

CARACTERIZAÇÃO ISOTÓPICA DA FARINHA DOS RESÍDUOS ORIUNDOS DO PROCESSAMENTO DO CAMARÃO *Litopenaeus* *vannamei*

Raíssa Barreto da Silva¹

Francisco Andry Marques Freitas²

Lavinia Santos de Oliveira³

Luísa Santos Amado⁴

Sandra Soares dos Santos (orientadora)⁵

Tárcio Henrique Ribeiro dos Santos (co-orientador)⁶

Naiana Dias dos Santos⁷

RESUMO: O *Litopenaeus vannamei* é o camarão mais cultivado na aquicultura. Além da alta produção, destaca-se pelo valor nutricional. Indústrias inovam para criar produtos à base de camarão, atendendo às demandas dos consumidores e destacando-se no mercado. As principais formas de comercialização do camarão são in natura ou filé. Uma das formas de aproveitar integralmente os resíduos oriundo do processamento do camarão é a produção de farinha. O tipo de processamento ou beneficiamento que o camarão é submetido, pode dificultar a identificação da espécie pelo consumidor, facilitando a realização de fraudes. O uso de isótopos estáveis de carbono permite caracterizar o material estudado. Assim, fraudes podem ser identificadas pelas variações de $\delta^{13}\text{C}$ conforme a origem e alimentação do camarão. O trabalho teve como objetivo, caracterizar os valores da composição isotópica do carbono ($\delta^{13}\text{C}$) da farinha produzida a partir dos resíduos oriundos do processamento do camarão *Litopenaeus vannamei* criado em cativeiro. As amostras de carapaça, cefalotórax, intestino e farinha de camarão, foram preparadas e encaminhadas para análise isotópica. Os resultados obtidos permitem caracterizar isotopicamente a farinha de camarão e determinar a porcentagem de contribuição de suas fontes. Isotopicamente, a farinha de camarão apresentou uma maior contribuição do sistema gastrointestinal. A espectrometria de massa de razão isotópica demonstrou ser uma técnica analítica eficaz para caracterizar a farinha obtida a partir dos resíduos de camarão, embora sejam necessários mais estudos para aprimorar essa aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: Farinha de camarão; isótopos; carbono.

INTRODUÇÃO

A carcinicultura vem se destacando, por suprir a maior parte da demanda mundial por camarão, isso devido à estagnação dos estoques causada pela atividade

¹ Egressa do Curso Técnico Integrado em Aquicultura, IFBA. E-mail: raissabsilva01@gmail.com

² Egresso do Curso Técnico Integrado em Aquicultura, IFBA. Graduando em Pedagogia UNEB. E-mail: franciscoandry6@gmail.com

³ Egressa do Curso Técnico Integrado em Aquicultura, IFBA. Graduanda em Nutrição, FAZAG. E-mail: laviniasantosdeoliveira40@gmail.com

⁴ Egressa do Curso Técnico Integrado em Aquicultura, IFBA. E-mail: luisasantos4532@gmail.com

⁵ Mestra em Ciência Animal, UFRB. Docente no IFBA. E-mail: sandrasoares@ifba.edu.br

⁶ Doutor em Física, UFBA. Docente no IFBA – Valença. E-mail: tarcio.santos@ifba.edu.br

⁷ Mestra em Geoquímica, UFBA. E-mail: naiana.dias@ufba.br

pesqueira. Em 2022, 71,6 % do camarão produzido no mundo foi proveniente da carcinicultura. A Ásia e a América Latina são as responsáveis pela produção mundial de camarão da espécie *Litopenaeus vannamei*, espécie mais cultivada na aquicultura mundial devido ao seu rápido crescimento, resistência a condições adversas e alta aceitação no mercado (FAO, 2024).

O Brasil, apesar do potencial para aquicultura, contribui com apenas 2% da produção mundial de camarão, apresentando uma taxa média de crescimento anual de 17,6% nos últimos cinco anos. Em 2023, o Nordeste foi responsável por 99,6% da produção de camarão no país, sendo que os estados do Ceará e Rio Grande do Norte lideram essa produção na região (VIDAL, 2024).

Além do aumento da produção, o camarão vem se destacando por ser rico em nutrientes, como o ômega 3 e 6; vitaminas B, E e D, minerais, proteínas, selênio e ferro. Em 100 g de camarão há cerca de 17 g de proteína (OLIVEIRA e SENA, 2024). Isso aumenta a sua popularidade, pois vem sendo reconhecido como importante fonte de nutrientes para a saúde humana. Por isso, as indústrias precisam inovar e desenvolver produtos à base de camarão a fim de atender as necessidades dos consumidores e se destacar no mercado (GONÇALVES, 2021).

As principais formas de comercialização do camarão são in natura ou filé. A filetagem consiste na remoção da carapaça e cabeça (cefalotórax). Posteriormente são aplicados cortes que especificam o produto (COSTA e SANTANA, 2022).

Entretanto, a indústria do processamento do camarão gera resíduos como cabeças e carapaças, que podem ser transformados em coprodutos alimentícios de considerável valor nutricional. Isso também ajuda a reduzir os impactos ambientais nos ecossistemas terrestres e aquáticos causados pelo descarte incorreto desses resíduos (SILVA, 2023).

Dentre as formas de aproveitamento integral dos resíduos de camarão, destaca-se a produção de farinha, que além de proporcionar benefícios econômicos e ambientais, oferece uma fonte significativa de proteínas e minerais podendo ser incorporada em rações para animais e até mesmo na elaboração de produtos destinados ao consumo humano (SANTOS *et al.*, 2017).

Logo, o tipo de processamento ou beneficiamento a que o camarão é submetido, pode dificultar a identificação da espécie pelo consumidor, facilitando a

realização de fraudes, pelas quais espécies de alto valor comercial são substituídas por outras de valor inferior, por parte dos componentes da cadeia produtiva do pescado ou pelos comerciantes (MOORE *et al.*, 2012).

A fraude em pescados infelizmente existe no mundo inteiro. Essa prática resulta em impactos na economia local, conservação e saúde humana, além de infringir diretamente os direitos do consumidor (PEREIRA, 2020).

Para a identificação de fraudes em pescados e outros tipos de alimentos, como carnes, vinhos e azeite de oliva, existem várias ferramentas associadas ao reconhecimento de produtos. Entre elas, destacam-se os isótopos estáveis, utilizados como traçadores naturais de origem e processos nos diversos setores. No ramo da caracterização geográfica e autenticação de produtos alimentícios, os isótopos mais analisados são os de carbono, nitrogênio, oxigênio, hidrogênio e enxofre (CNOHS), além do elemento “pesado” estrôncio, conforme apresentado por Ducatti (2007).

Os isótopos são átomos do mesmo elemento químico, que se diferenciam em número de nêutrons e massas. O diferente número de massa dos isótopos permite a sua identificação, por espectrometria de massa de razão isotópica e sua utilização em estudos geológicos e ambientais (ARAÚJO, 2010).

Neste sentido, o uso dos isótopos estáveis do carbono possibilita caracterizar o material que está sendo estudado. Dessa forma, fraudes podem ser detectadas, pois, dependendo da origem do camarão (cativeiro ou selvagem) e da sua alimentação, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ sofrem variações que podem ser detectadas.

A utilização da técnica de isótopos estáveis na produção da farinha de camarão pode possibilitar avaliar o fracionamento isotópico durante o processo de produção e caracterizar isotopicamente a farinha produzida a partir apenas do camarão. Esta caracterização isotópica desempenha um papel significativo na caracterização da matéria-prima e na avaliação da integridade da farinha ao longo da cadeia produtiva, possibilitando ao consumidor a garantia de adquirir um produto seguro e confiável, ou seja, sem adulteração. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo, caracterizar os valores da composição isotópica do carbono ($\delta^{13}\text{C}$) da farinha produzida a partir dos resíduos oriundos do processamento do camarão *Litopenaeus vannamei* criado em cativeiro.

1 METODOLOGIA

1.1 MATÉRIA-PRIMA

Foram doados 6 kg de camarões, *Litopenaeus vannamei*, pela empresa Valença da Bahia Maricultura (VBM Maricultura), localizada na estrada Valença – Guaibim, km 12,5, Valença-Bahia. Os camarões foram transportados para o Laboratório de Tecnologia do Pescado, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - Campus Valença em caixa de isopor. Ao chegar no laboratório, a matéria-prima foi armazenada no congelador com temperatura de aproximadamente - 18 °C (Figura 1).

Figura 1. Camarão doado pela VBM Maricultura



Fonte: Acervo dos autores

1.2 PRODUÇÃO DA FARINHA DE CAMARÃO

A farinha de camarão foi produzida no Laboratório de Tecnologia do Pescado – IFBA – Campus Valença. No dia anterior à produção, os camarões foram submetidos ao descongelamento em geladeira, sob temperatura de resfriamento.

Inicialmente, os camarões foram lavados em água corrente e submetidos ao processo de filetagem. Posteriormente, os resíduos oriundos desse processo, cabeça e carapaça, foram cozidos com a própria água liberada durante o cozimento e 20 g de sal até a fervura (Figura 2).

Figura 2. Processamento do camarão (A) e cocção das cabeças e carapaças (B)



Fonte: Acervo dos autores

Após essa etapa, as cabeças e carapaças foram depositadas em bandejas de inox e conduzidas ao processo de secagem em forno elétrico (Forno Combinado Programável - Wictory) a uma temperatura de 60° C por 7 horas (Figura 3).

Figura 3. Processo de secagem das cabeças e carapaças



Fonte: Acervo dos autores

Em seguida, foram trituradas em liquidificador doméstico obtendo-se a farinha de camarão (Figura 4).

Figura 4 - Processo de obtenção da farinha de camarão



Fonte: Acervo dos autores

1.3 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras para análise isotópica foram coletadas, no Laboratório de Tecnologia do Pescado – IFBA – Campus Valença. Antes do processo de filetagem, foram selecionadas aleatoriamente cinco amostras de camarões. Esses camarões foram lavados com água destilada e retirada a carapaça, músculo e intestino (Figura 5).

Figura 5 - Retirada das amostras para análise isotópica



Fonte: Acervo dos autores

Em seguida acondicionados separadamente em recipientes de vidros e submetidos ao processo de secagem à temperatura entre 40 °C e 50 °C em forno elétrico até a secagem total (Figura 6).

Figura 6. Secagem das amostras



Fonte: Acervo dos autores

Ao término da secagem as amostras de carapaça, músculo e intestino foram maceradas e acondicionadas em recipientes plásticos estéreis, foi também retirada uma amostra da farinha de camarão (Figura 7). Todas as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Isótopos Estáveis (LISE) localizado no Laboratório de Física Nuclear Aplicada da Universidade Federal da Bahia – Campus Salvador para realização da análise isotópica.

Figura 7. Amostras encaminhadas para análise isotópica



Fonte: Acervo dos autores

1.4 ANÁLISE ISOTÓPICA

O Espectrômetro de Massa de Razão Isotópica (IRMS) utilizado neste trabalho só permite a entrada da amostra na forma gasosa. Sendo assim, as amostras

precisaram ser convertidas em CO₂. No entanto, cada amostra foi pesada (menos de 1 mg) em cápsulas de estanho em balança analítica. Após a pesagem foram colocadas no amostrador automático do Analisador Elementar da Costech acoplado ao IRMS, para posteriormente serem submetidas à combustão à temperatura de 1020 °C sob fluxo contínuo de hélio para formação do CO₂. As análises isotópicas das amostras foram realizadas no IRMS modelo Delta V Advantage da Thermo-Finnigan (Figura 8).

Figura 8. Imagem dos equipamentos utilizados para análise isotópica



Fonte: Laboratório de Isótopos Estáveis

Em uma mesma rotina de análise as amostras foram colocadas em padrões de referência cujos valores são conhecidos pela comunidade científica para realização da correção das amostras e, conseqüentemente, determinação dos valores em relação a estes padrões. Os padrões utilizados foram o USGS41 ($\delta^{13}\text{C} = 36,55 \text{ ‰}$) e USGS 40 ($\delta^{13}\text{C} = -26,39 \text{ ‰}$).

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A farinha conseguiu manter características como cor, sabor e aroma típicos do camarão. Ressaltando que ela foi produzida a partir do aproveitamento dos resíduos gerados da filetagem do camarão. Estes resíduos foram constituídos pela carapaça e a cabeça do camarão, onde se encontram todos os órgãos e o sistema gastrointestinal.

Na Tabela 1 encontram-se os resultados isotópicos calibrados das amostras da carapaça, músculo, intestino e a farinha.

Tabela 1. Resultados isotópicos das amostras

<i>Amostras</i>	<i>Massa (mg)</i>	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
<i>Farinha de camarão</i>	0,6	-16,63
<i>Intestino</i>	0,6	-16,90
<i>Músculo</i>	0,8	-12,90
<i>Carapaça</i>	0,5	-12,50

A partir dos resultados encontrados percebe-se uma maior proximidade entre os valores isotópicos obtidos para a farinha e o intestino. Entretanto, o intestino analisado se refere à parte que se estende no músculo da região abdominal.

Dessa forma, pode-se observar que a farinha do camarão, isotopicamente, sofre maior contribuição do sistema gastrointestinal. Utilizando o princípio de mistura isotópica é possível calcular as porcentagens de contribuição de cada fonte no produto final. Assim, o $\delta^{13}\text{C}$ da farinha ($\delta^{13}\text{C}_F$) é a contribuição do $\delta^{13}\text{C}$ da carapaça ($\delta^{13}\text{C}_C$) e o $\delta^{13}\text{C}$ do intestino ($\delta^{13}\text{C}_I$), sendo escrito da seguinte forma:

$$\delta^{13}\text{C}_F = A\delta^{13}\text{C}_C + B\delta^{13}\text{C}_I$$

Na fórmula supracitada, A e B são os coeficientes a determinar. Apenas duas fontes contribuem para o produto final, assim, $A + B = 1$. Com isso, observa-se que o sistema gastrointestinal do camarão contribui com 94% para o valor isotópico da farinha e a carapaça com 6%.

A presente pesquisa trata-se de um experimento aparentemente inédito, pois não foi encontrada nenhuma fonte bibliográfica que relatasse a utilização da avaliação da composição isotópica do carbono ($\delta^{13}\text{C}$) em produtos ou coprodutos oriundos de pescados, especificamente o camarão.

Isótopos estáveis têm sido utilizados em estudos com organismos aquáticos, como por exemplo: distinção entre peixes da aquicultura e da natureza (SANT'ANA, *et al.*, 2010; BELL, *et al.*, 2007; SERRANO, *et al.*, 2007); determinação de origem geográfica de espécies e alimentos (LIMA *et al.*, 2011; LUYKX e VAN RUTH, 2008); avaliação de fonte de energia para camarão (ABREU *et al.*, 2007; BURFORD, *et al.*, 2002).

Ducatti (2007), destaca que a aplicabilidade dos isótopos estáveis na aquicultura, aliada ao entendimento da variabilidade isotópica natural e ao uso criterioso das razões $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$; $^2\text{H}/^1\text{H}$; $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$; $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ e $^{36}\text{S}/^{34}\text{S}$, representa um avanço significativo nas suas diversas áreas.

Logo, o interesse do consumidor em conhecer a origem e a qualidade dos produtos consumidos tem aumentado, resultando na realização de mais pesquisas sobre métodos que permitam a certificação de origem e qualidade de produtos de origem animal. Portanto, é recomendada a continuidade dessa pesquisa para explorar aplicações da análise isotópica em produtos e coprodutos oriundos de pescados.

3 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pode-se caracterizar isotopicamente a farinha de camarão e a porcentagem de contribuição de suas fontes.

Isotopicamente, a farinha do camarão sofreu maior contribuição do sistema gastrointestinal.

O uso da espectrometria de massa de razão isotópica se mostrou uma boa técnica analítica para caracterizar a farinha obtida a partir dos resíduos do camarão, necessitando da realização de mais estudos para uma melhor análise dessa aplicação.

REFERÊNCIAS

ABREU, P.C.; BALLESTER, E.L.C.; ODEBRECHT, C.; WASIELESKY JR., W.CAVALLI, R.O.; GRANÉLI, W.; ANESIO, A.M. Importance of biofilm as food source for Shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) evaluated by stable isotopes ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$). *In: Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.347, p.88-96, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/229113535_Importance_of_biofilm_as_food

_source_for_shrimp_Farfantepenaues_paulensis_evaluated_by_stable_isotopes_d13C_and_d15N. Acesso em: 31 jan. 2025

ALBARÈDE, F. **Geoquímica**: uma introdução. São Paulo: Oficina de Textos, 400 p. 2011.

ARAUJO, P. C. **Isótopos estáveis na rastreabilidade de farinha de origem animal na alimentação de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu [s.n.], 49 f., 2010. Disponível em: <chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fmvz.unesp.br/Home/ensino/pos-graduacao768/zootecnia/dissertacoes/teses/priscila-cavalca-de-araujo.pdf>. Acesso em: 09 fev.2025

BELL J.G.; PRESTON T.; HENDERSON R.J. *et al.* Discrimination of wild and cultured European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) using chemical and isotopic analyses. *In: Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 p, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/6242585_Discrimination_of_Wild_and_Cultured_European_Sea_Bass_Dicentrarchus_labrax_Using_Chemical_and_Isotopic_Analyses. Acesso em: 22 jan. 2025

BURFORD, M.A.; PRESTON, N.P. GLIBERT, P.M.; DENNISON, W.C. Tracing the fate of 15N-enriched feed in an intensive shrimp system. *In: Aquaculture*, v. 206, p.199-216. 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/29467444_Tracing_the_fate_of_15Nenriched_feed_in_an_intensive_shrimp_system. Acesso em: 10 mar. 2025

COSTA, M. C.; SANTANA, F. M. S. Aproveitamento integral do camarão-cinza *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) na elaboração de produtos para o consumo humano. *In: Natural Resources*, v.12, n.1, p.1-11, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2022.001.0001>. Acesso em: 12 fev. 2025

DUCATTI, C. Aplicação dos isótopos estáveis em aquicultura. *In: Revista Brasileira de Zootecnia*. Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 36, p. 1-10, 2007. Disponível em; <http://hdl.handle.net/11449/30783>. Acesso em: 22 jan.2025

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Painel de consulta estatística. Produção aquícola global (quantidade)**. 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/fishery/statistics-query/en/aquaculture>. Acesso em:09 fev. 2025

GONÇALVES, A. A. Tecnologias do Processamento do Camarão e seus Benefícios para Comercialização. *In: Revista da ABCC*. v.3, p.59-65, 2021. Disponível em: <https://abccam.com.br/2021/07/tecnologias-do-processamento-do-camarao-e-seus-beneficios-para-comercializacao/>. Acesso em: 23 fev. 2025

LIMA, E.J.V.M.O.; SANT'ANA, L.S.; DUCATTI, C. *et al.* The use of stable isotopes for authentication of gadoid fish species. *In: European Food Research & Technology*,

v. 232, p. 97-101, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/808>. Acesso em: 16 jan. 2025

LUYKX, D.M.A.M.; VAN RUTH, S.M. An overview of analytical methods for determining the geographical origin of food products. *In: Food Chemistry*, v. 107, p. 897-911, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/223839825_An_overview_of_analytical_methods_for_determining_the_geographical_origin_of_food_products. Acesso em: 12 nov. 2024

MOORE, Michelle M. *et al.* Updates to the FDA single laboratory validated method for DNA barcoding for the species identification of fish. [S.l.]: **Laboratory Information Bulletin** - DFS/ORAFDA. 24 p. LIB n.: 4528. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Michelle_Moore9/publication/271769495_Updates_to_the_FDA_single_laboratory_validated_method_for_DNA_barcoding_for_the_species_identification_of_fish/links/54d165ca0cf25ba0f0413212/Updates-to-the-FDA-single-laboratory-validated-method-for-DNA-barcoding-for-the-speciesidentification-of-fish.pdf. Acesso em: 22 nov. 2024

OLIVEIRA, A. G. J.; SENA, J. R. A Paraíba se Destaca Como Sendo o Segundo Estado Brasileiro a Introduzir o Camarão na Merenda Escolar, Incluindo essa Proteína Nobre na Alimentação das Crianças dos Municípios de Itabaiana, João Pessoa e Salgado de São Félix. *In: Revista ABCC @abccamarao* · Ano XXVI Nº 2 · p. 34-35, Agosto 2024. Disponível em: https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2024/08/Abcc_Agosto_Revista_2024_web-2-1.pdf. Acesso em: 22 jan. 2025

PEREIRA, V. L. **Verificação da autenticidade da identificação de espécies de pescados comercializados com diferentes formas de processos em supermercados e mercados de Maceió por meio da técnica de DNA barcoding**. 2020. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/7755>. Acesso em: 10 mar. 2025

SANTOS, W. M. S.; VALENTE, B. V.; NADALETTI, W. C.; QUADRO, M. S.; PIENIZ, S.; ANDREAZZA, R.; DEMARCO, C. F. Production of flour as a tool for valuation of the fish residu-es. *In: Ciência e Natura*, v. 39, n. 3, p. 767-771, 2017. DOI:10.5902/2179460X28032.

SERRANO, R.; BLANES, M.A.; ORERO, L. **Stable isotope determination in wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*) tissues from the western Mediterranean**. *Chemosphere*, v. 69, n. 7, p. 1075-1080, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.04.034>. Acesso em: 22 jan. 2025.

SILVA, L. M. F. P. **Utilização do resíduo de casca de camarão: definições, características e potencialidades**. 2023. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias,

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em:
<http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/73646>. **Acesso em:** 30 jan.2025

VIDAL, M. F. CARCINICULTURA. *In*: **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 9, n. 343, 2024. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/3086>.
Acesso em: 09 fev. 2025