

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Instituto de Biociências – Campus do Litoral Paulista

ANA CAROLINA LOUZÃ SIQUEIRA

Rações contendo antioxidantes extraídos da fauna acompanhante de camarões marinhos: Efeitos sobre a fisiologia do camarão-da-Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*)

São Vicente

2022

ANA CAROLINA LOUZÃ SIQUEIRA

Rações contendo antioxidantes extraídos da fauna acompanhante de camarões marinhos: Efeitos sobre a fisiologia do camarão-da-Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*).

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel, junto ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas com habilitação em Gerenciamento Costeiro, do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus do Litoral Paulista.

Orientadora: Prof^a. Dr.^a Alessandra da Silva Augusto

Coorientadora: Dr^a Tavani Camargo Rocha

São Vicente

2022

S618r	Siqueira, Ana Carolina Louzã Rações contendo antioxidantes extraídos da fauna acompanhante de camarões marinhos: Efeitos sobre a fisiologia do camarão-da-Malásia (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) / Ana Carolina Louzã Siqueira. -- São Vicente, 2022 32 p. : tabs., fotos Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, São Vicente Orientadora: Alessandra da Silva Augusto Coorientadora: Tavaní Rocha Camargo 1. Antioxidantes. 2. Hidrolisados de proteína. 3. <i>Macrobrachium rosenbergii</i>. 4. Fauna Acompanhante. 5. Ração. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, São Vicente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ABSTRACT

The shrimp *Macrobrachium rosenbergii* is the main freshwater shrimp farmed in Brazil and in several other countries. It has ease of management, adaptation to environmental conditions and good acceptance to different diets, being considered a good model for studies aiming the incorporation of feed additives. Our objective was to investigate the physiological effects of adding protein hydrolysates with antioxidant potential in the diet of *M. rosenbergii*. The hydrolysates were extracted from animals that constitute the accompanying fauna of the marine shrimp fishery in the state of São Paulo and that are discarded at sea. The animals were fed for 30 days on a control diet (without hydrolysates) or on a diet containing 10% hydrolysate. All diets were isocaloric and isoproteic. A mesh of physiological processes were evaluated: ingestion, defecation and growth rates, metabolism, nitrogen excretion, feed conversion, hepatosomatic index (HSI) and type of energy substrate oxidized. Animals fed with feed containing 10% protein hydrolysates showed higher 5% intake rate and lower defecation rate 3.012 ± 0.239 (mg MS day⁻¹), suggesting good feed utilization and greater environmental sustainability due to lower feces release rate into the culture medium and effluent. In addition, the group fed feed containing hydrolysates showed higher oxygen consumption rate and nitrogen excretion. However, these physiological responses were not accompanied by a higher growth rate, as the control animals (18%) grew more than the animals fed the feed containing hydrolysates (13%). The feed conversion ratio (FRC) was better in animals fed control feed (6.403 ± 0.613). It is possible that the introduction of the 10% concentration of hydrolysates to the diet was high and affected the absorption of some nutrients, metabolization, excretion and associated energetics. On the other hand, although a higher growth rate is an expected biological response in species of economic interest, other factors such as health, immunity, and reproduction must also be considered. During my Masters work I will evaluate other concentrations of the hydrolysates in the feed for *M. rosenbergii* and also the resilience of the species to different environmental stressors when fed with such additive.

Keyword: Malaysian shrimp, protein hydrolysate, feed, bycatch

RESUMO

O camarão *Macrobrachium rosenbergii* é o principal camarão de água doce cultivado no Brasil e em vários outros países. Ele possui facilidade de manejo, adaptação a condições ambientais e boa aceitação a diferentes dietas, sendo considerado um bom modelo para estudos que visam a incorporação de aditivos na ração. Nosso objetivo foi investigar os efeitos fisiológicos da adição de hidrolisados proteicos com potencial antioxidante na dieta de *M. rosenbergii*. Os hidrolisados foram extraídos de animais que constituem a fauna acompanhante da pesca de camarões marinhos no estado de São Paulo e que são descartados no mar. Os animais foram alimentados durante 30 dias com ração controle (sem hidrolisados) ou com ração contendo 10% de hidrolisado. Todas as dietas foram isocalóricas e isoproteicas. Foi avaliada uma malha de processos fisiológicos: taxas de ingestão, defecação e crescimento, metabolismo, excreção nitrogenada, conversão alimentar, índice hepatossomático (HSI) e tipo de substrato energético oxidado. Animais alimentados com ração contendo 10% de hidrolisados proteicos apresentaram maior taxa de ingestão 5% e menor taxa de defecção $3,012 \pm 0,239$ (mg MS dia⁻¹), sugerindo um bom aproveitamento do alimento e maior sustentabilidade ambiental devido a menor taxa de liberação de fezes no meio de cultivo e efluente. Além disso, o grupo alimentado com ração contendo hidrolisados apresentou maior taxa de consumo de oxigênio e excreção nitrogenada. No entanto, essas respostas fisiológicas não foram acompanhadas de maior taxa de crescimento, uma vez que os animais controles (18%) cresceram mais que os animais alimentados com ração contendo hidrolisados (13%). A taxa de conversão alimentar (FRC) foi melhor nos animais alimentados com ração controle ($6,403 \pm 0,613$). É possível que a introdução da concentração de 10% de hidrolisados à dieta tenha sido elevada e afetado a absorção de alguns nutrientes, metabolização, excreção e energética associada. Por outro lado, embora uma maior taxa de crescimento seja uma resposta biológica esperada em espécies de interesse econômico, outros fatores como saúde, imunidade e reprodução também devem ser considerados. Durante o meu trabalho de mestrado irei avaliar outras concentrações dos hidrolisados na ração para *M. rosenbergii* e também a resiliência da espécie à diferentes estressores ambientais quando alimentada com tal aditivo.

Palavras-chave: camarão da Malásia, hidrolisado proteico, ração, fauna acompanhante.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Taxa de consumo de oxigênio massa-específica ($\mu\text{g}/\text{mg MS}/\text{h}$) de adultos de camarão *M. rosenbergii* exposto a dietas com diferentes níveis de hidrolisado. Letras diferentes indicam diferença estatística.....12

Figura 2 – Excreção de amônia massa-específica ($\mu\text{g}/\text{mg MS}/\text{h}$) de adultos de camarão *M. rosenbergii* exposto a dietas com diferentes níveis de hidrolisado. Letras diferentes indicam diferença estatística.....13

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição das rações controle e experimental formuladas no estudo.....6 a 7

Tabela 2. Taxas diárias de ingestão (C), crescimento (P), respiração (R), excreção (U), fezes (F), relação fezes/ingestão (F/C), taxa média de conversão alimentar (FCR) e energia da amônia e oxigênio (KJ/g) de *M. rosenbergii* alimentados com diferentes níveis de hidrolisados nas rações, sendo 0% controle e 10% com hidrolisado, durante 30 dias. Os dados são apresentados como Média $\pm$ Erro Padrão.....11

Tabela 3. Razão atômica (O:N) e índice hepatossomático (IHS) de *M. rosenbergii* alimentados com diferentes níveis de hidrolisados nas rações, sendo 0% controle e 10% com hidrolisado, durante 30 dias. Os dados são apresentados como Média $\pm$ Erro Padrão.....11

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. MATERIAIS E MÉTODOS	5
2.1 Coleta, Transporte, Aclimação e Manutenção dos Camarões em Laboratório.....	5
2.2 Formulação de rações	5
2.3 Preparo das rações.....	7
2.4 Avaliação da taxa de ingestão (C)	7
2.5 Avaliação do crescimento (P)	7
2.6 Avaliação do Metabolismo (R), excreção de amônia (U) e substrato energético oxidado	8
2.7 Avaliação da taxa de egestão (F)	9
2.8 Exúvia (E)	9
2.9 Índice Hepatosomático	9
2.10 Avaliação da taxa de Conversão Alimentar (FCR).....	9
2.11 Obtenção da Hemolinfa e Avaliação da Osmolalidade	10
2.13 Análise Estatística.....	10
3. RESULTADOS.....	10
3.1 Sobrevivência.....	10

3.2 Ingestão, Egestão, Crescimento e Conversão Alimentar em <i>M. rosenbergii</i>	10
3.3 Índice Hepatosomático e Tipo de Substrato Energético Oxidado.....	11
4. DISCUSSÃO	13
5. AGRADECIMENTOS	16
6. DIFICULDADES ENCONTRADAS NO PERÍODO.....	16
7. REFERÊNCIAS.....	16

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura mundial tem se mostrado uma fonte importante de alimento ao longo dos anos, sendo considerada uma alternativa para manter o abastecimento de animais aquáticos para consumo após a pressão sob os estoques pesqueiros (Subasinghe et al. 2009). A Aquicultura fornece cerca de 46% da produção total de animais no mundo e a aquicultura de águas interiores (água doce e salobras) é responsável por 62% de toda a produção destinada a alimentação (FAO 2020). A produção de animais de água doce apresenta diversidade de tipos de sistemas e valoração econômica, sendo predominantemente realizada por aquicultura familiar e pequenos empreendimentos para consumo regional e local (Naylor et al. 2021).

Um setor de destaque é o setor de carcinicultura. Este setor tem apresentado uma taxa média anual de crescimento de cerca de 10% ao ano e possui grande diversidade de espécies, possibilitando a escolha do cultivo de melhor rentabilidade de acordo com as condições do produtor (Tacon 2020). No Brasil, a carcinicultura de água doce ocorre em 19 estados espalhados pelo país e a principal espécie cultivada é o *Macrobrachium rosenbergii*, conhecido popularmente como camarão da Malásia (Valenti et al. 2021). Esta espécie é cultivada em outros países do mundo como Estados Unidos e principalmente na Ásia, local onde *M. rosenbergii* é nativo (David et al. 2018). O sucesso de criação deste camarão é associado a rusticidade, adaptação rápida aos sistemas de cultivo, aceitação de diferentes dietas e possibilidade de cultivo multitrófico (Radhakrishnan et al. 2015).

O camarão *M. rosenbergii* tem sido bastante utilizado em pesquisas envolvendo testagem de aditivos alimentares. Aditivos são ingredientes inclusos na ração durante o cultivo e que podem influenciar positivamente a qualidade da produção, aumento no desempenho de crescimento e melhora de parâmetros imunológicos (Dawood et al. 2018, Leite et al. 2021, Feng et al. 2019). Aditivos empregados em aquicultura podem ser oriundos de várias fontes como plantas, ácidos orgânicos, levedura, probióticos (microrganismos vivos), resíduos da indústria pesqueira, entre outros (Encarnação 2016, Rathore and Yusufzai 2018). Vários autores têm sugerido que o ambiente marinho pode ser fonte para aditivos alimentares para rações (Pattanaik et al. 2020, Perera et al. 2020). Nesse sentido, a bioprospecção marinha tornou-se uma área de interesse científico porque busca na biodiversidade marinha biomoléculas para diferentes usos na indústria. Alguns autores têm sugerido que a diversidade de compostos funcionais presentes nos animais marinhos está relacionada à adaptação fisiológica dos organismos para sobreviver

nos oceanos, os quais possuem diferentes pressões ambientais (Ameen et al. 2021, Gonçalves and Costa 2021).

Portanto, a fauna marinha tem sido explorada devido a sua diversidade de espécies e a possibilidade de apresentar moléculas com potencial nutracêutico (Šimat et al., 2020). Estudos envolvendo o reaproveitamento do pescado marinho têm mostrado que peixes podem apresentar peptídeos bioativos, com potenciais ganhos fisiológicos, terapêuticos e cosméticos (Ashraf et al., 2020; Venkatesan et al., 2017). Esses peptídeos podem apresentar capacidade antioxidante que reduz o estresse oxidativo devido a manutenção do equilíbrio de espécies reativas de oxigênio (ROS), evitando danos celulares, genéticos, nos lipídios e proteínas, nos meios de cultivo, pode otimizar o crescimento, melhorar os parâmetros imunológicos, além de aumentar a sobrevivência dos animais, processo que aumentaria a rentabilidade da produção (Martínez-Álvarez et al. 2005, Li et al. 2018, Hoseinifar et al. 2020, Abdel-Tawwab et al. 2021). Crustáceos também têm mostrado potencial como fornecedores de moléculas bioativas, quitina, quitosana, peptídeos bioativos e carotenoides (Zou et al. 2021). No entanto, apesar da importância ecológica da biodiversidade marinha para o planeta e potencial fonte de moléculas com interesse biológico, alguns tipos de pescarias com redes têm contribuído para a mortalidade de várias espécies de animais, inclusive recifes de corais. Dentre essa problemática temos o “bycatch” que é a fauna pescada juntamente com espécies de interesse, mas não utilizada pelo mercado pesqueiro, essa prática acarreta na perda de diversidade através da diminuição de uma população e danos ecológicos a cadeia alimentar, além da diminuição de rendimentos financeiros para pescadores (Davies et al. 2009, Chen 2020). Alguns autores tem relatado que no Brasil para cada 1kg de camarões marinhos que são pescados, aproximadamente de 9,3 até 13 kg de fauna acompanhante são capturados, sendo variável dependendo da espécie (Alverson et al. 1994, Kotas 1998, Vianna & Almeida 2005).

Estudos do nosso grupo de pesquisa (Camargo et al. 2021 a,b,c). têm demonstrado que a fauna acompanhante oriunda da pesca de arrasto do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) e do camarão-rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*) no estado de São Paulo após seu processamento, fornece hidrolisados proteicos com potenciais antioxidantes. Tais hidrolisados podem ser incorporados à ração de espécies com interesse econômico para a aquicultura, gerando aproveitamento do “bycatch” e uma solução para o descarte das várias espécies descartadas pelos pescadores diariamente, podendo gerar um valor agregado.

Este projeto tem como objetivo avaliar o efeito da adição de hidrolisado proteico antioxidante na ração do camarão-da-Malásia (*M. rosenbergii*) e seus efeitos na fisiologia deste animal. O hidrolisado possui potencial antioxidante e foi extraído de duas espécies de peixes marinhos (*Paralichthys brasiliensis* e *Micropogonias furnieri*) oriundas da fauna acompanhante camareira do estado de São Paulo. Trata-se de uma importante estratégia para a destinação da fauna acompanhante com potencial antioxidante, que normalmente é descartada sem aproveitamento, podendo fornecer ganhos a aquicultura.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Coleta, Transporte, Aclimação e Manutenção dos Camarões em Laboratório

Camarões da espécie *M. rosenbergii* foram coletados nos viveiros do Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP) de Jaboticabal. Os animais eram machos e estavam na fase juvenil e tinham uma massa de cerca de 3,0 gramas. Os animais foram transportados em caixas contendo água do local de coleta e aeração constante até o Laboratório de Aquicultura Sustentável/FINEP localizado no Instituto de Biociências da UNESP, campus do Litoral Paulista em São Vicente, SP. Os animais foram aclimatados às condições laboratoriais durante quatro dias em aquários individuais de 25L, em água doce (sendo o cloro retirado utilizando tiosulfato de sódio), sob aeração constante, temperatura de 24°C, fotoperíodo natural (12:00 h no escuro, 12:00 h de luminosidade) e alimentados com a ração controle formulada neste estudo. O período de aclimação de quatro dias foi utilizado, pois foi verificado anteriormente em nosso laboratório que este período é suficiente para esta espécie de camarão.

Após a aclimação os animais foram separados em dois grupos (hidrolisado e controle), os animais do grupo controle continuaram sendo alimentados com a ração controle formulada no estudo e o grupo hidrolisado passou a ser alimentado pela ração experimental contendo 10% de hidrolisado. Cada grupo continha 10 animais cada e foram mantidos em condições experimentais durante 30 dias.

2.2 Formulação de rações

As dietas formuladas eram isocalóricas com 32% de proteína, sendo formuladas com uma base comum de ingredientes utilizados na formulação de rações para o cultivo de camarões animais da espécie *M. rosenbergii*. Foram preparados dois tipos diferentes de rações, sendo uma considerada controle devido a ausência de hidrolisado, e a outra ração experimental por

possuir em sua composição 10% do hidrolisado proteico que contém os peptídeos com ação antioxidante. Este hidrolisado foi obtido através das brânquias e músculos das espécies de peixes (*Paralichthys brasiliensis* e *Micropogonias furnieri*), que foram coletados durante a pesca dos camarões (*Xiphopenaeus kroyeri*, *Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*) em Ubatuba, durante o doutorado pela Dra Tavani Rocha Camargo, colaboradora do presente trabalho (Camargo et al., 2020; 2021).

Os cálculos e adequações para formulação da ração foram realizados em colaboração com o Dr Caio Gomez Rodrigues (Diretor Executivo da empresa Camarões Brasil).

Tabela 1. Composição das rações controle e experimental formuladas no estudo

Ingredientes (%)		
	Ração controle	Ração experimental
Farelo de peixe	30,00	16,00
Farinha de vísceras de aves	8,00	7,00
Farelo de trigo	19,00	19,00
Milho	25,00	25,00
Farinha de trigo	10,50	12,00
Celulose	4,00	6,50
Fosfato Bicálcico	2,00	2,50
Calcário	1,00	1,50
Premix	0,50	0,50
Hidrolisado	0	10,00
Composição bromatológica		
MS %	91,28	84,20
PB %	32,06	32,13
EE %	5,63	4,10
MM %	11,34	9,91
FB%	5,77	7,33
ENN %	36,48	30,72
EB kcal/kg	4367,07	4237,37

Ca%	2,38	2,87
P%	1,13	1,35

MS: massa seca. PB: proteína bruta. EE: extrato etéreo. FB: fibra bruta. MM: matéria mineral ou cinzas. EB: energia bruta. ENN: extrativos não nitrogenados. Ca: Cálcio. P: Fósforo.

2.3 Preparo das rações

O processamento das rações foi realizado na sede da Camarões Brasil, seguindo o protocolo semelhante ao utilizado por Signor et al (2011). Todos os ingredientes secos foram pesados e misturados para que fossem finamente moídos em moinho martelo com peneira de porosidade padrão (0,5 mm de diâmetro). Posteriormente, os ingredientes restantes foram pesados e adicionados à mistura de farinha seca, sendo homogeneizados e umedecidos com água à 50°C para a peletização em peletizadora de ração W100 da empresa W&W equipamentos (Capacidade de produção de 100 kg/h). As dietas foram desidratadas em estufa de ventilação forçada (55°C), durante 12 horas. Para facilitar a ingestão pelos camarões no início da experimentação, os pellets foram fracionados obtendo-se grânulos com diâmetro de ± 1.0 mm.

2.4 Avaliação da taxa de ingestão (C)

Os animais foram alimentados diariamente com 7% da biomassa corporal inicial dos indivíduos durante 30 dias. A ração foi fracionada e ofertada às 8:00 da manhã todos os dias durante 30 dias. Os restos dos alimentos foram retirados dos aquários todos os dias após o período de quatro horas por sifonamento, e colocados em estufa (Nova Ética, 4007DE) a 60°C por 48 horas e pesados (Mettler Toledo, 1 µg). As amostras foram armazenadas em tubos Eppendorff e congeladas para a análise energética. A taxa de ingestão foi determinada pela diferença entre a massa do alimento fornecido e os restos que sobraram no aquário (Mettler Toledo, 1 µg). O conteúdo energético do alimento será determinado em um calorímetro (IKA, C2000 Basic).

2.5 Avaliação do crescimento (P)

Os camarões foram pesados (Marte, AS 2000C) no início e final do experimento. No final do experimento (30º dia) os animais foram eutanasiados em gelo, secos em papel absorvente e colocados em estufa (Nova Ética 400-6ND-200C) a 60°C por 48 h e pesados em

balança analítica (Marte, AS 2000C). O ganho de massa, foi obtido a partir da diferença entre o peso úmido final e inicial. O conteúdo energético corporal será determinado em um calorímetro (IKA, C2000 Basic).

2.6 Avaliação do Metabolismo (R), excreção de amônia (U) e substrato energético oxidado

O consumo de oxigênio e a excreção de amônia foi medido no último dia dos experimentos. A avaliação do metabolismo dos camarões foi avaliada pela taxa de consumo de oxigênio, que foi medida por meio de uma câmara respirométrica de acrílico com capacidade para 500 ml de água e equipada com oxímetro e monitor (YSI modelos 53 e 5905, respectivamente). Os animais foram aclimatados nas câmaras respirométricas contendo água doce e aeração por 30 minutos. Após esse período a aeração foi retirada das câmaras e foi realizada a medida inicial da concentração de oxigênio dentro das câmaras. Após 60 minutos foi realizada nova medição. As câmaras foram mantidas tampadas, no escuro e sob temperatura controlada de 28°C. Em todos os experimentos foram feitos brancos, que são câmaras respirométricas sem animais dentro que possuem as mesmas condições experimentais, das quais são medidas a taxa de consumo oxigênio e a excreção de amônia, servindo de dado controle para o estudo. O consumo de oxigênio foi determinado pela diferença na concentração de oxigênio dentro das câmaras no início e final do experimento (após 60 minutos).

$$TR = \{[Co - Cf).V / \Delta T] - f\} / MS$$

TR: taxa respirométrica ($\mu\text{g O}_2/\text{mg MS/h}$)

Co: concentração inicial de oxigênio na câmara ($\text{ml O}_2 / \text{l}$)

Cf: concentração final de oxigênio na câmara ($\text{ml O}_2 / \text{l}$)

V: volume da câmara respirométrica (L)

ΔT : duração do experimento (h)

f: alteração na concentração de oxigênio nas câmaras controles

MS: massa seca do animal (mg)

A excreção de amônia foi medida a partir de amostras de água obtidas das câmaras respirométricas no final de cada experimento do consumo de oxigênio. Variações na concentração amônia foram calculadas pela diferença entre os valores obtidos nas amostras e

nos controles (câmaras sem animais). A concentração de amônia foi determinada por colorimetria (Koroleff, 1983).

O consumo de oxigênio e a excreção de amônia total foram determinados através de taxas individuais ($\text{g ind}^{-1} \text{dia}^{-1}$) e massa seca específica ($\mu\text{g mg}^{-1} \text{massa seca h}^{-1}$). O tipo de substrato energético oxidado foi calculado por meio da relação atômica O/N, dividindo-se a quantidade de oxigênio consumido pela excreção de nitrogênio (mol), o catabolismo de proteínas puras produzirá razões O:N na faixa de 3 a 16, enquanto que quantidades iguais de catabolismo de lipídios e proteínas produzirão valores entre 50 e 60; acima de 60 há predominância de lipídios (Mayzaud & Conover, 1988). O consumo de energia foi convertido em energia como $14,06 \text{ J mg}^{-1} \text{O}_2$ (Gnaiger, 1983) e os valores de excreção foram transformados em energia como $24,87 \text{ mg}^{-1} \text{NH}_3 -\text{N}$ (Lemos et al., 2006).

2.7 Avaliação da taxa de egestão (F)

As fezes liberadas foram quantificadas diariamente por meio da coleta com o auxílio de um sifão seguida por cuidadosa lavagem com água destilada. As amostras de fezes foram secas a 60°C por 48h e pesadas em balança analítica (Metler Toledo Mod. UMX2, precisão de $1 \mu\text{g}$). O conteúdo energético das fezes foi determinado em um calorímetro (IKA, C2000 Basic).

2.8 Exúvia (E)

As exúvias foram retiradas dos aquários e armazenadas em freezer. A energia perdida na muda dos camarões foi quantificada em calorímetro (IKA, C2000 Basic).

2.9 Índice Hepatossomático

O hepatopâncreas dos camarões eutanasiado foram dissecados e pesados, colocados em estufa a 60°C durante 48h e pesados novamente. O restante do corpo também foi seco e pesado. O índice hepatossomático foi avaliado pela fórmula abaixo:

$$\text{IHS} = \text{Massa do hepatopâncreas (massa seca)} / \text{Massa do corpo (massa seca)} \times 100$$

2.10 Avaliação da taxa de Conversão Alimentar (FCR)

A taxa de conversão alimentar foi calculada através da fórmula descrita abaixo.

$$\text{FCR} = \text{dieta total fornecida (g)} / \text{ganho de peso úmido total (g)}$$

2.11 Obtenção da Hemolinfa e Avaliação da Osmolalidade

A capacidade osmorregulatória pode ser usada como um parâmetro para se avaliar o nível de estresse de animais cultivados e a perda ou manutenção da homeostase osmótica. Após a eutanásia dos camarões, foram retirados cerca de 40 µl de hemolinfa, utilizando-se seringa de insulina e agulha #25-8. As amostras foram armazenadas no freezer para posterior análise da osmolalidade em amostras de 10 µl em um micro-osmômetro de pressão a vapor (Wescor, Modelo 5500) na Universidade de São Paulo/USP, campus de Ribeirão Preto. Devido à pandemia nossos experimentos tiveram um atraso e os dados de osmolalidade não foram avaliados. No entanto, as amostras estão armazenadas em freezer e serão avaliadas em fevereiro de 2022. Os dados serão incorporados ao paper que será submetido à publicação.

2.13 Análise Estatística

As análises estatísticas feitas utilizando Test T. As análises foram feitas usando-se o programa Sigma Stat 1.0 e empregando-se um nível mínimo de significância de $P = 0,05$.

3. RESULTADOS

3.1 Sobrevivência

Durante os 30 dias de experimento não houve mortalidade dos animais em nenhum dos tratamentos (controle e hidrolisado).

3.2 Ingestão, Egestão, Crescimento e Conversão Alimentar em *M. rosenbergii*

As taxas diárias de ingestão, egestão, crescimento e conversão alimentar em *M. rosenbergii* alimentado com ração controle ou contendo 10% de hidrolisado extraído da fauna acompanhante de camarões marinhos podem ser visualizadas na Tabela 2. Animais alimentados com ração contendo hidrolisados ingeriram 24% mais ração em relação a biomassa e defecaram 27% menos que o grupo controle. No entanto, a presença de hidrolisados não garantiu uma maior taxa de crescimento. Enquanto o grupo controle cresceu cerca de 18% durante os 30 dias de experimento, o grupo alimentado com ração contendo hidrolisado cresceram cerca de 13% no mesmo período. Portanto, a conversão alimentar foi melhor nos animais controles ($6,403 \pm 0,613$) em relação àqueles alimentados com ração contendo hidrolisados ($10,198 \pm 1,185$).

Tabela 2. Taxas diárias de ingestão (C), crescimento (P), respiração (R), excreção (U), fezes (F), relação fezes/ingestão (F/C), taxa média de conversão alimentar (FCR) e energia da amônia e oxigênio (KJ/g) de *M. rosenbergii* alimentados com diferentes níveis de hidrolisados nas rações, sendo 0% controle e 10% com hidrolisado, durante 30 dias. Os dados são apresentados como Média $\pm$ Erro Padrão.

	Controle	Hidrolisado
C/MUi (%)	3,709 $\pm$ 0,075 ^a	4,606 $\pm$ 0,094 ^b
C (g MU dia⁻¹)	0,098 $\pm$ 0,005 ^a	0,146 $\pm$ 0,011 ^b
P/MUi (%)	17,910 $\pm$ 1,741 ^a	12,626 $\pm$ 0,855 ^b
P (mg MS dia⁻¹)	11,861 $\pm$ 1,363	12,139 $\pm$ 0,971
F (mg MS dia⁻¹)	4,117 $\pm$ 0,310 ^a	3,012 $\pm$ 0,239 ^b
F/C (%)	3,964 $\pm$ 0,917 ^a	1,902 $\pm$ 0,596 ^b
R (mg O₂ ind⁻¹ dia⁻¹)	24,661 $\pm$ 1,886 ^a	31,853 $\pm$ 2,618 ^b
U (mg NH₃ ind⁻¹ dia⁻¹)	1,237 $\pm$ 0,100 ^a	1,709 $\pm$ 0,121 ^b
FCR	6,403 $\pm$ 0,613 ^a	10,198 $\pm$ 1,185 ^b
Energia do oxigênio (KJ/g)	2,395 $\pm$ 0,117 ^a	2,977 $\pm$ 0,166 ^b
Energia da amônia (KJ/g)	0,030 $\pm$ 0,002 ^a	0,042 $\pm$ 0,003 ^b

*Valores com diferentes letras na mesma linha diferem estatisticamente (P<0,05).

3.3 Índice Hepatosomático e Tipo de Substrato Energético Oxidado

Os cálculos da relação atômica O:N sugerem que os animais oxidam principalmente proteínas, independentemente da presença de hidrolisados na ração (ver Tabela 3). O índice hepatossomático não foi maior no grupo alimentado com a ração contendo hidrolisado (Tabela 3).

Tabela 3. Razão atômica (O:N) e índice hepatossomático (IHS) de *M. rosenbergii* alimentados com diferentes níveis de hidrolisados nas rações, sendo 0% controle e 10% com hidrolisado, durante 30 dias. Os dados são apresentados como Média $\pm$ Erro Padrão.

	Controle	Hidrolisado
O:N	11,419 $\pm$ 1,043	10,098 $\pm$ 0,702
IHS	4,424 $\pm$ 0,414	5,326 $\pm$ 0,457

*Valores com diferentes letras na mesma linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$).

3.4 Metabolismo e Excreção Nitrogenada

O consumo de oxigênio em mg/ind/dia (Tabela 1) e massa seca específica (Figura 1) foi maior nos animais alimentados com ração contendo hidrolisado. O consumo de oxigênio por massa seca específica foi cerca de 29% maior no grupo alimentado com ração contendo tais hidrolisados, semelhantemente a excreção de amônia também foi maior no grupo alimentado com hidrolisados, chegando a ser 38% em se tratando de massa seca específica.

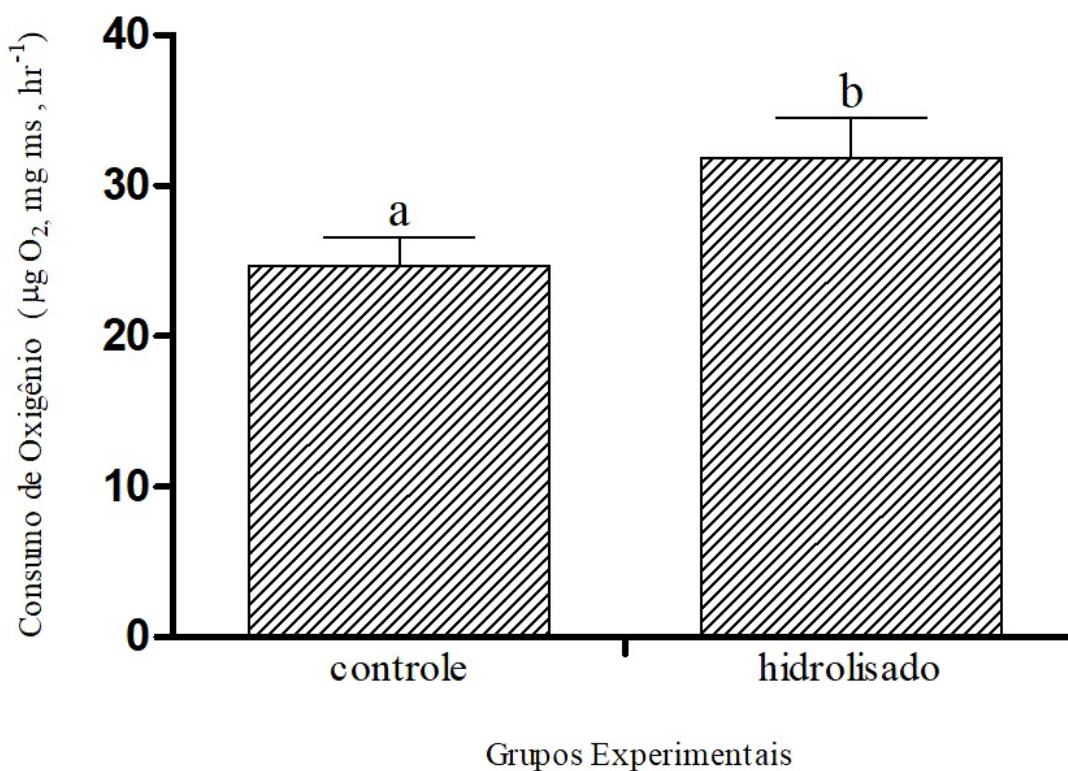


Figura 1. Taxa de consumo de oxigênio massa-específica ($\mu\text{g}/\text{mg MS}/\text{h}$) de adultos de camarão *M. rosenbergii* exposto a dietas com diferentes níveis de hidrolisado. Letras diferentes indicam diferença estatística.

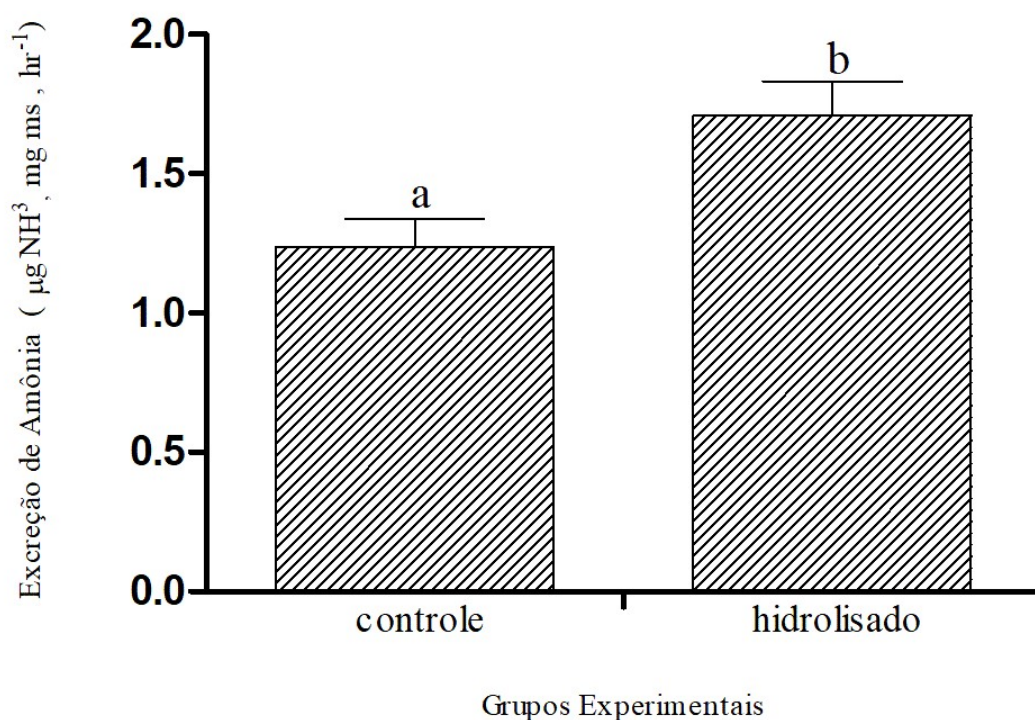


Figura 2. Excreção de amônia massa-específica ($\mu\text{g}/\text{mg MS}/\text{h}$) de adultos de camarão *M. rosenbergii* exposto a dietas com diferentes níveis de hidrolisado. Letras diferentes indicam diferença estatística.

4. DISCUSSÃO

No presente trabalho, realizamos a comparação de duas rações uma controle e outra experimental que contém hidrolisado proveniente de peixes da fauna acompanhante, a base de ingredientes comuns é a mesma e as dietas são isocalóricas e isoproteicas. Neste estudo podemos observar que a adição do hidrolisado não apenas conferiu a vantagem do menor uso de farinha de peixe à ração e aproveitamento do “bycatch” que normalmente é descartado, mas também ganhos biológicos para a espécie como uma maior taxa de ingestão acompanhada por menor taxa de defecação. No entanto, tais mudanças na fisiologia não foram acompanhadas por aumento no crescimento, característica importante para espécies de interesse econômico.

O camarão *M. rosenbergii* não possui uma dieta padronizada nos vários países em que é cultivado, sendo encontrados diferentes ingredientes de acordo com a sazonalidade do mercado, alimentação caseira preparada pelos produtores, aditivos e até mesmo o uso de ração comercial inespecífica para a espécie (Banu and Christianus 2016, Bijoy and Harikrishnan

2018, Nguyen et al. 2019). Além disso, o alto custo das rações para os produtores é um problema para seu cultivo (Valenti et al. 2021). Na literatura são mostrados vários níveis proteicos utilizados em dietas para *M. rosenbergii* (Dash et al. 2015, Mohan et al. 2019). No presente trabalho utilizamos 32% PB como visto em vários trabalhos (Sukri et al. 2016, Azad et al. 2021). A introdução de 10% de hidrolisado reduziu o uso de farinha de peixe na ração em 53%, o que pode ser uma boa estratégia para redução do seu uso em dietas de camarões. Observamos no presente trabalho que *M. rosenbergii* aumentou em cerca de 27% a sua taxa de ingestão quando lhe foi oferecido ração contendo hidrolisado proteico. Neste trabalho a taxa de ingestão foi de cerca de 4% da biomassa inicial, embora na literatura sejam observadas taxas de até 12% (Mohamed et al. 2017). Em *M. amazonicum* observamos valores de 3,7% em machos (Augusto and Masui 2014). Podemos observar que mesmo com a ausência de uma dieta padronizada do ponto de vista nutricional e produtivo, a dieta oferecida neste trabalho apresenta nível proteico e taxa de ingestão dentro dos parâmetros observados em estudos com essa espécie, a utilização do hidrolisado na ração experimental promoveu aumento da ingestão, ou seja, uma boa aceitação desta dieta, além de diminuir a utilização da farinha peixe.

Embora tenhamos observado um aumento da taxa de ingestão em animais alimentados com ração contendo hidrolisados, a taxa de egestão foi 27% menor nesse grupo. Consideramos este um achado positivo ao cultivo porque sugere um melhor aproveitamento do alimento. Além disso, a redução da taxa de defecação reduz a quantidade de matéria orgânica nos viveiros e efluentes, tornando o cultivo mais sustentável. A ração experimental não prejudicou fisiologicamente os juvenis, pois não houve mortes durante o período experimental.

O aumento da taxa de ingestão e o melhor aproveitamento do alimento verificado pela redução da taxa de defecação não foi acompanhado por um incremento na taxa de crescimento. Devido a isso, a taxa de conversão alimentar nos animais alimentados com ração contendo hidrolisados ($10,198 \pm 1,185$) não foi melhor do ponto de vista produtivo, que no grupo controle ($6,403 \pm 0,613$). Não há muitos estudos sobre o uso de hidrolisados em camarões de água doce. Em *Litopenaeus vannamei* a utilização de hidrolisados provenientes de peixes promove aumento do crescimento, mas a adição de hidrolisado de lulas e vieiras não promove ganho de crescimento ou aumento da taxa de ingestão (Niu et al. 2014, Zhou et al. 2016). A taxa de conversão alimentar em *M. rosenbergii* pode chegar a $1,780 \pm 0,214$ (Feng et al. 2019). Mantoan et al (2021) verificaram a conversão alimentar em *M. amazonicum* alimentado com dieta contendo diferentes porcentagens de Proteína Bruta e observaram que o melhor valor (1,19

$\pm 0,02$) foi encontrado em animais alimentados com 35%. O crescimento é considerado a massa incorporada ao corpo dos animais e pode variar em função de vários fatores como dieta, estágio ontogenético, temperatura, salinidade, etc. Em peixes (*Dicentrarchus labrax*), a adição de hidrolisados em rações pode melhorar a resposta imune contra patógenos e aumentar a sobrevivência, sem mudança em parâmetros produtivos (Gisbert et al. 2018). Enquanto que em *L. vannamei* permitiu a melhora de imunidade inata, mas o crescimento observado tem relação com a porcentagem de hidrolisado incorporado a ração (Jin et al. 2018, Soares et al. 2020). Os dados quando comparados a literatura permitem inferir que a ração contendo o hidrolisado não traz melhoras significativas no crescimento, mesmo que em *L. vannamei*, esse tipo de aditivo aumente o crescimento e apresente relação com a porcentagem de hidrolisado adicionado a ração, por outro lado, pode promover ganhos de imunidade, processo observado em camarões marinhos e peixes, possivelmente *M. rosenbergii* esteja ganhando em parâmetros imunológicos e a ausência de crescimento pode estar relacionado a concentração do hidrolisado.

Embora a taxa de crescimento não tenha sido maior em animais alimentados com ração contendo os hidrolisados, o Índice Hepatosomático (IHS) foi igual nos grupos experimentais. O hepatopâncreas tem função de secretar enzimas, absorver nutrientes, além de armazenar substâncias (nutrientes, carboidratos e lipídios) em períodos de alimentação abundante (Verri et al. 2001). O valor do índice hepatossomático está relacionado ao melhor armazenamento de reservas energéticas que são oxidadas durante o processo de produção de ATP intracelular, que podem ser usadas em situações de estresse ou para otimizar a reprodução e manutenção (Vogt 2019). Embora os animais possam oxidar proteínas, carboidratos e lipídios como substratos energéticos, crustáceos costumam usar principalmente proteínas ou lipídios. No presente estudo, *M. rosenbergii* oxidou principalmente proteínas, independentemente do tipo de ração ofertada.

Nós também observamos aumentos no consumo de oxigênio e excreção nitrogenada em animais alimentados com dieta contendo hidrolisados (ver Figura 1 e 2). Visto que tais aumentos não estão associados a um ganho de massa, pode-se ser especulado que estejam relacionados a uma maior canalização de energia para desenvolvimento gonadal, mudança de morfotipo e/ou padrão de atividade. No entanto, tais aumentos podem estar relacionados a um maior gasto energético necessário para a absorção das moléculas do hidrolisados no intestino ou para a excreção de subprodutos do metabolismo destes. Outras concentrações de

hidrolisados na ração precisam ser testadas. É possível que níveis menores possam ter resultados ainda mais promissores.

Concluimos que a inclusão de 10% de hidrolisados na ração de *M. rosenbergii* mudou aspectos da fisiologia dos animais. Alguns destes aspectos são importantes para a biologia da espécie como o aumento na taxa de ingestão e redução da taxa de defecação. Embora não tenha sido observado ganho no crescimento, outros aspectos na biologia de *M. rosenbergii* podem ter sido beneficiados. Este é o primeiro estudo que testou o efeito de hidrolisados obtidos da fauna acompanhante da pesca de camarões marinhos em espécies cultiváveis. Nosso grupo precisa testar outras concentrações de hidrolisados e avaliar outros aspectos da biologia de *M. rosenbergii* a fim de termos um conjunto maior de informações sobre os benefícios da adição de tal aditivo com função antioxidante na dieta.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento durante a Iniciação Científica (2020/08674-4) e ao Dr. Caio Gomez Rodrigues (Camarões Brasil) pelo auxílio durante o projeto.

6. DIFICULDADES ENCONTRADAS NO PERÍODO

As nossas dificuldades no período ocorreram devido à atual pandemia. As restrições de circulação e entrada nos laboratórios embora sejam necessárias acabaram gerando atrasos e dificuldades de uso do mesmo. No campus do IB/CLP/UNESP são permitidos apenas três alunos por vez nos laboratórios e esse sistema de rodízio dificulta execução dos cronogramas de pesquisa. Além disso, a bomba adiabática do Centro de Aquicultura da UNESP em que mediremos o valor energético do corpo dos animais, rações, exúvias e fezes apresentou problemas e estes foram sanados apenas no final de dezembro. As amostras estão guardadas em freezer e serão avaliadas no mês de fevereiro. Os dados serão incluídos no paper a ser publicado com a devida menção ao auxílio.

7. REFERÊNCIAS

Abdel-Tawwab, M., El-Ashram, A. M., Tahoun, A. A., Abdel-Razek, N., & Awad, S. M. (2021). Effects of dietary sweet basil (*Ocimum basilicum*) oil on the performance, antioxidants

and immunity welfare, and resistance of Indian shrimp (*Penaeus indicus*) against *Vibrio parahaemolyticus* infection. Aquaculture Nutrition.

Ameen, F., AlNadhari, S., & Al-Homaidan, A. A. (2021). Marine microorganisms as an untapped source of bioactive compounds. Saudi Journal of Biological Sciences, 28(1), 224.

Ashraf, S. A., Adnan, M., Patel, M., Siddiqui, A. J., Sachidanandan, M., Snoussi, M., & Hadi, S. (2020). Fish-based bioactives as potent nutraceuticals: Exploring the therapeutic perspective of sustainable food from the sea. *Marine Drugs*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/md18050265>

Alverson, D.L.; Freeberg, M.H.; Pope, J.G.; Murawski, S.A. (1994) A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fisheries Technical Paper. No. 339. Rome, FAO. 233p..

Augusto, A., & Masui, D. C. (2014). Sex and reproductive stage differences in the growth, metabolism, feed, fecal production, excretion and energy budget of the Amazon River prawn (*Macrobrachium amazonicum*). Marine and Freshwater Behaviour and Physiology, 47(6), 373-388.

Azad, M. A. K., Islam, S. S., Amin, M. N., Ghosh, A. K., Hasan, K. R., Bir, J., ... & Huq, K. A. (2021). Production and economics of probiotics treated *Macrobrachium rosenbergii* at different stocking densities. Animal Feed Science and Technology, 282, 115125.

Banu, R., & Christianus, A. (2016). Giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* farming: A review on its current status and prospective in Malaysia. Journal of Aquaculture Research & Development, 7(4), 1-5.

Bijoy, V. M., Sabu, S., & Harikrishnan, M. (2018). Fish meal replacement with squilla (*Oratosquilla nepa*, Latreille) silage in a practical diet for the juvenile giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* de man, 1879. Aquaculture International, 26(5), 1229-1245.

a Camargo, T. R., Khelissa, S., Chihib, N. E., Dumas, E., Wang, J., Valenti, W. C., & Gharsallaoui, A. (2021). Preparation and Characterization of Microcapsules Containing Antioxidant Fish Protein Hydrolysates: a New Use of Bycatch in Brazil. Marine Biotechnology, 23(2), 321-330.

- b Camargo, T. R., Mantoan, P., Ramos, P., Monserrat, J. M., Prentice, C., Fernandes, C. C., ... & Valenti, W. C. (2021). Bioactivity of the Protein Hydrolysates Obtained from the Most Abundant Crustacean Bycatch. *Marine Biotechnology*, 23(6), 881-891.
- c Camargo, T. R., Ramos, P., Monserrat, J. M., Prentice, C., Fernandes, C. J., Zambuzzi, W. F., & Valenti, W. C. (2021). Biological activities of the protein hydrolysate obtained from two fishes common in the fisheries bycatch. *Food Chemistry*, 342, 128361.
- Chen, R. (2020). Transient inconsistency between population density and fisheries yields without bycatch species extinction. *Ecology and evolution*, 10(21), 12372-12384.
- David, F. S., Fonseca, T., Wolff Bueno, G., & Valenti, W. C. (2018). Economic feasibility of intensification of *Macrobrachium rosenbergii* hatchery. *Aquaculture Research*, 49(12), 3769-3776.
- Davies, R. W. D., Cripps, S. J., Nickson, A., & Porter, G. (2009). Defining and estimating global marine fisheries bycatch. *Marine Policy*, 33(4), 661-672.
- Dash, G., Raman, R. P., Prasad, K. P., Makesh, M., Pradeep, M. A., & Sen, S. (2015). Evaluation of paraprobiotic applicability of *Lactobacillus plantarum* in improving the immune response and disease protection in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879). *Fish & shellfish immunology*, 43(1), 167-174.
- Dawood, M. A., Koshio, S., & Esteban, M. Á. (2018). Beneficial roles of feed additives as immunostimulants in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 950-974.
- Encarnação, P. (2016). Functional feed additives in aquaculture feeds. In *Aquafeed formulation* (pp. 217-237). Academic Press.
- FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020 (SOFIA). In *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Feng, P., He, J., Lv, M., Huang, G., Chen, X., Yang, Q., ... & Ma, H. (2019). Effect of dietary *Tenebrio molitor* protein on growth performance and immunological parameters in *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 511, 734247.

- Gisbert, E., Fournier, V., Solovyev, M., Skalli, A., & Andree, K. B. (2018). Diets containing shrimp protein hydrolysates provided protection to European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) affected by a *Vibrio pelagius* natural infection outbreak. *Aquaculture*, 495, 136-143.
- Gonçalves, C., & Costa, P. M. (2021). Cephalotoxins: A Hotspot for Marine Bioprospecting?. *Frontiers in Marine Science*, 8, 192.
- Hoseinifar, S. H., Yousefi, S., Van Doan, H., Ashouri, G., Gioacchini, G., Maradonna, F., & Carnevali, O. (2020). Oxidative stress and antioxidant defense in fish: The implications of probiotic, prebiotic, and synbiotics. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 29(2), 198-217.
- Kumar, N. R., Raman, R. P., Jadhao, S. B., Brahmchari, R. K., Kumar, K., & Dash, G. (2013). Effect of dietary supplementation of *Bacillus licheniformis* on gut microbiota, growth and immune response in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879). *Aquaculture International*, 21, 387–403. <https://doi.org/10.1007/s10499-012-9567-8>.
- Jin, M., Xiong, J., Zhou, Q. C., Yuan, Y., Wang, X. X., & Sun, P. (2018). Dietary yeast hydrolysate and brewer's yeast supplementation could enhance growth performance, innate immunity capacity and ammonia nitrogen stress resistance ability of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Fish & shellfish immunology*, 82, 121-129.
- Kotas, E. J. (1998). Fauna Acompanhante nas pescarias de camarão em Santa Catarina. Coleção meio ambiente. Série estudos pesca: n° 24. Itajaí: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Sudeste Sul. 76 p.
- Leite, K., Kurosaki, J. K. D. A. R., Retcheski, M. C., Tormen, L., Romão, S., Pinto, V. Z., & Cazarolli, L. H. (2021). Effect of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) Extract on the Antioxidant Status and Proximate Composition of Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) Meat. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 1-11.
- Lemos, D., and Weissman, D. (2021). Moulting in the grow-out of farmed shrimp: a review. *Reviews in Aquaculture*, 13(1), 5-17.
- Li, X., Wang, L., Zhang, C., Rahimnejad, S., Song, K., & Yuan, X. (2018). Effects of supplementing low-molecular-weight fish hydrolysate in high soybean meal diets on growth,

antioxidant activity and non-specific immune response of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 18(5), 717-727.

Liu, M., Gao, Q., Sun, C., Liu, B., Liu, X., Zhou, Q., ... & Xu, P. (2021). Effects of dietary tea tree oil on the growth, physiological and non-specific immunity response in the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) under high ammonia stress. Fish & Shellfish Immunology.

Martínez-Álvarez, R. M., Morales, A. E., & Sanz, A. (2005). Antioxidant defenses in fish: biotic and abiotic factors. Reviews in Fish Biology and fisheries, 15(1), 75-88.

Mohamed, K., Megahed, M. E., & Ali, M. A. (2017). Effect of dietary supplementation of Agrimos® on growth performance, feed utilization and immunological parameters of *Macrobrachium rosenbergii* juveniles. Aquaculture International, 25(4), 1441-1452.

Mohan, K., Muralisankar, T., Uthayakumar, V., Chandirasekar, R., & Rajan, D. K. (2019). Dietary Ganoderma lucidum polysaccharides to enhance the growth, immune response and disease resistance of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture Reports, 14, 100203.

Naylor, R. L., Hardy, R. W., Buschmann, A. H., Bush, S. R., Cao, L., Klinger, D. H., ... & Troell, M. (2021). A 20-year retrospective review of global aquaculture. Nature, 591(7851), 551-563.

Niu, J., Zhang, Y. Q., Liu, Y. J., Tian, L. X., Lin, H. Z., Chen, X., ... & Liang, G. Y. (2014). Effects of graded replacement of fish meal by fish protein hydrolysate on growth performance of early post-larval Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone). Journal of Applied Animal Research, 42(1), 6-15.

Nguyen, H. T. M., Pérez-Gálvez, R., & Bergé, J. P. (2012). Effect of diets containing tuna head hydrolysates on the survival and growth of shrimp *Penaeus vannamei*. Aquaculture, 324, 127-134.

Nguyen, N. H., Trinh, L. T., Chau, D. T., Baruah, K., Lundh, T., & Kiessling, A. (2019). Spent brewer's yeast as a replacement for fishmeal in diets for giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*), reared in either clear water or a biofloc environment. Aquaculture Nutrition, 25(4), 970-979.

- Pattanaik, S. S., Sawant, P. B., Xavier, K. M., Dube, K., Srivastava, P. P., Dhanabalan, V., & Chadha, N. K. (2020). Characterization of carotenoprotein from different shrimp shell waste for possible use as supplementary nutritive feed ingredient in animal diets. *Aquaculture*, 515, 734594.
- Perera, E., Sánchez-Ruiz, D., Sáez, M. I., Galafat, A., Barany, A., Fernández-Castro, M., ... & Martos-Sitcha, J. A. (2020). Low dietary inclusion of nutraceuticals from microalgae improves feed efficiency and modifies intermediary metabolisms in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Scientific Reports*, 10(1), 1-14.
- Radhakrishnan, S., Seenivasan, C., & Muralisankar, T. (2015). Effect of dietary replacement of fishmeal with *Chlorella vulgaris* on growth performance, energy utilization and digestive enzymes in *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. *International journal of Fisheries and Aquaculture*, 7(5), 62-70.
- Rathore, S. S., & Yusufzai, S. I. (2018). Changes in haematological and serum biochemical indices of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry fed dietary shrimp head meal. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(4), 663-667.
- Rodrigues-Filho, L. J., Dolbeth, M., Bernardes, J. J., Ogashawara, I., & Branco, J. O. (2020). Using an integrative approach to evaluate shrimp bycatch from subtropical data-poor fisheries. *Fisheries Research*, 230(July 2019), 105587. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105587>
- Šimat, V., Elabed, N., Kulawik, P., Ceylan, Z., Jamroz, E., Yazgan, H., Čagalj, M., Regenstein, J. M., & Özogul, F. (2020). Recent advances in marine-based nutraceuticals and their health benefits. *Marine Drugs*, 18(12), 1–40. <https://doi.org/10.3390/md18120627>
- Soares, M., Rezende, P. C., Correa, N. M., Rocha, J. S., Martins, M. A., Andrade, T. C., ... & do Nascimento Vieira, F. (2020). Protein hydrolysates from poultry by-product and swine liver as an alternative dietary protein source for the Pacific white shrimp. *Aquaculture Reports*, 17, 100344.
- Subasinghe, R., Soto, D., & Jia, J. (2009). Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture*, 1(1), 2-9.

- Sukri, S. A. M., Saad, C. R., Kamarudin, M. S., & Yasin, I. S. M. (2016). Effect of different levels of *Chlorella* meal on growth and survival of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* juvenile. *Energy*, 3970(3993), 4017.
- Tacon, A. G. (2020). Trends in global aquaculture and aquafeed production: 2000–2017. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 28(1), 43-56.
- Valenti, W. C., Barros, H. P., Moraes-Valenti, P., Bueno, G. W., & Cavalli, R. O. (2021). Aquaculture in Brazil: past, present and future. *Aquaculture Reports*, 19, 100611.
- Venkatesan, J., Anil, S., Kim, S. K., & Shim, M. S. (2017). Marine fish proteins and peptides for cosmeceuticals: A review. *Marine Drugs*, 15(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/md15050143>
- Verri, T., Mandal, A., Zilli, L., Bossa, D., Mandal, P. K., Ingrosso, L., ... & Storelli, C. (2001). D-glucose transport in decapod crustacean hepatopancreas. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 130(3), 585-606.
- Vianna, M. & Almeida, T. (2005) Bony fish bycatch in the southern Brazil pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*) fishery. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(4), 611-623.
- Vogt, G. (2019). Functional cytology of the hepatopancreas of decapod crustaceans. *Journal of morphology*, 280 (9), 1405-1444.
- Zhou, Y., Thirumurugan, R., Wang, Q., Lee, C. M., & Davis, D. A. (2016). Use of dry hydrolysate from squid and scallop product supplement in plant based practical diets for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 465, 53-59.
- Zou, Y., Robbens, J., Heyndrickx, M., Debode, J., & Raes, K. (2021). Bioprocessing of marine crustacean side-streams into bioactives: a review. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 96(6), 1465-1474.

PARECER FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

APRESENTAÇÃO REMOTA

Discente: ANA CAROLINA LOUZÃ SIQUEIRA

Título: *"Rações contendo antioxidantes extraídos da fauna acompanhante de camarões marinhos: Efeitos sobre a fisiologia do camarão-da-Malásia (Macrobrachium rosenbergii)."*

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra da Silva Augusto

Curso/Habilitação: Bacharelado em Ciências Biológicas/ Gerenciamento Costeiro

COMISSÃO EXAMINADORA	CONCEITO
Profa. Dra. Alessandra da Silva Augusto	Aprovada
Dr. Murilo Zanotti Marochi	aprovada

CONCEITO FINAL:

A Comissão Examinadora abaixo assinada conclui que a discente **Ana Carolina Louzã Siqueira** obteve o seguinte conceito:

☒ APROVADO

☐ REPROVADO

São Vicente, 25 de janeiro de 2022.

Profa. Dra. Alessandra da Silva Augusto
(Orientadora)

Dr. Murilo Zanotti Marochi