

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora Isadora Santos Decanini Marangoni, o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de 17/09/2027.

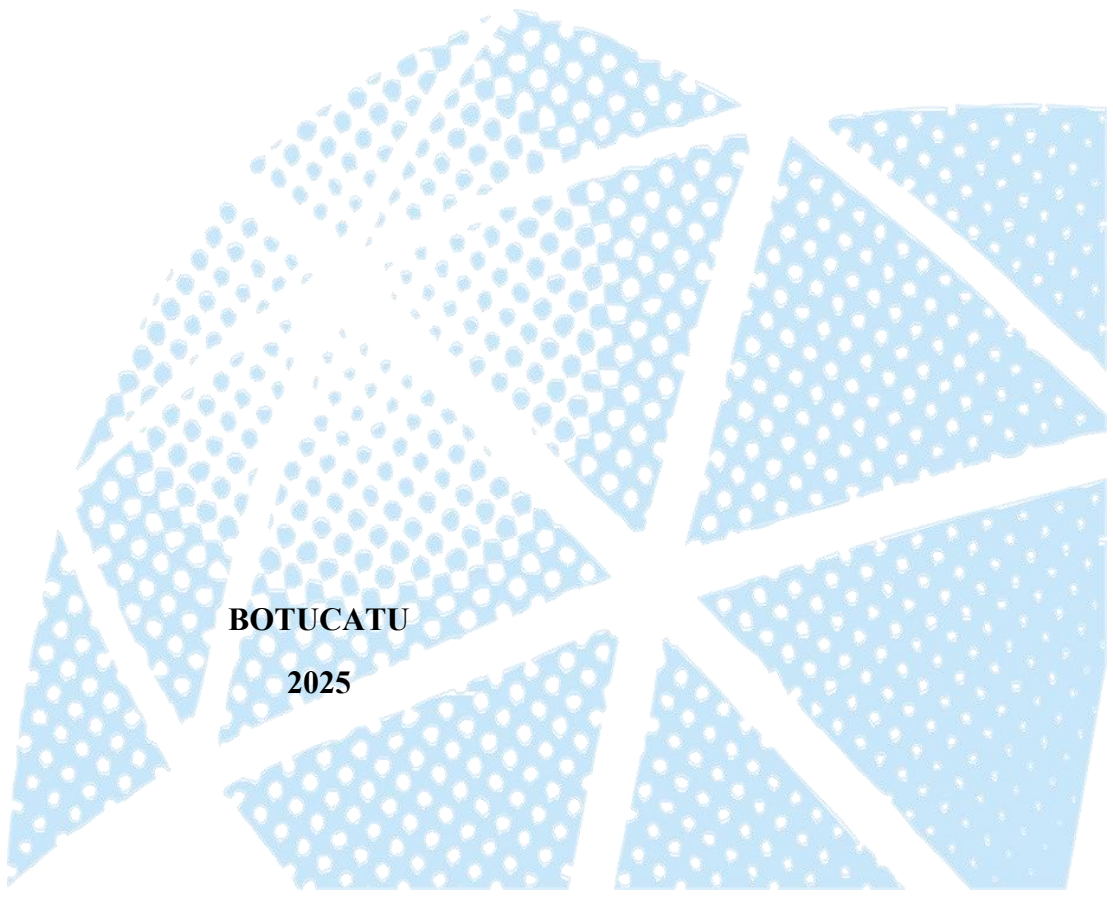
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Instituto de Biociências – Campus de Botucatu

ISADORA SANTOS DECANINI MARANGONI

**ASSINATURAS ISOTÓPICAS EM DIFERENTES TECIDOS DO CAMARÃO-
BRANCO *Litopenaeus schmitti* (BURKENROAD, 1936) NO LITORAL NORTE DO
ESTADO DE SÃO PAULO**

BOTUCATU

2025



ISADORA SANTOS DECANINI MARANGONI

**ASSINATURAS ISOTÓPICAS EM DIFERENTES TECIDOS DO CAMARÃO-
BRANCO *Litopenaeus schmitti* (BURKENROAD, 1936) NO LITORAL NORTE DO
ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Instituto de Biociências
campus Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas.

Área de Concentração Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Leão Castilho

BOTUCATU

2025

M311a Marangoni, Isadora Santos Decanini
Assinaturas isotópicas em diferentes tecidos do camarão-branco
Litopenaeus schmitti (Burkenroad, 1936) no litoral norte do estado de
São Paulo / Isadora Santos Decanini Marangoni. -- Botucatu, 2025
42 p. : tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Biociências, Botucatu
Orientador: Antonio Leão Castilho

1. Zoologia de Invertebrados. 2. *Litopenaeus schmitti*. 3. Ecologia
isotópica. 4. Nicho isotópico. I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE ISADORA SANTOS DECANINI MARANGONI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA), DO INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS - CÂMPUS DE BOTUCATU.

Aos 11 dias do mês de julho do ano de 2025, às 8h30min, no(a) Anfiteatro da Pós-Graduação, Central de Aulas 2 e Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de ISADORA SANTOS DECANINI MARANGONI, intitulada **Assinaturas Isotópicas em diferentes tecidos do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (BURKENROAD, 1936) no litoral norte do estado de São Paulo**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. ANTONIO LEÃO CASTILHO (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Departamento de Biodiversidade e Bioestatística / Instituto de Biociências de Botucatu UnespCâmpus de Botucatu, Prof. Dr. ROGERIO CAETANO DA COSTA (Participação Presencial) do(a) Departamento de Ciências Biológicas / Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP campus Bauru, Profa. Dra. ADRIANE CRISTINA ARAÚJO BRAGA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Biologia, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde / Universidade Federal do Espírito Santo. Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: APROVADA. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Documento assinado digitalmente

ANTONIO LEAO CASTILHO

Data: 14/07/2025 19:28:26-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. ANTONIO LEÃO CASTILHO

Agradecimentos

Primeiramente, quero expressar minha profunda gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Leão Castilho, por ter “aberto as portas” do LABIAQUA (Laboratório de Biologia de Invertebrados Aquáticos) para que eu pudesse voltar para a pesquisa e assim entrar no mundo da carcinologia. Agradeço também por acreditar no meu potencial desde o início, por sua orientação, suporte e confiança, que foram fundamentais para que eu superasse os desafios dessa jornada.

Um agradecimento especial ao professor Dr. Vladimir Eliodoro Costa, cuja dedicação e disponibilidade para esclarecer dúvidas, auxiliar nas análises e acompanhar os experimentos foram indispensáveis para o sucesso deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa (88887.903765/2023-00) que viabilizou esta etapa da minha formação, meu sincero reconhecimento.

À minha família, meu eterno agradecimento. Aos meus pais, Célio e Alexandra, e à minha querida tia Mônica, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Ao meu irmão, por sempre torcer por mim e celebrar cada conquista.

Ao meu companheiro de vida, Filipe, por estar ao meu lado em todos os momentos, me apoiando, incentivando e, acima de tudo, por acreditar em mim mesmo quando eu mesma duvidava. Obrigada pelo carinho, pela compreensão e por ser meu porto seguro em cada passo dessa jornada.

As minhas amigas que estão espalhadas pelo estado de São Paulo, Helena, Amanda, Isabella (Feliz), Fernanda, que mesmo distantes sempre me apoiaram e me incentivaram a entrar e a permanecer firme no mundo da pesquisa. Da escola para a vida, muito obrigada, meninas!

Aos meus amigos do LABIAQUA, Pedro (Ph), Rafaela, Maria Beatriz (Mabe), Larissa, Renan (Greg), Mateus, Gabriel (Reba), Vinícius, Karen, Luana, obrigada por tornarem os dias no laboratório em momentos tão especiais, repletos de café, risadas, pão de queijo e boas histórias. À Isabela Moraes, minha gratidão por todos os ensinamentos, suportes,

especialmente, por ter me acolhido na casa de seus pais em Caraguatatuba durante as coletas em Ubatuba.

Aos colegas e amigos do departamento de Zoologia, que de tantas formas contribuíram para tornar essa jornada mais leve e prazerosa, meu muito obrigada. Vocês fizeram toda a diferença!

Ao Oseás, pela competência e ajuda essencial durante as expedições de campo. E ao professor Rogério (Cebola), da UNESP *campus* Bauru, por me incluir nas coletas do LABCAM, especialmente nas da Milena, uma grande amiga que tive a sorte de conhecer graças a essas experiências.

Aos técnicos, funcionários e colegas do departamento de Zoologia e do Centro de Isótopos Estáveis (CIE), que me auxiliaram das mais diversas formas, meu reconhecimento por toda a colaboração.

Por fim, quero agradecer a todos que, de alguma maneira, deixaram e ainda deixam um legado positivo na minha vida. Cada um de vocês contribuiu para que eu chegasse até aqui.

*“Tudo o que temos de
decidir é o que fazer com o tempo
que nos é dado.”*
Gandalf, J.R.R. Tolkien

**Assinaturas isotópicas em diferentes tecidos do camarão-branco *Litopenaeus schmitti*
(Burkenroad, 1936) no litoral norte do estado de São Paulo**

Resumo

Este estudo teve como objetivo investigar as diferenças nas assinaturas isotópicas ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{34}\text{S}$) no músculo e na carapaça de *Litopenaeus schmitti*, além de avaliar variações sazonais e diferenças entre sexos, considerando também os efeitos fisiológicos do ciclo de muda. A coleta foi realizada na Enseada de Ubatuba (23°26'S, 45°04'O), localizada no litoral norte do estado de São Paulo, com auxílio de um barco de pesca comercial equipado com redes de arrasto tipo “double-rig”. Foram coletados 70 indivíduos adultos (48 machos e 22 fêmeas) em três estações do ano (inverno, primavera e verão), sendo realizada uma subamostragem de 34 indivíduos para análise isotópica. Os resultados indicaram que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ foram mais elevados no músculo, enquanto os valores de $\delta^{34}\text{S}$ foram mais altos na carapaça, refletindo as distintas taxas de renovação tecidual. Durante o verão, quando todos os indivíduos estavam em estágio pós-muda, foi possível observar alterações nos valores de $\delta^{34}\text{S}$, possivelmente relacionadas à absorção de nutrientes e água durante esse processo fisiológico. As análises sazonais mostraram uma ampla sobreposição isotópica entre inverno e primavera (~88%), mas menor entre essas estações e o verão (~66–68%). Entre os sexos, as elipses de nicho mostraram alta sobreposição, com fêmeas apresentando um nicho mais contido (95% dentro do nicho dos machos) e um padrão bimodal mais acentuado em $\delta^{15}\text{N}$. Os resultados destacam que as assinaturas isotópicas em *L. schmitti* são moldadas por uma interação complexa entre dieta, metabolismo, processos fisiológicos como a muda e variações ambientais sazonais. Este trabalho contribui para a compreensão das dinâmicas tróficas dessa espécie e amplia o uso de isótopos estáveis na ecologia de crustáceos decápodes.

Palavras-chave: carapaça, isótopos estáveis, *Litopenaeus schmitti*, nicho isotópico, músculo.

**Isotopic signatures in different tissues of the white shrimp *Litopenaeus schmitti*
(Burkenroad, 1936) from the northern coast of São Paulo State**

Abstract

This study aimed to investigate differences in the isotopic signatures ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, and $\delta^{34}\text{S}$) of muscle and carapace tissues of *Litopenaeus schmitti*, as well as to assess seasonal variations and sex-related differences, while also considering the physiological effects of the molting cycle. Sampling was conducted in the Ubatuba Bay (23°26'S, 45°04'W), located on the northern coast of São Paulo State, using a commercial fishing vessel equipped with “double-rig” trawl nets. A total of 70 adult individuals (48 males and 22 females) were collected across three seasons (winter, spring, and summer), with a subsample of 34 individuals analyzed for isotopic composition. Results indicated that $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values were higher in muscle tissue, whereas $\delta^{34}\text{S}$ values were higher in the carapace, reflecting distinct tissue turnover rates. During summer, when all individuals were in the post-molt stage, changes in $\delta^{34}\text{S}$ values were observed, possibly related to nutrient and water uptake during this physiological process. Seasonal analyses revealed a broad isotopic overlap between winter and spring (~88%), but a lower overlap between these seasons and summer (~66–68%). Between sexes, niche ellipses showed a high degree of overlap, with females displaying a more constrained niche (95% within that of males) and a more pronounced bimodal pattern in $\delta^{15}\text{N}$. These findings highlight that isotopic signatures in *L. schmitti* are shaped by a complex interaction among diet, metabolism, physiological processes such as molting, and seasonal environmental variations. This study contributes to the understanding of the trophic dynamics of this species and broadens the application of stable isotopes in the ecology of decapod crustaceans.

Keywords: carapace, stable isotopes, *Litopenaeus schmitti*, isotopic niche, muscle.

Sumário

Considerações iniciais	10
Referências	12
Introdução	14
Materiais e Métodos	17
Caracterização da área de estudo	17
Amostragem do material biológico	19
Análise Isotópica	20
Análise de Dados	23
Resultados	24
Discussão	32
Conclusão	34
Referências	35
Considerações finais	41
Apêndice	42

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) é de grande importância ecológica e econômica no Brasil, sendo amplamente explorado pela pesca artesanal e industrial (Barioto *et al.*, 2017). Os adultos habitam águas rasas até 47 metros de profundidade (Silva, 1977; Boos *et al.*, 2016), sendo encontrados em maior abundância entre 15 e 30 metros (Boos *et al.*, 2016). Por outro lado, as pós-larvas são comumente localizadas em baías e estuários (Chagas-Soares *et al.*, 1995). Esse padrão de distribuição está associado ao ciclo de vida da espécie, no qual as fêmeas adultas liberam seus ovos em áreas offshore, permitindo que as larvas sejam transportadas para regiões próximas à costa. Ao atingirem o estágio pós-larva, esses indivíduos migram para regiões estuarinas durante a maré de enchente, onde permanecem por 2 a 3 meses antes de retornarem ao oceano como juvenis (Chagas-Soares *et al.*, 1995).

Considerando essa ampla utilização de habitats, a intensa exploração pesqueira ocorre tanto nos estágios juvenis quanto no adulto. Em estuários, os juvenis são capturados manualmente por meio de apetrechos como o gerival (Gamba, 1994; Dias-Neto, 2011). Já no ambiente marinho, jovens e adultos são capturados por embarcações de arrasto, seja de pequena escala (artesanal) ou industrial, geralmente como captura acessória na pesca direcionada ao camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Santos *et al.*, 2008). Essa exploração contínua pode impactar significativamente o ciclo de vida desses camarões, afetando o recrutamento e a dinâmica populacional (Capparelli *et al.*, 2012).

Apesar de sua relevância ecológica e econômica, ainda existem lacunas sobre a biologia e a ecologia de *L. schmitti*. A baixa longevidade da espécie e sua dependência de ambientes altamente dinâmicos e complexos, que abrangem desde áreas costeiras até estuarinas, reforçam a necessidade de pesquisas mais detalhadas (Abbatepaulo, 2016).

Nesse contexto, uma ferramenta auxiliar para responder a essas questões é a análise de isótopos estáveis, que tem sido amplamente aplicada na ecologia para investigar padrões de migração, uso de habitat e redes tróficas em diferentes organismos aquáticos (Pereira & Benedito, 2007). No caso dos camarões peneídeos, os valores de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{34}\text{S}$ podem fornecer informações valiosas sobre dieta, posição trófica e conectividade entre ambientes marinhos e estuarinos.

De forma geral, os isótopos estáveis são variantes atômicas de um mesmo elemento químico que possuem o mesmo número de prótons, mas diferentes números de nêutrons

(Dawson & Brooks, 2001). Essas diferenças resultam em variações previsíveis na assinatura isotópica entre o músculo e a carapaça dos organismos, refletindo os processos físicos e biológicos que ocorrem no ambiente. Em crustáceos, a composição isotópica pode fornecer informações fundamentais sobre a ecologia, pois integra os processos metabólicos e as fontes de alimento ao longo do tempo (De Aquino Ferreira *et al.*, 2021).

No Brasil, estudos isotópicos já vêm sendo aplicados a diversos organismos marinhos (Ducatti, 2007; Souza-Kruliski, 2011; Galli, 2020; De Aquino Ferreira *et al.*, 2021; Gonçalves, 2023), mas ainda são relativamente escassos para *L. schmitti*. Diante disso, este estudo busca preencher essa lacuna, fornecendo informações inéditas sobre a ecologia trófica da espécie.

Especificamente, a presente pesquisa pretende caracterizar as variações isotópicas entre músculo e carapaça, avaliando possíveis diferenças na incorporação isotópica com diferentes taxas de renovação. Além disso, serão comparadas as assinaturas isotópicas de indivíduos coletados em diferentes estações do ano, investigando potenciais variações sazonais na dieta e no uso do habitat.

Espera-se que os resultados obtidos subsidiem futuras pesquisas, ampliando o conhecimento sobre a ecologia do camarão-branco e contribuindo para estratégias de monitoramento e manejo sustentável deste recurso pesqueiro.

Por fim, esta dissertação foi planejada em formato de artigo científico, organizada nos seguintes tópicos: Diferenças isotópicas entre músculo e carapaça; Influência da muda na composição isotópica; Variações sazonais nas assinaturas isotópicas; Sobreposição de nicho e diferenças entre sexos.

REFERÊNCIAS

- ABBATEPAULO, F. V. Morfometria e Variação espaço-temporal da abundância das Fases Iniciais do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* no estuário de Santos SP, Brasil. 2016.
- BARIOTO, J. G. *et al.* Ecological distribution of *Penaeus schmitti* (Dendrobranchiata: Penaeidae) juveniles and adults on the southern coast of São Paulo state, Brazil. **Marine Biology Research**, v. 13, n. 6, p. 693-703, 2017.
- BOOS, H. *et al.* Avaliação dos camarões peneídeos (Decapoda: Penaeidae). **Livro vermelho dos crustáceos do Brasil: avaliação**, v. 2014, p. 300-317, 2010.
- CAPPARELLI, M. V. *et al.* Ecological distribution of the shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Decapoda, Penaeoidea) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 56, n. 3, p. 173-179, 2012.
- CHAGAS-SOARES, F. das; PEREIRA, O. M.; SANTOS, E. P. dos. Contribuição ao Ciclo Biológico de *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, *Penaeus brasiliensis*, Latreille, 1817 e *Penaeus paulensis*, Perez-Farfante, 1967, na Região Lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 22, n. 1, p. 49-59, 1995.
- DAWSON, T. E.; BROOKS, P. D. Fundamentals of stable isotope chemistry and measurement. Stable isotope techniques in the study of biological processes and functioning of ecosystems, p. 1-18, 2001.
- DE AQUINO FERREIRA, K; BRAGA, A; DI BENEDITTO, A. P. M. Estudos de crustáceos decápodes com isótopos estáveis: **Análise bibliométrica entre 2010 e 2020. Conjecturas**, v. 21, n. 4, p. 462-479, 2021.
- DIAS-NETO, J. Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de camarões marinhos do Brasil. **Série Plano de Gestão Recursos Pesqueiros**, v. 3, 2011.
- DUCATTI, C. Aplicação dos isótopos estáveis em aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1-10, 2007.
- GALLI, G. M. Relações tróficas dos camarões Penaeoidea e fauna acompanhante pescados no litoral de Ubatuba, São Paulo. 2020.
- GAMBA, M. da R. Guia prático de tecnologia de pesca. **Brasília: Cepsul/Ibama**. 50p, 1994.
- GONÇALVES, G. R. L. *et al.* Environmental factors modulated the fatty acid profile of the shrimp *Xiphopenaeus spp.* in Cananéia and Ubatuba on the southeast Brazilian coast. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-14, 2023.
- PEREIRA, A. L.; BENEDITO, E. Isótopos estáveis em estudos ecológicos: métodos, aplicações e perspectivas. 2007.
- SANTOS, J. L. dos; SEVERINO-RODRIGUES, E.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M. Population structure of the white-shrimp *Litopenaeus schmitti* in the estuarine and marine regions of the Baixada Santista, São Paulo, Brazil. **B. Inst. Pesca**, p. 375-389, 2008.

SILVA, O. Aspectos bioecológicos e pesqueiros de três espécies de camarões do gênero *Penaeus* nas Costas do Estado do Rio de Janeiro e Experimentos de Cultivo. 1977.

SOUZA-KRULISKI, C. R. Rastreabilidade em camarões marinhos utilizando a técnica dos isótopos estáveis do carbono e nitrogênio. 2011.