do camarão há a remoção de alguns de seus componentes, carapaça e apêndices denominados de cefalotórax, além da casca e da cauda, todos esses representam aproximadamente 52% de seu peso total (Heu; Kim; Shahid, 2003). Esses resíduos gerados no beneficiamento promovem alto desperdício na indústria alimentícia, além de comumente serem descartados de forma ambientalmente incorreta, o que pode ocasionar eutrofização nos recursos hídricos devido aos seus altos valores de nutrientes de nitrogênio e fósforo (Melo; Magalhães, 2020).

Assim, a utilização dos resíduos deve contribuir para a diminuição da poluição ambiental, com o aproveitamento dos subprodutos do camarão, na redução do custo global da produção, de forma a obter margem de lucro de peças antes não beneficiadas e garantir a segurança alimentar devido ao alto potencial nutritivo contido no cefalotórax (Fernandes, 2009).

Os resíduos provenientes das beneficiadoras de pescado são importantes fontes proteicas caracterizadas por possuírem alto valor biológico e, a partir deles, podem ser utilizados em alimentos (Pires et al., 2014; Oliveira; Neto; Enke, 2020). Sousa et al. (2018) elaboraram salgadinhos com incremento de resíduos de camarão, e notaram que o produto foi apropriado ao consumo humano, além de ter obtido boa aceitabilidade sensorial e intenção de compra, como também a análise bromatológica constatar alto valor nutricional. Assim, objetivou-se realizar o enriquecimento em 3 (três) formulações de biscoitos com farinha de resíduos de camarão e avaliar o seu teor nutritivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Elaboração do biscoito

Os biscoitos foram feitos de forma artesanal, utilizando-se os seguintes ingredientes: ovo, manteiga, sal, farinha de trigo sem fermento, farinha de resíduos de camarão (FRC) e água até a massa ficar homogênea. Para a incorporação na massa foram acrescentados 20, 30 e 40% de FRC, conforme exposto na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Formulação de biscoitos com diferentes formulações em 100g de massa

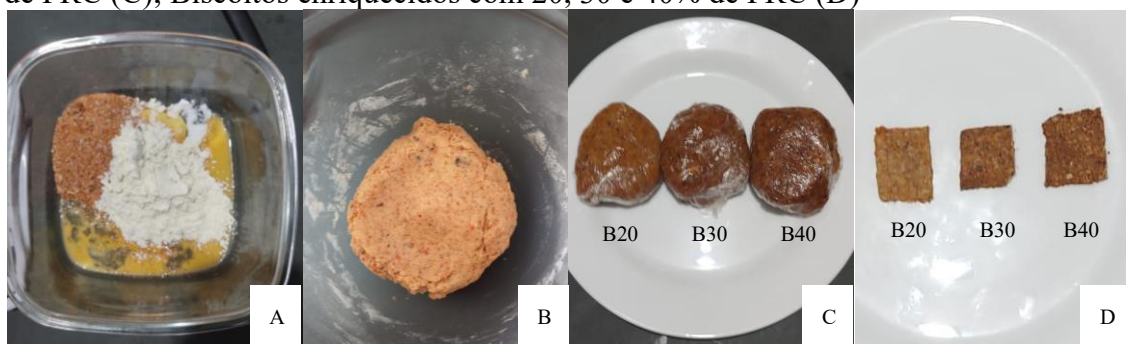
20% FRC	30% FRC	40% FRC
25 g ovo	25 g ovo	25 g ovo
10 g manteiga	10 g manteiga	10 g manteiga
1 g sal	1 g sal	1 g sal
20 g FRC	30 g FRC	40 g FRC
44 g trigo sem fermento	34 g trigo sem fermento	24 g trigo sem fermento

Fonte: Autora (2025).

Na Tabela 4.1 foram apresentadas as quantidades em gramas de cada um dos ingredientes. Utilizou-se a mesma quantidade de ovo, manteiga e sal para elaboração das massas, diferenciou-se, contudo, na quantidade de FRC, em que se estabeleceu a formulação de 20, 30 e 40%, e de farinha de trigo sem fermento, em que, quanto maior o teor de FRC, menor o teor de farinha de trigo. A obtenção de FRC foi feita de acordo com a metodologia da Embrapa (2011) adaptada, e foi descrita de forma detalhada no Capítulo 2. Logo após a pesagem de cada um dos ingredientes, Figura 4.1 (A), eles foram misturados manualmente até a formação de massa homogênea, conforme exposto na Figura 4.1 (B).

Cada uma das massas obtidas permaneceu em descanso por alguns minutos, e foram acondicionadas em papel insulfilm transparente, Figura 4.1 (C). Em seguida foi aberta com rolo para massas, foram feitos cortes em pequenos pedaços da massa e colocados em bandejas inox. Logo após, foram colocados em forno doméstico, marca Fischer, a 180 °C por 15 minutos. Depois de prontos, os biscoitos foram deixados em bancada para esfriar em temperatura ambiente, conforme apresentado na Figura 4.1 (D). Após esse processo, os biscoitos foram acondicionados em embalagens plásticas para seguirem à etapa laboratorial.

Figura 4.1 – Mistura de ingredientes (A); Massa homogênea (B); Massas de 20, 30 e 40% de FRC (C); Biscoitos enriquecidos com 20, 30 e 40% de FRC (D)



Fonte: Autora (2025).

2.2 Análise Laboratorial

Após elaborados os biscoitos com diferentes formulações, cada embalagem das formulações dos biscoitos foi aberta no laboratório, e fez-se a maceração com o auxílio de almofariz e pistilo, até obter a farinha de cada um deles.

Fez-se a denominação dos tratamentos, de acordo com a porcentagem de incremento de FRC colocados na receita, sendo as formulações: B20 (20% FRC), B30 (30% FRC) e B40 (40% FRC), Figura 4.2, que seguiram para análise centesimal, em triplicata, e para a análise de minerais, feita em duplicata.

Figura 4.2 – Farinha dos biscoitos de FRC



Fonte: Autora (2025).

2.2.1 Análise de Composição Centesimal

A caracterização dos biscoitos enriquecidos com FRC foi feita no Laboratório de Química de Alimentos do IFCE *campus* Limoeiro do Norte, por meio da composição centesimal de umidade, proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos (IAL, 2008).

A umidade (U) foi feita por método gravimétrico em estufa a 105 °C até peso constante, método 012/IV. A proteína bruta (PB) foi determinada pelo teor de nitrogênio

total, com as etapas de digestão, destilação e titulação, através do método de *Kjedahl*, metodologia 036/IV. A extração de lipídios totais (LT) foi feita pelo método de *Soxhlet*, metodologia 032/IV. Determinaram-se as cinzas (CZ) pelo método gravimétrico, após a carbonização da matéria orgânica em mufla a 550 °C, método 336/IV. E a quantificação de carboidratos (CB) foi feita por diferença.

2.2.2 Análise de Minerais

As amostras de farinhas dos biscoitos foram encaminhadas para o Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará (NUTEC), para a realização da análise de minerais dos biscoitos. A determinação de metais foi baseada no método 209/IV do IAL (2008), com a pesagem em balança analítica de 0,5 g de cada uma das amostras de farinha dos biscoitos enriquecidos com FRC, que foram colocadas em digestor, *vial* específico para micro-ondas.

A análise da amostra foi feita em duplicata, e os minerais foram lidos no equipamento ICP-OES, divididos em dois grupos, sendo o Grupo I: selênio (Se), molibdênio (Mo), cromo (Cr) e manganês (Mn); e o Grupo II: cálcio (Ca), ferro (Fe), magnésio (Mg), zinco (Zn), fósforo (P), cobre (Cu), e potássio (K).

2.3 Análise Estatística

Os resultados de composição centesimal dos biscoitos foram submetidos à análise descritiva, ao teste de normalidade (*Shapiro-Wilk*), de homogeneidade (*Levene*), à análise de variância (ANOVA), e quando apresentou diferença estatística, as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade, utilizando o software STATISTICA versão 12 (STATSOFT, 2014), e das análises de minerais foram apresentadas as médias das duplicatas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição centesimal

A Tabela 4.2, apresenta os resultados do Teste de Normalidade (*Shapiro-Wilk*) realizados da composição centesimal das farinhas dos biscoitos. Todos os valores de p foram superiores a 0,05, determinando assim, a normalidade dos parâmetros analisados.

Tabela 4.2 – Teste de Normalidade (*Shapiro-Wilk*) das amostras de biscoitos

Parâmetros	W	p
Umidade	0,91	0,31
Proteínas	0,91	0,37
Lipídeos	0,91	0,33
Cinzas	0,90	0,29
Carboidratos	0,88	0,17

Fonte: Autora (2025).

A Tabela 4.3, mostra os resultados do Teste da Homogeneidade das variâncias (*Levene*), realizados da composição centesimal. Observou-se os valores de $p > 0,05$, exceto em proteínas, conferindo padrão de homogeneidade dos parâmetros analisados.

Tabela 4.3 – Teste da Homogeneidade das variâncias (*Levene*) das amostras de biscoitos

Parâmetros	F	gl1	gl2	p
Umidade	0,10	2	6	0,90
Proteínas	6.056	2	6	0,04
Lipídeos	2.240	2	6	0,18
Cinzas	0,54	2	6	0,60
Carboidratos	3.094	2	6	0,11

Fonte: Autora (2025).

Na Tabela 4.4, observa-se os valores da Análise de Variância (ANOVA) da composição centesimal. Foi determinado $p < 0,05$, demonstrando assim, que houve diferença estatística entre os resultados de umidade, proteínas e cinzas.

Tabela 4.4 – Análise de Variância (ANOVA) das amostras de biscoitos

Parâmetros	F	gl1	gl2	p
Umidade	141.032	2	3,94	< ,001
Proteínas	963.636	2	2,80	< ,001
Lipídeos	0,32	2	3,26	0,746
Cinzas	155.571	2	3,93	< ,001
Carboidratos	7.219	2	0.01	0,070

Fonte: Autora (2025).

Logo após, fez-se o Teste de *Tukey* a 5% de probabilidade, para se determinar quais tratamentos apresentaram diferença estatística entre si. Na Tabela 4.5 foram apresentados as médias e o desvio padrão, em que, médias seguidas de mesma letra na coluna são iguais estatisticamente. Os tratamentos foram denominados da seguinte forma: B20 (20% FRC), B30 (30% FRC) e B40 (40% FRC).

Tabela 4.5 – Média e Desvio-Padrão das amostras de biscoitos

Tratamentos	Análise de Composição Centesimal (g/100 g)				
	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	Carboidratos
B20	6,24c ± 0,33	23,20a ± 0,07	15,70a ± 3,26	5,33a ± 0,23	49,50b ± 3,36
B30	3,24b ± 0,29	28,70b ± 0,71	17,80a ± 2,52	9,53c ± 0,32	40,70a ± 2,98
B40	1,98a ± 0,24	32,20c ± 0,32	17,10a ± 1,05	7,56b ± 0,23	41,10a ± 0,88

Fonte: Autora (2025). B20: enriquecimento com 20% de FRC; B30: enriquecimento com 30% de FRC; B40: enriquecimento com 40% de FRC. Letras diferentes na mesma coluna representam diferença estatística entre os tratamentos com $p < 0,05$.

Observou-se que houve diferença estatística entre todos os tratamentos no parâmetro de umidade, com menor valor para B40 (1,98 g/100 g). Contudo, foi observado que todas as amostras apresentaram teor de umidade inferior a 10%, esse fator é relevante, pois quanto menor a umidade, menor os riscos de deterioração por microrganismos e maior preservação dos componentes nutricionais.

Para a análise de proteínas houve diferença estatística entre todos os tratamentos, com o maior teor em B40 (32,3 g/100 g), esse valor pode ser justificado pelo fato de a amostra ter sido incrementada com maior quantidade de FRC. Desse modo, ratifica-se que, é possível recuperar componentes valiosos dos resíduos de camarão para promover agregação de valor em produtos alimentícios, por meio de processos tecnológicos eficientes de elaboração de farinhas que adicionam sabor, possuem potencial proteico, além de diversos outros nutrientes (Sousa et al., 2018). Deepika et al. (2022) realizaram a adição de exsudato da cabeça de camarão na elaboração de snacks, e determinaram que houve o aumento no valor de proteínas, conferindo maior teor nutricional ao produto.

Gonçalves e Dos Santos (2019) elaboraram dois produtos a partir dos resíduos de camarão, sendo a farinha de camarão apimentada e o biscoito, e encontraram os teores de proteína próximos ao desta pesquisa, com 40,13% e 20,52%, respectivamente, constatando que o resíduo do camarão *P. vannamei* é um ingrediente promissor a ser utilizado na indústria alimentícia.

Em lipídios não houve diferença estatística entre os tratamentos. A análise de cinzas apresentou diferença estatística entre todos os tratamentos, com menor valor em B20 (5,33 g/100 g) e maior valor para B30 (9,53 g/100 g). E para carboidratos não houve diferença estatística entre B30 e B40, mas houve em B20, que apresentou o maior valor (49,50 g/100 g). Observou-se que o tratamento B40 apresentou em g/100 g o menor teor de umidade (1,98), e o maior teor de proteínas (32,20), além de lipídios (17,10), cinzas (7,56) e carboidratos (41,10), sugerindo ser o biscoito com maior conteúdo nutricional.

Santos et al. (2025) corroboram com a ideia de que a farinha dos subprodutos do camarão, por conferir alto teor nutricional, tem o potencial de se criar e formular novos alimentos. Anggraeni et al. (2020) igualmente afirmam que os subprodutos do camarão podem ser utilizados como ingredientes, a fim de adicionarem teor proteico em alimentos, como tem sido feito industrialmente em alguns biscoitos. Djalal et al. (2023) promoveram estudos com farinha da casca do camarão *P. vannamei* para a elaboração de bife *tempeh*, e encontraram de 17 a 21% de proteínas, esse valor reitera o caráter promissor da adição da farinha residual de camarão em diversos alimentos.

No Quadro 4.1, fez-se o comparativo dos resultados de composição centesimal de cada formulação dos biscoitos com os valores encontrados na literatura.

Quadro 4.1 – Comparação de resultados encontrados no presente estudo com a literatura

Tratamentos	Parâmetros da Análise de Composição Centesimal (g/100 g)					Referência Metodológica
	U	PB	LT	CZ	CB	
B20	6,24	23,20	15,70	5,33	49,50	Autora (2025)
B30	3,24	28,70	17,80	9,53	40,70	
B40	1,98	32,20	17,10	7,56	41,10	
Biscoito de farinha de cefalotórax	6,10	16,93	21,10	7,99	47,88	Oliveira (2022)
Biscoito de farinha de exoesqueleto	4,72	20,52	14,21	7,81	52,74	Gonçalves e Dos Santos (2019)

Fonte: Autora (2025).

A partir da análise do Quadro 4.1, pode-se perceber que os valores de umidade dos tratamentos B30 e B40 foram inferiores ao encontrado pelos autores, conferindo melhor característica ao produto, enquanto B20 se aproximou ao de Oliveira (2022), que também realizou análises no camarão cinza. O alto teor de umidade pode ocasionar o

aparecimento de microrganismos e o seu rápido crescimento, ocasionando a deterioração do alimento.

Para proteínas, os tratamentos deste estudo foram superiores aos da literatura, demonstrando que as formulações são ricas em teor proteico. A ingestão de proteínas é fundamental para a saúde humana, por conferir aminoácidos essenciais que participam de reações metabólicas e manutenção dos organismos vivos (Sousa et al., 2018).

Em lipídios, B20, B30 e B40 foram superiores ao biscoito de Gonçalves e Dos Santos (2019), que também avaliaram o teor no camarão *P. vannamei*, mas foram inferiores ao encontrado por Oliveira (2022). De acordo com Sousa et al. (2018), os lipídios têm grande importância pela atuação direta na absorção de vitaminas lipossolúveis, além do armazenamento de energia e do fornecimento de ácidos graxos essenciais. Para cinzas, apenas B40 se aproximou dos valores de ambos autores, esse conteúdo é caracterizado pelos elementos minerais. Em carboidratos, B30 e B40 foram inferiores ao da literatura.

Em suas pesquisas, Bernardino Filho et al. (2019), Tahim, Damaceno, Araújo (2019) e Oliveira (2022) relataram que, o uso dos resíduos de camarão para a formulação de produtos alimentícios é um ingrediente viável, visto que, reaproveita integralmente o material residual. Além disso, Gonçalves e Dos Santos (2019) corroboram que o material proveniente da filetagem do camarão é inovador para a indústria de alimentos.

3.2 Minerais

Fez-se a comparação dos resultados encontrados nos biscoitos com os dados da Resolução - RDC Nº 269, de 22 de setembro de 2005 do Ministério da Saúde, (Brasil, 2005), que retrata sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de minerais para adultos, e também o valor de potássio de acordo com *Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine* (2005), conforme expresso no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Comparativo entre valores de minerais em biscoitos e o recomendado pela Anvisa, e de potássio (K) pelo *Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine* (continuação)

Minerais	B20 (mg/100g)	B30 (mg/100g)	B40 (mg/100g)	IDR (mg)
Ca	1.389	2.136	2.558	1.000
Mg	58	86	99	260
P	589	809	1.103	700

*K	175	204	229	*4.700
Fe	6,95	7,82	9,21	14,00
Zn	2,13	3,04	3,54	7,00
Mn	0,62	0,77	0,92	2,30
Cu	<LD	0,31	0,94	0,90
Mo	0,01	0,01	0,01	0,04
Cr	0,02	0,03	0,04	0,03
Se	0,03	0,05	0,07	0,03

Fontes: Autora (2025), Brasil (2005) e **Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine* (2005).

De acordo com os valores acima, observa-se que o valor dos minerais presentes nos biscoitos foi superior à recomendação diária na alimentação humana sugerida pela Anvisa em todos os tratamentos nos seguintes elementos: Ca e Se; e de B30 e B40 os elementos P e Cr. Os valores comprovam que os tratamentos seriam eficientes na contribuição de macro e micronutrientes na alimentação humana. Nascimento (2023) enfatiza que a casca e o cefalotórax do camarão possuem grande quantidade de minerais inorgânicos, que são fundamentais por fazer nas reações metabólicas.

Binalshikh-Abubkr, Hanafiah, Das (2021) corroboram que os minerais são elementos importantes e a sua ingestão é necessária para o funcionamento metabólico do corpo. Os autores apresentaram em seus resultados, as concentrações de minerais presentes em resíduos de camarão submetidos à secagem em forno. Encontraram valores, em mg/100g, de Ca (6.974), Mg (1.758), P (474), K (153); e dos minerais traços em mg/100g, de Fe (2,35), Zn (2,77), Mn (1,72), Cu (0,17), Cr (0,15), Se (0,05).

4 CONCLUSÃO

Observou-se que o tratamento B40 apresentou o menor teor de umidade, fator importante, pois tem menor risco de deterioração por microrganismos e ocorre a maior preservação dos componentes alimentares. Também, apresentou o maior teor de proteínas, além de conferir lipídios, sugerindo ser o biscoito com maior conteúdo nutricional. Sobre os minerais, os resultados dos biscoitos foram superiores à recomendação diária na alimentação humana da Anvisa, em todos os tratamentos nos elementos: Ca e Se; e em B30 e B40 de P e Cr. Os valores comprovam que os tratamentos seriam eficientes na contribuição de macro e micronutrientes na alimentação humana.

Dessa forma, conclui-se que a B40 foi a formulação mais promissora, e que a FRC conferiu valor nutricional aos biscoitos, porque possuem proteínas, lipídios com ácidos graxos importantes, além dos macros e micronutrientes. Assim, o reaproveitamento dos

resíduos de camarão contribui para alimentos com valor nutricional, diminuição do impacto ambiental, iniciativa de sustentabilidade no setor industrial. Sugere-se, em trabalhos futuros, realizar a análise microbiológica e sensorial, para que se conheça a aceitabilidade e intenção de compra dos consumidores, além de analisar a vida útil de prateleira da farinha e dos produtos para determinar o prazo de validade deles.

REFERÊNCIAS

ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Revista**. Censo da carcinicultura dos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. 2022. Disponível em: <https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2023/02/Completo_Censo-2022_23_D.pdf>.

ANGGRAENI, S.; HOTIMAH, A. P.; GIRSANG, G. C. S.; RAGADHITA, R.; HOFIFAH, S. N.; NANDIYANTO, A. B. D. Teaching the effect of flour on mechanical properties of shrimp shell crackers ‘kerupuk’ to high school students. **Journal of Engineering Education Transformations**, volume 34, 75-80. (Special Issue). 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.16920/jeet/2020/v34i0/157855>.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais, **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

BERNARDINO FILHO, R.; OSVALDO, S. S.; NAVARRO, L. A. O.; QUEIROGA, A. X. M. de.; OLIVEIRA, S. N.; OLIVEIRA, M. N.; VASCONCELOS, U. A. A. Elaboration of Aromatic Extracts From the Industrial Waste of White Shrimp. **Journal of Agricultural Science**; Vol. 11, No. 6; 218-224. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n6p218>.

BINALSHIKH-ABUBKR, T.; HANAFIAH, M. M.; DAS, S. K. Proximate chemical composition of dried shrimp and tilapia waste bioflocs produced by two drying methods. **Journal of Marine Science and Engineering**, v. 9, n. 2, p. 193, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse9020193>.

DEEPIKA, B.; DHANAPAL, K.; MADHAVAN, N.; MADHAVI, K.; PRAVEEN KUMAR, G.; MANIKANDAN, V. Características funcionais e bioquímicas de salgadinhos extrusados enriquecidos com pó de peixe e exsudato de cabeça de camarão durante as condições de armazenamento. **World Journal of Nutrition and Food Science**. 2(1): 1006. 2022.

DJALAL, M.; FATHANAH, N.; HIDAYAT, S. H.; AINANI, A. F.; YOLANDA, D. S.; SURIADI, A. N. F. Utilization of shrimp shell as a substitute ingredient in mineral and protein enrichment of tempeh steak product. In **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science** (Vol. 1230, No. 1, p. 012178). IOP Publishing. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1230/1/012178>

EMBRAPA. VIEIRA, S. G. A.; FOGAÇA, F. H. dos S.; FERREIRA, I. A.; RODRIGUES, A. A. D; GOMES, T. N. Técnicas para elaboração da farinha de cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*). **Circular Técnica**. Teresina-PI: EMBRAPA. 2011.

FERNANDES, T. M. Aproveitamento dos subprodutos da indústria de beneficiamento do camarão na produção de farinha. 84p. **Dissertação** (Mestrado). Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). João Pessoa-PB. 2009.

FOOD AND NUTRITION BOARD OF THE INSTITUTE OF MEDICINE. Potassium. Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. Washington, **D.C. National Academies Press**: 186-268. 2005.

GONÇALVES, A. A.; DOS SANTOS, J. Shrimp processing residue as an alternative ingredient for new product development. **International Journal of Food Science & Technology**, 54: 2736-2744. 2019. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14184>

HEU, M.; KIM, J.; SHAHIDI, F. Components and nutritional quality of shrimp processing by-products. **Food Chemistry**, v. 82, n. 2, p. 235-242, 2003.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, versão eletrônica, p. 1020. 2008.

IBGE. Aquicultura, Camarão, Quantidade produzida. **Pesquisa**. 2023a. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>>

IBGE. Aquicultura, Camarão, Ranking de produção por cidades. **Pesquisa**. 2023b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/limoeiro-do-norte/pesquisa/18/16459?tipo=ranking>

MELO, M. J. de; MAGALHÃES, V. da C. Otimização da obtenção de quitosana proveniente da quitina de camarão-sete-barbas e sua aplicação em colunas de adsorção. 2020. 59p. **Monografia**. Tecnologia em Processos Químicos. Faculdade de Tecnologia de Campinas. Campinas-SP, 2020.

NASCIMENTO, N. do. Desenvolvimento de salgadinho tipo chips adicionado de farinha da casca do camarão. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Alimentos, Fortaleza, 2023.

OLIVEIRA, F. B. de. Resíduos do camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*): Uma perspectiva culinária e ambiental. 2022. 103p. **Dissertação** (Mestrado). Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN, 2022.

OLIVEIRA, T. da S.; NETO, P. Z.; ENKE, D. B. S. Production and characterization of different products obtained from acid silage of nilotic tilapia, atlantic salmon and

shrimp seven barbas waste. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 3(3), 1314–1328. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv3n3-049>

PIRES, D. R.; MORAIS, A. C. N. de; COSTA, J. F. da; GÓES, L. C. D. S. de A.; OLIVEIRA, G. M. de. Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: Aplicação e viabilidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, ISSN-e 1981-8203, v. 9, n. 5, p. 6, 2014. Disponível em:<<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7389661>>

SANTOS, M. E. G.; SILVA, J. de F. X. da; SILVA, A. P. de A. P. da. Elaboração de produtos proteicos a partir dos resíduos do processamento do camarão espigão (*Xiphopenaeus kroyeri*): estratégia para redução dos impactos ambientais. **Revista Delos**, 18(63), e3594. 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/rdelosv18.n63-084>.

SOUSA, G. S.; SILVA, M. T. G da.; CUNHA, D. A. S.; SANTOS, E. C. B. Elaboração e caracterização de alimento funcional enriquecido com proteína de camarão. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, 11(2), 1-9. 2018. DOI: <https://doi.org/10.18817/repesca.v11i2.1622>

STATSOFT, Inc., **Tulsa**, OK.: STATISTICA, Version 12. (2014).

TAHIM, E.F.; DAMACENO, K. S. F. S. C. Trajetória Tecnológica e Sustentabilidade Ambiental na cadeia de Produção da carcinicultura no Brasil. **RESP**, Piracicaba- SP, vol. 57, nº 01, p. 093-108, jan./marc. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790570106>