

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**INFLUÊNCIA DO PROBIÓTICO EM ASPECTOS DO
CRESCIMENTO DE CAMARÕES DE ÁGUA DOCE
MACROBRACHIUM ROSENBERGII (DE MAN 1879)**

Vinicius Vasconcelos Silva

Orientador: Dr. Vander Bruno dos Santos

Co-orientador: Dr. Rondinelle Artur Simões Salomão

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo

Julho - 2020

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**INFLUÊNCIA DO PROBIÓTICO EM ASPECTOS DO
CRESCIMENTO DE CAMARÕES DE ÁGUA DOCE
MACROBRACHIUM ROSENBERGII (DE MAN 1879)**

Vinicius Vasconcelos Silva

Orientador: Dr. Vander Bruno dos Santos

Co-orientador: Dr. Rondinelle Artur Simões Salomão

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura e Pesca.

São Paulo

Julho – 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo.

P578 Silva, Vinicius Vasconcelos
INFLUÊNCIA DO PROBIÓTICO EM ASPECTOS DO CRESCIMENTO DE
CAMARÕES DE ÁGUA DOCE *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* (DE MAN 1879)
VII; 48f.; 07 fig.; 13 tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e
Abastecimento.

Orientador: Vander Bruno dos Santos

1 Crustáceo, 2 Qualidade de água, 3. Sistema de recirculação, 4. *Lactobacillus*,
5. Taxa de crescimento.

I. Santos, Vander Bruno dos. II. Título.

CDD 639.4

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

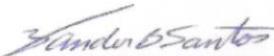
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**Influência do probiótico em aspectos do crescimento de
camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man
1879)**

AUTOR: Vinícius Vasconcelos Silva

ORIENTADOR: Prof. Dr. Vander Bruno dos Santos
COORIENTADOR: Prof. Dr. Rondinelle Artur Simões Salomão

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em
Aquicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Vander Bruno dos Santos



Prof. Dr. Marcelo Villar Boock



Prof. Dr. Sérgio Schalch

Data da realização: 15 de julho de 2020

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Vander Bruno dos Santos

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradecer a DEUS porque sem ele não teria chegado até aqui, agradecer aos meus familiares minha mãe Maria das Dores, meu pai Antônio e meus avós Regina e Luiz por sempre estarem ao meu lado me dando força suporte e acreditando no meu sonho.

Deixo aqui meus sinceros agradecimentos ao meu orientador Dr. Vander Bruno dos Santos, por me dar essa oportunidade, por acreditar e confiar em mim, pelos ensinamentos e a amizade por esse mais de cinco anos de trabalho juntos, ao meu co-orientador Dr. Rondinelle Artur Simões Salomão por toda ajuda durante o mestrado, pela amizade e companheirismo durante todos esses anos trabalhando juntos, ao meu amigo Dr. Edson Mareco que sempre que possível disponibilizou do seu tempo para me ajudar, deixo aqui meu muito obrigado a todos.

Aos amigos que fiz durante todo desenvolvimento do meu projeto na APTA, polo da alta sorocabana em Presidente Prudente em especial aos funcionários, Sr. Leonido, Luzia e Yone que sempre estiveram do meu lado e pela amizade que construímos com passar dos anos, aos meus amigos de faculdade que auxiliaram no desenvolvimento do meu projeto Nicolas Cordeiro e Guilherme.

A CAPES pela disponibilidade da bolsa de estudo durante todo mestrado.

Aos docentes e funcionários do Instituto de Pesca pelo conhecimento e companheirismo transmitido durante todo mestrado.

Aos amigos que conheci durante o mestrado Camila Souza, Carol Graciano, Vanderson Natele, Cristina Viriato, Nathalia Toyo, Rodrigo Ferreira, Soraya Pieroni, Debora Rodrigues, Laila Carvalho, Diego Morroni, Bruno Silva, Julia Schuls, Mariana Rodrigues, Mariana Landucci, Kléper Lima, Fabio Santos, Alisson Peter, Mateus Cardoso, Maria Izabel, Camila Segala, Jessica Garcia,

Allan Eric, Thiago dal Negro, Julia Domingos, Eduardo Malavasi, Marcelo Alves, Ocimar Pedro. Vocês são pessoas incríveis e excelentes profissionais.

Ao Dr. Paulo Pardo que sempre a disposição para qualquer ajuda, ao Fernando e Renato proprietários da empresa fornecedora do mix de probiótico, ao Dr. Giovani Gonçalves pesquisador do Instituto de Pesca de São Jose do Rio Preto, pela formulação da ração utilizado no experimento.

Aos meus amigos do dia a dia Johnny Michael, Luiza Cristina, Hugo Garcia, Thais Souza, Renata Espolador, Calebe Vincentini, Wagner Junior, Thais Miyagusuku, André Gonçalves, Larissa Laís, Douglas Albuquerque, Dévlin Boer pela amizade companheirismo de anos obrigado e também a todos os meus amigos e professores do curso de Ciências Biológicas da UNOESTE.

Sumario

Agradecimentos	i
Índice de Figuras e Tabelas Capitulo 1	v
Índice de Figuras e Tabelas Capitulo 2	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
1. INTODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. Aquicultura	1
1.2 Carcinicultura	1
1.3. Crescimento dos Organismos Aquáticos.....	3
1.4. Biologia do <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	4
1.5. Probióticos na Ração e Água	5
2. OBJETIVOS	6
2.1. Geral.....	6
2.2. Específicos	7
3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO.....	7
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
CAPITULO 1	12
Abstract	13
Introdução	14
Material e Métodos.....	15
Biometria	18
Análise dos Dados	20
Resultados	20
Discussão.....	24
Agradecimentos	28
Referências Bibliográficas	28

CAPITULO 2	32
ABSTRACT	33
Introdução	34
Material e métodos.....	35
Avaliação do Desempenho.....	38
Análise dos Dados	38
Resultados	39
Discussão.....	42
Agradecimentos	45
Referências Bibliográficas.....	45
Considerações Finais.....	48

Índice de Figuras e Tabelas Capítulo 1

FIGURA 1. Representação esquemática do delineamento experimental (desenhado pelos autores).....	16
TABELA 1. Valores em % dos ingredientes utilizados na formulação da ração de camarões de água doce.....	17
TABELA 2. Composição nutricional da ração de camarões de água doce.	18
FIGURA 2 Representação da divisão na medida do comprimento entre cefalotórax e abdômen, foto retirada pelo autor.....	19
TABELA 3. Médias do comprimento do abdômen (AB) e cefalotórax (CT) e da relação AB/CT de camarão-da-Malásia alimentados com probióticos em diferentes períodos.....	20
TABELA 4. Média e desvio padrão de peso e biomassa final de camarões tratados com probióticos em diferentes períodos.....	22
TABELA 5. Parâmetros estimados "A" e "K" e os intervalos de confiança do modelo de crescimento de Gompertz de camarões-da-malásia cultivados em sistema de recirculação alimentados com ração contendo probióticos.....	22
FIGURA 3. Modelo de Crescimento Gompertz de camarões-da-malásia cultivados em sistema de recirculação alimentados com ração contendo probióticos (n = 1016 observações).....	23
FIGURA 4. Taxa de crescimento absoluto (TCA) de camarões-da-malásia cultivados em sistema de recirculação alimentados com ração contendo probióticos. Cada ponto representa a estimativa de cada observação (498 e 518 observações nos tratamentos sem e com probióticos, respectivamente).	23
FIGURA 5. Taxa de crescimento relativo (TCR) de camarões-da-malásia cultivados em sistema de recirculação alimentados com ração contendo probióticos. Cada ponto representa a estimativa de cada observação (498 e 518 observações nos tratamentos sem e com probióticos, respectivamente).	24
TABELA 6. Valores de peso (g), idade (dias) e taxa de crescimento absoluto (TCA - g/dia) no ponto de inflexão de camarões-da-malásia cultivados em sistema de recirculação alimentados com ração contendo probióticos.....	24

Índice de Figuras e Tabelas Capítulo 2

FIGURA 1. Representação esquemática do delineamento experimental (desenho feito pelos autores).....	36
TABELA 1. Valores em % dos ingredientes utilizados na formulação da ração de camarões de água doce.....	36
TABELA 2. Composição nutricional da ração de camarões de água doce.	37
TABELA 3. Tabela de médias e desvio padrão dos parâmetros de qualidade da água do cultivo do camarão adicionando-se o probiótico na água em diferentes períodos.....	40
TABELA 4. Tabela de médias e desvio padrão dos parâmetros de qualidade da água do cultivo do camarão adicionando-se o probiótico na água em diferentes períodos.....	40
TABELA 5. Tabela de médias e desvio padrão do peso e consumo de ração de camarões cultivados em água com a adição de probióticos em diferentes tempos de cultivo.....	41
TABELA 6. Médias e desvio padrão da biomassa final, ganho em biomassa e conversão alimentar de camarões cultivados em água com a adição de probióticos em diferentes tempos de cultivo.....	41
TABELA 7. Parâmetros estimados "A" e "K", intervalos de confiança e peso final (dia 100) preditos (W_{ex}) pelo modelo de crescimento exponencial de camarões cultivados com ou sem a utilização de probióticos.....	42
FIGURA 2 Curva de crescimento aos 100 dias de cultivo de camarões em sistema de recirculação entre dois tratamentos com probiótico e sem probiótico.....	42

RESUMO

O camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* foi introduzido no Brasil há décadas e obteve fácil adaptação por conta do clima favorável ao seu desenvolvimento. Sua maior produção ocorre na região sudeste do país, localizado no estado do Espírito Santo, onde são encontradas larviculturas e a única cooperativa ativa atualmente. A produção de *M. rosenbergii* é altamente lucrativa, devido seu alto valor comercial. Para uma maior expansão na produção, novas pesquisas e tecnologias de cultivo precisam ser desenvolvidas, testadas e serem de fácil acesso aos produtores, trazendo consigo menores gastos e maior rentabilidade ao produtor. O presente estudo teve como objetivo, avaliar a influencia do uso de um mix de probióticos comercial e um aditivo probiótico comercial, desenvolvidos pela empresa, BIOMART NUTRIÇÃO ANIMAL IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA. O mix probiótico foi inoculado em ração formulada a fim de observar o crescimento e desenvolvimento de pós-larvas de camarões *M. rosenbergii*, e seus efeitos na qualidade da água no cultivo. Já aditivo probiótico foi diluído e administrado diretamente na água de cultivo, a fim de observar o crescimento e desenvolvimento de pós-larvas de camarões *M. rosenbergii*, e seus efeitos na qualidade da água no cultivo. O mix probiótico utilizado neste estudo influenciou positivamente o crescimento e o peso dos camarões e não interferiu na qualidade de água, se mantendo dentro dos parâmetros exigidos para a produção de *M. rosenbergii*, em sistema fechado de recirculação de água. O aditivo probiótico não mostrou eficiência durante todo o tratamento, e também não interferiu na qualidade de água na produção de *M. rosenbergii*, em sistema fechado de recirculação de água.

Palavra-chave: Crustáceo, qualidade de água, sistema de recirculação, *Lactobacillus*, taxa de crescimento.

ABSTRACT

The freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* was introduced in Brazil decades ago and obtained easy adaptation due to the favorable climate for its development. Its greatest production occurs in the southeastern region of the country, located in the state of Espírito Santo, where larvicultures are found and the only cooperative currently active. The production of *M. rosenbergii* is highly profitable, due to its high commercial value. For further expansion in production, new research and cultivation technologies need to be developed, tested and easily accessible to producers, bringing with them lower costs and greater profitability for producers. The present study aimed to evaluate the influence of the use of a mix of commercial probiotics and a commercial probiotic additive, developed by the company, BIOMART NUTRIÇÃO ANIMAL IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA. The probiotic mix was inoculated into formulated feed in order to observe the growth and development of post-larvae of prawn *M. rosenbergii*, and their effects on water quality in the crop. The probiotic additive, on the other hand, was diluted and administered directly in the culture water, in order to observe the growth and development of *M. rosenbergii* prawn post-larvae, and their effects on the water quality in the culture. The probiotic mix used in this study positively influenced the growth and weight of the prawn and did not interfere with the water quality, remaining within the parameters required for the production of *M. rosenbergii*, in a closed water recirculation system. The probiotic additive did not show efficiency during the whole treatment, nor did it interfere in the water quality in the production of *M. rosenbergii*, in a closed water recirculation system.

Keyword: Crustacean, water quality, recirculation system, *lactobacillus*, growth rate.

1. INTODUÇÃO GERAL

1.1. Aquicultura

A aquicultura é considerada uma atividade multidisciplinar atualmente, referindo-se ao cultivo de vários organismos aquáticos entre eles crustáceos, moluscos, peixes e plantas aquáticas, sendo que o seu manejo durante o processo de criação é imprescindível para um aumento na produção final, De Oliveira (2009). O crescimento da aquicultura no Brasil nas últimas décadas, possibilitou um grande desenvolvimento socioeconômico em regiões que são impróprias para agricultura, ofertando emprego e ajuda para o pescador artesanal a se fixar em comunidades (EMBRAPA, 2018).

A produção total de pescado no ano de 2016 obteve 171 milhões de toneladas, a captura de pescado em águas continentais foi em torno de 11,6 milhões de toneladas representando 12,8% de pesca de captura mundial segundo dados da FAO (2018). A produção continental foi de cerca de 54,1 milhões de toneladas, sendo 51,4% em aquicultura continental e 28,7% em aquicultura marinha. A China se encontra em 1º lugar na aquicultura, com uma produção acima de 49,2 milhões de toneladas registrados no ano de 2016, o Brasil encontra-se no 13º lugar com uma produção de apenas 0,6 toneladas produzidas (FAO, 2018).

1.2 Carcinicultura

A carcinicultura de água doce no Brasil teve seu início de desenvolvimento na década de 80, o camarão cultivado naquela época era o camarão da Malásia *M. rosenbergii*, onde suas características técnicas e comerciais mostravam um grande potencial de exploração zootécnica em áreas interiores de países tropicais (Valenti, 1991). Sua produção se dava por pequenos produtores rurais e seu consumo local, demonstrava uma difícil obtenção de dados estatísticos (Valenti, 1998). Mesmo com a dificuldade de se obter dados estatísticos, para New (2000a), a produção pode ter ultrapassado 200.000 toneladas na virada do milênio, movimentando mais de US\$ 1 bilhão.

Naquela época, esses valores corresponderam a cerca de 20% total produzido pelo setor de camarões marinhos, onde historicamente o percentual sempre foi de 5% de produção (Valenti, 2001).

Segundo dados da FAO, entre os anos de 1990 e 2000 a produção de *M. rosenbergii* passou de 21.000 para 118.500 toneladas, correspondendo a um crescimento por volta de 500% (FAO, 2002). A China apareceu nas estatísticas com sua produção apenas em 1996, mesmo assim seu volume produzido passou de 55.000 toneladas em 1996 para 118.500 toneladas em 2000, representando um crescimento de 115% em quatro anos (FAO, 2002). Os dados reportados à FAO pelo Vietnã como "Outros Camarões e Crustáceos de Água Doce", obtendo uma produção de 27.000 toneladas devem ser acrescentados, sendo justificados porque quase 100% de sua produção são de *Macrobrachium* (New, 2000a; Valenti, 2001). O Brasil naquela época oscilou na sua produção chegando a 500 toneladas anuais (FAO, 2002).

As espécies de camarão de água doce, mais cultivadas no mundo do gênero *Macrobrachium* são *Macrobrachium niponense* e *Macrobrachium rosenbergii* (FAO, 2018), em 2016 a produção dessas duas espécies atingiram uma produção de 507 mil toneladas, mostrando um leve aumento para ano de 2015 que atingiu à marca de 472 mil toneladas (FAO, 2018). A produção mundial de *M. rosenbergii* atinge por volta de 234 mil toneladas distribuídas em vários países, sendo que a China se destaca como maior produtor obtendo uma produção de 137 mil toneladas o que equivale à metade do toda produção mundial (FAO, 2018; FAO, 2019). O cultivo de camarão de água doce no Brasil se distribui por 20 estados, o estado do Espírito Santo se destaca por obter o maior numero de criadores e uma cooperativa ativa (Valenti, 2000), estima-se que os últimos dados da produção de *M. rosenbergii* no Brasil chegaram a 230 toneladas produzidas no ano de 2007 (FAO, 2019), a falta de dados mais atuais pode estar ligado a falta de cooperativas e associações que ajudem os produtores na comercialização de sua produção, o que torna a prática de venda no próprio local de produção uma alternativa viável, ocasionando uma produção não computada pelos órgãos competentes tornando-se um fator limitante de dados, outro aspecto que dificulta a expansão na produção é a

falta de mais larviculturas ativas em vários estados e de fácil acesso aos produtores, dessa forma pesquisas e desenvolvimento tecnológico surgem como novas ferramentas para uma retomada no aumento na produção de *M. rosenbergii*.

1.3. Crescimento dos Organismos Aquáticos

A produção aquícola de crustáceos, moluscos e peixes, vem se tornando a indústria de alimentos que mais cresce no mundo, (Klinkhardt, 2010). O desempenho dos organismos aquáticos influencia diretamente no seu crescimento, esse fator é de extrema importância para aquicultura comercial em relação ao seu benefício econômico, (Baer et al. 2011). Com isso o estudo do crescimento se mostra uma ferramenta importante para o conhecimento da biologia de uma espécie, é fundamental na estrutura dos delineamentos de projetos na área de aquicultura, sendo este um dos principais fatores da produtividade, (Valenti et al. 1993). Para expressar o aumento das dimensões corporais ao longo do tempo, se usa equações matemáticas (funções de crescimento), (Lugert et al. 2016).

Algumas dessas funções de crescimento usadas por aquicultores são valores absoluto (peso ganho por tempo), valores relativos (aumento percentual no corpo e peso) e taxa de crescimento específica (aumento percentual na dimensão corporal por tempo), essas funções são calculadas apenas com base nos dados de estocagem e colheita, não considerando o crescimento dentro deste período, com isso os dados intermediários são ignorados podendo ser até perdidos (Hopkins, 1992). No entanto devido sua simples aplicação e sua comparabilidade nos resultados e nas interpretações biológicas dos dados essas funções se tornaram as mais usadas na aquicultura (Lugert et al. 2016). Nas ciências da pesca e biomatemática, ocorreram vários esforços para testar diferentes funções de crescimento não lineares em grandes quantidades de diferentes espécies aquáticas, para determinar seu crescimento, (por exemplo, Gompertz 1825; Putter , 1920; Von Bertalanffy 1934, 1938; Brody 1945; Krüger 1965, 1973; Hohendorf 1966).

1.4. Biologia do *Macrobrachium rosenbergii*.

Os crustáceos correspondem a aproximadamente 38.000 espécies ocorrendo nos ecossistemas terrestres e aquáticos (dulcícolas, marinho e salobro) onde 8.500 espécies são integrantes da ordem Decapoda (Bowman & Abele, 1982). A Subordem Dendrabranchiata encontra-se dividida em duas superfamílias Penaeoidea e Sergestoidea, enquanto a Subordem Pleocyemata é dividida em sete infra ordens Stenopodidea, Caridea, Astacidea, Thalassinidea, Palinura, Anomura e Brachyura (Bowman & Abele, 1982). Segundo New & Singholka, 1982, na Subfamília Palaemoninae as espécies *Macrobrachium carcinus*, *Macrobrachium americanum* e *Macrobrachium rosenbergii*, podem atingir grande porte sendo então essas as mais estudadas quanto a sua biologia e cultivo. A espécie *Macrobrachium rosenbergii* é considerada a maior dentre os camarões de água doce podendo atingir 500 gramas de peso e 32 cm de comprimento (Valenti, 1990). Em 1879 De man descreveu essa espécie com nome *Palaemon rosenbergii* posteriormente foi citada com outros nomes genéricos na literatura, sendo então incluindo no gênero *Macrobrachium* por Holthuis (1950).

Os camarões *Macrobrachium rosenbergii* são de regiões de clima tropicais e subtropicais do Índico-Pacífico, dentre os mais diversos países do sul e sudeste asiático como Paquistão, Ceilão, Índia, Tailândia, Malásia, e norte da Austrália e em várias ilhas dos oceanos Índico e Pacífico (Ling, 1969). A introdução de *Macrobrachium rosenbergii* no Brasil ocorreu na década de 70 (Pinheiro e Hebling, 1998), é um animal considerado bentônico porque caminha utilizando seus periópodos em seu auxílio no fundo de viveiros, reservatórios e estuários, além disso, para nadar distancias curtas se utilizam de seus pleópodos (Pinheiro e Hebling 1998), em situações de perigo tem a capacidade de contrair sua musculatura abdominal para movimentar-se para trás com auxílio de seu leque caudal, sua alimentação na natureza e basicamente uma dieta onívora, com base em organismos zoobentônicos (vermes, moluscos, larvas e insetos aquáticos) e vegetal (algas, plantas aquáticas, folhas tenras, sementes e frutas), (Ling & Merican, 1961; Ling, 1969). A procura por alimento ocorre geralmente entre as primeiras horas da manhã ou ao anoitecer, a falta

de alimento pode ocasionar comportamento de canibalismo tornando-se um problema para cultivo em altas densidades em cativeiro (Cavalcanti *et al.*, 1986).

Segundo Valenti (1986) a temperatura da água em torno de 28° a 30° C é considerada a ideal para seu desenvolvimento, temperaturas abaixo de 15° C acabam sendo letais para o animal, promovendo grande mortalidade em ambiente natural, essa mortalidade pode ser minimizada por conta da migração do animal para áreas de menores profundidades, conseguindo expor seu corpo parcialmente fora d'agua, tendo assim um aumento da sua temperatura corpórea (Cavalcanti *et al.*, 1986).

Sandifer *et al.*, (1975) relata que os camarões *Macrobrachium rosenbergii* são adaptados a ambientes tropicais com acessibilidade a água salobra por causa do seu desenvolvimento larval, que precisa acontecer em ambientes de baixa salinidade, para Valenti (1996) a espécie *Macrobrachium rosenbergii* é considerada rústica, fértil, fecunda, e prolifera com fácil adaptação a sua criação em cativeiro, pois obtém boa resistência às variações físico-químicas do ambiente e principalmente as variações climáticas, além de serem animais com menor susceptibilidade a doenças em relação aos camarões marinhos como, por exemplo, o *L. vannamei* (Valenti e Daniels, 2000).

1.5. Probióticos na Ração e Água

A palavra probiótico é originária do latim “*pro bios*” e tem o significado “em favor da vida” esse termo foi utilizado por Lilly & Stiwell, em 1965 pela primeira vez (Gastesoupe, 1999), se definiu que probiótico “conjunto de organismos e substancias que contribuem para o balanço adequado de microrganismos no trato gastrintestinal” (Parker, 1974, citado por Gastesoupe, 1999). Segundo Ribeiro, *et al.*, (2008), os probióticos são definidos como microrganismos naturais do intestino, e que à utilização de dosagem via oral ajuda estabilizar e colonizar o trato gastrintestinal evitando que microrganismos patogênicos se colonizem, assegurando uma melhor utilização dos alimentos.

Há alguns anos novas ferramentas começaram a serem usadas na produção de camarões e na aquicultura de peixes, microrganismos como probióticos ajudam a melhorar a microbiota no trato intestinal do animal, na água de cultivo pode-se observar uma melhora no valor nutricional dos alimentos em relação a sua contribuição enzimática para a digestão (Vaseeharan & Ramasamy 2003; Balcazar *et al.*, 2006; Wang 2007); outra melhora observada é a saúde do hospedeiro devido à inibição competitiva e deslocamento dos patógenos (Bricknell & Dalmo 2005).

No cultivo de peixes e camarões a nutrição e o desempenho desenvolve um importante papel no crescimento, sobrevivência, biomassa e conversão alimentar dos animais cultivados, tendo em vista que são altamente dependentes da suplementação de alimentos inerte especialmente em elevadas densidades de lotação (Martínez-Córdova, Luis R. *et al.*, 2015), estima-se que em cultivos de Peneídeos em sistemas semi-intensivos apenas 29,7% do carbono no musculo camarão vem da alimentação inerte, o restante se encontra na produção natural (Nunes *et al.*, 1997), já o nitrogênio recuperado através da alimentação inerte concentra-se na faixa de 33,8% como biomassa do camarão (Miranda *et al.*, 2009). Diferentemente acontece em sistemas fechados intensivos especialmente os que utilizam substratos artificiais a recuperação de nitrogênio na biomassa dos camarões é significativamente maior (Audelo-Naranjo *et al.*, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento dos camarões *Macrobrachium rosenbergii* alimentados com ração contendo um mix de probiótico durante um período experimental, e o uso de um aditivo probiótico adicionado diretamente na água durante outro período experimental.

2.2. Específicos

- a) Avaliar o desempenho de camarões *Macrobrachium rosenbergii* em sistema de recirculação com o uso do mix probiótico inoculado na ração comercial;
- b) Avaliar o desempenho de camarões *Macrobrachium rosenbergii* em sistema de recirculação com o uso do aditivo probiótico adicionado diretamente na água;
- c) Avaliar o crescimento dos camarões por meio de ajuste de modelos matemáticos;
- d) Avaliar a qualidade da água.

3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO

Com a finalidade de publicar os resultados do presente trabalho, foi elaborado o artigo científico intitulado “**Influência do mix probiótico na ração em aspectos do crescimento de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879)**”, o qual será apresentado a seguir, no capítulo 1 conforme as normas para publicação do periódico científico “Aquaculture Research”, classificado como o nível A-2 no QUALIS/CAPES, para a área de “Zootecnia e Recursos Pesqueiros”. E o artigo “**Influência do aditivo probiótico na água de cultivo e seus efeitos em aspectos do crescimento de camarões *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879)**”, o qual será apresentado no capítulo 2 conforme as normas para publicação do periódico científico “Acta Scientiarum Animal Sciences”, classificado como nível B-2 no QUALIS/CAPES, para a área de “Zootecnia e Recursos Pesqueiros”.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Audelo-Naranjo, J. M., Martínez-Córdova, L. R., Voltolina, D., & Gómez-Jiménez, S. (2011). Water quality, production parameters and nutritional condition of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) grown intensively in zero water exchange mesocosms with artificial substrates. Aquaculture Research, v. 42, n. 9, p. 1371-1377. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02725.x>

Balcázar, J. L., Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., & Cunningham, D. V. D. & Muzquiz, JL (2006). The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary microbiology*, v. 114, n. 3-4, p. 173-186. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.01.009>

Baer, A., Schulz, C., Traulsen, I., & Krieter, J. (2011). Analysing the growth of turbot (*Psetta maxima*) in a commercial recirculation system with the use of three different growth models. *Aquaculture International*, v. 19, n. 3, p. 497-511, 2011. DOI : 10.1007/s10499-010-9365-0

Bowman, T.E. & Abele, L.G. (1982). Classification of the Recent Crustacea. Pages 1-27. In: Abele L.G. (Editor). *The Biology of Crustacea: Systematics, the fossil record, and Biogeography*. Academic Press, Inc., New York, v. 1, 319p. ISBN: 0-12-106401-8.

Bricknell, Ian; Dalmo, Roy A. (2005). The use of immunostimulants in fish larval aquaculture. *Fish & shellfish immunology*, v. 19, n. 5, p. 457-472. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2005.03.008>

Brody, (1945). Samuel; Lardy, Henry A. Bioenergetics and growth. *The Journal of Physical Chemistry*, v. 50, n. 2, p. 168-169. doi.org/10.1021/j150446a008

Cavalcanti, L. B.; Correia, E. S.; Cordeiro, E. A. (1986). Manual de cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* (Pitu havaiano–gigante da Malásia). Recife, Aquaconsult, p. 143.

De Man, J.G., (1879). On some species of the genus *Palaemon* Fabr. With descriptions of two new forms. — *Notes from the Leyden Museum* 41: 165-184. ISSN: 1872-9231.

De Oliveira, Rafael C. (2009). O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade, v. 2, n.1, p. 71-89. DOI: <https://doi.org/10.22280/revintervol2ed1.18>

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). PI (aquicultura) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2002). *Yearbook of fishery statistics: summary tables*. FAO, Roma (obtido via internet, <http://www.fao.org>)

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura e Organização Mundial da Saúde. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 17 - 19 p. (pdf).

FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture (2018)*. – Meeting the sustainable development goals. Rome: FAO; 2018. URL disponível em: <http://www.fao.org/fishery/sofia/en>

FAO. Software: FishStatJ (v.3.5.3). (2019). Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/sofia/en> Acesso em: 02 ago. 2019.

Gatesoupe, Francois Joel. 1999 The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, v. 180, n. 1-2, p. 147-165. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00187-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00187-8)

Gompertz, Benjamin. (1825). XXIV. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. In a letter to Francis Baily, Esq. FRS &c. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*, n. 115, p. 513-583. doi.org/10.1098/rstl.1825.0026

Holthuis, L. B. (1950). The Decapoda of the Siboga Expedition, Part X, The Palaemonidae collected by the Siboga and Snellius Expeditions with remarks on other species I. Subfamily Palaemoninae. *Siboga Expeditie, Monograph*, 39 a 9, p. 1-268. NII Article ID (NAID) 10003852606.

Hohendorf, K. U. R. T. (1966). Eine Diskussion der Bertalanffy-Funktionen und ihre Anwendung zur Charakterisierung des Wachstums von Fischen. *Kieler Meeresforschungen*, v. 22, n. 1, p. 70-97.

Hopkins, Kevin D. (1992). Reporting fish growth: A review of the Basics 1. *Journal of the world aquaculture society*, v. 23, n. 3, p. 173-179. doi.org/10.1111/j.1749-7345.1992.tb00766.x

Klinkhardt, M. (2010). *Aquakultur-Jahrbuch 2010, 2011*. Fachpresse-Verlag Steinert.

Kruger, F. (1965). Zur Mathematik des tierischen Wachstums. *Helgoländer wiss. Meeresunters*, v. 12, p. 78-136, 1965.

Krüger, F. Zur Mathematik des tierischen Wachstums. (1973). II. Vergleich einiger Wachstumsfunktionen. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, v. 25, p. 509-550.

Lilly, Daniel M.; Stillwell, Rosalie H. Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms. *Science*, 147(3659), 747-748. DOI: 10.1126/science.147.3659.747

Ling, S. W.; Merican, A. B. O. (1961). Notes on the life and habits of the adults and larval stages of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Proceedings of the Indo-Pacific Fisheries Council*, v. 9, n. 2, p. 55-60.

Ling, S. (1969). Methods of rearing and culturing *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *FAO Fish. Rep*, 57: 607-619. NII Article ID (NAID) 10008268284.

Lugert, V., Thaller, G., Tetens, J., Schulz, C., & Krieter, J. (2016). A review on fish growth calculation: multiple functions in fish production and their specific application. *Reviews in Aquaculture*, 8(1), 30-42. Doi: 10.1111/raq.12071.

Martínez-Córdova, L. R., Emerenciano, M., Miranda-Baeza, A., & Martínez-Porchas, M. (2015). Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: an updated review. *Reviews in Aquaculture*, v. 7, n. 2, p. 131-148. <https://doi.org/10.1111/raq.12058>

Miranda, A., Voltolina, D., Frías-Espericueta, M. G., Izaguirre-Fierro, G., & Rivas-Vega, M. E. (2009). Budget and discharges of nutrients to the Gulf of California of a semi-intensive shrimp farm (Nw Mexico). *Hidrobiológica*, v. 19, n. 1, p. 43-48. ISSN: 0188-8897

New, M. B.; Singholka, S. Freshwater prawn farming. (1982). A manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*. FAO Fishery Technical Paper 225. Rev, v. 1, p. 118.

New, M.B. (2000)a. History and global status of freshwater prawn farming. In: New, M.B. & Valenti, W.C. (Ed.) *Freshwater prawn culture: the farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science. P. 01-11. DOI: 10.1002/9781444314649.ch1

Nunes, A. J. P.; Gesteira, T. C. V.; Goddard, S. (1997). Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture*, v. 149, n. 1-2, p. 121-136. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01433-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01433-0)

Pinheiro, M. A. A. E Hebling, N. J. (1998). Biologia de *Macrobrachium amazonicum* (De Man, 1879). In Valenti, WC. (Ed.), *Carcinicultura de água doce: Tecnologia para Produção de Camarões*, São Paulo: FAPESP, p. 21-46. BR0303914.

Pütter, A. Wachstumähnlichkeiten. (1920). *Pflügers Archive für Gesamte Physiologie Menschen und Tiere*, v. 180, p. 298-340.

Ribeiro, Paula Adriane Perez; Costa, Leandro Santos; Logato, Priscila Vieira Rosa. (2008). Probióticos na aquicultura. *Rev. Nutritime*, v. 6, n. 1, p. 837-846. <https://www.nutritime.com.br/site/artigo-080-probioticos-na-aquicultura/>

Sandifer, Paul A.; Smith, Theodore IJ. (1975). Effects of Population Density on Growth and Survival of *Macrobrachium rosenbergii* Reared in Recirculating Water Management Systems 1. In: *Proceedings of the annual meeting-World Mariculture Society*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, p. 43-53. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1975.tb00006.x>

Valenti, W. C.; Mello, JTC de; Lobão, V. L. (1986). Dinâmica da reprodução de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Ciência e Cultura*, v. 38, n. 7, p. 1256-1262, ISSN: 0009-6725.

Valenti, Wagner Cotroni. (1990). Criação de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii*. In: *Reunião Anual da Sociedade de Zootecnia, Anais da*, v. 27, p. 737-778.

Valenti, W.C. (1991). Criação do Camarão da Malásia. Jaboticabal: Funep, p. 53.

Valenti, Wagner Cotroni; Mello, Jeanette de Toledo Cardoso de; Castagnolli, Newton. (1993). Efeito da densidade populacional sobre as curvas de crescimento de *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) em cultivo semi-intensivo (Crustacea, Palaemonidae). Revista brasileira de Zoologia, p. 427-438.

Valenti, Wagner Cotroni. (1996). Criação de camarões em águas interiores. Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Jaboticabal, SP (Brasil), p. 80-81. BR0303353.

Valenti, Wagner Cotroni. (1998). Carcinicultura de água doce no Brasil: mitos, realidade e perspectivas. In: Congresso Sul-americano de aquicultura, p. 199-206. BR0303914.

Valenti, W.C.; Daniels, W.H. (2000). Recirculating hatchery systems and management. In: New, M. B.; Valenti, W. C. (Eds.). Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Oxford: Blackwell Science Limited, p. 69-90 <https://doi.org/10.1002/9780470999554.ch6>

Valanti, Wagner Cotroni.; Poli, C.R.; Pereira, J.A.; Borghetti, J.R. (2000). Aquicultura no Brasil; bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília, DF. CNPQ/Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 247-266. BR0705163.

Valenti, Wagner Cotroni. (2001). A modernização da carcinicultura de água doce. Revista da Associação Brasileira dos Criadores de Camarões, ano III, n. 1, p. 56-58.

Vaseeharan, B. A. R. P.; Ramasamy, P. (2003). Control of pathogenic *Vibrio* spp. by *Bacillus subtilis* BT23, a possible probiotic treatment for black tiger shrimp *Penaeus monodon*. Letters in applied microbiology, v. 36, n. 2, p. 83-87. <https://doi.org/10.1046/j.1472-765X.2003.01255.x>

Von Bertalanffy, (1934). Ludwig. Untersuchungen über die Gesetzlichkeit des Wachstums. Wilhelm Roux'Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, v. 131, n. 4, p. 613-652. <https://doi.org/10.1007/BF00650112>

Von Bertalanffy, (1938). Ludwig. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). Human biology, v. 10, n. 2, p. 181-213. ID (NAID) 10021216331.

Wang, Yan-Bo. (2007). Effect of probiotics on growth performance and digestive enzyme activity of the shrimp *Penaeus vannamei*. Aquaculture, v. 269, n. 1-4, p. 259-264. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.05.035>

CAPITULO 1

ARTIGO CIENTÍFICO

**INFLUÊNCIA DO MIX PROBIÓTICO NA RAÇÃO EM ASPECTOS DO
CRESCIMENTO DE CAMARÕES DE ÁGUA DOCE *Macrobrachium
rosenbergii* (De Man 1879)**

1 **INFLUENCE OF THE PROBIOTIC MIX IN THE RATION IN ASPECTS OF**
2 **GROWTH OF FRESHWATER PRAWN *Macrobrachium rosenbergii* (De Man**
3 **1879)**

4
5 **Short Tittle: Probiotic on freshwater prawn growth**

6
7 Vinicius Vasconcelos Silva^a, Rondinelle Artur Simões Salomão^b, Nikolas
8 Cordeiro^c Vander Bruno dos Santos^d.

9
10 ^a Pós Graduando, Programa do Instituto de Pesca/APTA/SAA, São Paulo,
11 Brasil

12 ^b Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Brasil

13 ^c Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Brasil

14 ^d Instituto de Pesca/APTA/SAA, São Paulo – Brasil

15
16 **Abstract**

17
18 The search for healthy and sustainable food increases every year, and the
19 aquaculture production of *Macrobrachium rosenbergii* fits perfectly into these
20 parameters, being the most produced species in Brazil, due to its size and high
21 commercial value. The objective of this work was to evaluate the use of a mix of
22 probiotics inoculated in commercial feed in the growth and development of
23 *Macrobrachium rosenbergii*, grown in a closed water recirculation system. The
24 experiment was carried out at the São Paulo Agribusiness Technology Agency
25 (APTA), in Presidente Prudente, Brazil, for a period of 12 weeks, 10 circular
26 tanks of 0.5 m³ each, with a density of 30 organisms / m³, were used. The
27 experimental design was completely randomized, in a factorial scheme, with
28 two treatments, probiotic and control, evaluated in four periods with five
29 repetitions (tanks). Water quality parameters, zootechnical parameters and
30 exponential growth curves were evaluated to determine and compare growth
31 rates. The analysis of variance was performed using the GLM procedure of the
32 SAS computational package for Windows version 8.01, when the time was
33 significant, the regression model was adjusted. It was observed that, at 75 days
34 of cultivation, the probiotic mixture was beneficial for the prawn, which reached

35 a higher average weight and higher growth estimate if the cultivation was
36 prolonged, enabling its use by producers.

37 Keywords Crustacean, growth, closed system, prawn farming.

38

39 **Introdução**

40

41 A criação de organismos aquáticos ou aquicultura vem apresentando
42 uma grande expansão nas últimas três décadas (Furtado Neto, 2014). As
43 espécies *Macrobrachium niponense* e *M. rosenbergii* são as principais espécies
44 de camarão de água doce e mais cultivadas no mundo (FAO 2018). No ano de
45 2016 as duas espécies atingiram uma produção de 507 mil toneladas, sendo
46 observado um leve aumento em comparação a produção do ano de 2015, que
47 atingiu a marca de 472 mil toneladas produzidas (FAO 2018). A produção de
48 *M. rosenbergii*, chega a 234 mil toneladas mundialmente, metade dessa
49 produção é cultivada na China o país asiático produz cerca de 137 mil
50 toneladas da produção mundial (FAO 2018; FAO 2019).

51 O cultivo de *M. rosenbergii* no Brasil em sua grande maioria é realizado
52 em viveiros escavados, sendo que os últimos dados concretos de produção
53 obtidos pela FAO datam o ano de 2007, com uma produção estimada de 230
54 toneladas (FAO 2019). Alguns desses cultivos são realizados por pequenos
55 produtores e vendidos no próprio local, dificultando a elaboração de dados
56 mais precisos de produção.

57 A carcinicultura de água doce se mostra um dos setores de grande
58 crescimento na aquicultura no mundo, sendo as espécies de camarão do
59 gênero *Macrobrachium* as mais cultivadas (New e Nair, 2012). A espécie *M.*
60 *rosenbergii* é uma das principais produzidas no Brasil em escala comercial
61 (New e Kutty, 2010), devido suas características biológicas, hábito alimentar
62 onívoro, crescimento rápido e rusticidade (Santos, 2013).

63 Nos últimos anos a carcinicultura expandiu acarretando um aumento na
64 demanda desses animais, promovendo melhorias na cadeia de produção
65 (Marques e Moraes-Valenti, 2012) além de atender a preceitos da aquicultura
66 sustentável obtendo ganhos sociais e um impacto ambiental baixo (New et al.,
67 2010; Moraes-Valenti; Valenti, 2010). A implantação de tecnologias de âmbito

68 mais sustentável é uma estratégia para agregar valor na comercialização de
69 camarões de água doce, como por exemplo, renovação baixa de água no
70 cultivo, redução de ração artificial na alimentação e cultivo integrado com
71 peixes (Marques e Moraes-Valenti, 2012).

72 A busca por novas ferramentas de cultivo mais saudáveis e
73 sustentáveis tem sido tema de estudo em aquicultura, neste sentido o uso de
74 probióticos tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. De acordo
75 com Dantas et al. (2009), o uso de probióticos na água ou na ração, pode gerar
76 melhoria no desempenho do animal em função da manutenção da atividade
77 alimentar, tendo em vista um aumento da resistência imunológica do animal.

78 O uso de probióticos contribui para uma melhora no desempenho do
79 animal, e pode influenciar na redução de patógenos (Dash et al., 2014).
80 Segundo Hai et al. (2009), a junção de dois ou mais probióticos pode resultar
81 no aumento da imunidade, crescimento e sobrevivência de camarões que
82 estão sujeitos a patógenos. No cultivo de *M. rosenbergii*, o uso de probióticos
83 *Lactobacillus plantarum* obtém uma melhora na resposta imunológica dos
84 animais (Dash et al. 2015), o mesmo foi observado na dieta de *M. rosenbergii*
85 utilizando *Bacillus subtilis* (Tseng et al., 2009). O uso de novas estratégias
86 como a utilização de aditivos probióticos em rações é de extrema importância,
87 para obter-se melhor desempenho e maior crescimento dos animais,
88 acarretando menos gastos com insumos e levando a um satisfatório retorno
89 econômico aos produtores.

90 Com isso o objetivo desse trabalho foi analisar a influência do uso de
91 um mix de probiótico na ração, em busca de uma melhor resposta no
92 desempenho zootécnico dos animais, principalmente no crescimento e peso
93 dos camarões *M. rosenbergii* cultivados em sistema de recirculação.

94

95 **Material e Métodos**

96

97 O experimento foi conduzido na Agência Paulista de Tecnologia dos
98 Agronegócios (APTA), localizado em Presidente Prudente, estado de São
99 Paulo, Brasil, por um período de 12 semanas.

100 Inicialmente, camarões de aproximadamente 0,9 a 1,0 g foram
101 cultivados em 2 sistemas de recirculação de água fechados utilizando-se 10

102 tanques circulares de 0,5 m³ cada, na densidade de 30 organismos m⁻³. Cada
103 sistema foi provido com uma bomba d'água na potência de 10 m³/hora,
104 aquecimento e controle automático de temperatura, conforme demonstrado na
105 Figura 1.

106 A temperatura da água foi mantida em 28°C, o oxigênio dissolvido foi
107 monitorado diariamente, e com o auxílio de aeradores mecânicos, foi mantido
108 em média a 5,6 mg/L⁻¹. O pH, amônia, nitrito e nitrato foram analisados
109 semanalmente, sendo encontrados valores máximos médios de 7,9 (1,31) para
110 pH, 0,25 (0,06) para amônia, 0,08 (0,02) para nitrito e 15,5 (1,98) para nitrato.

111

112

Sistema Fechado de recirculação

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

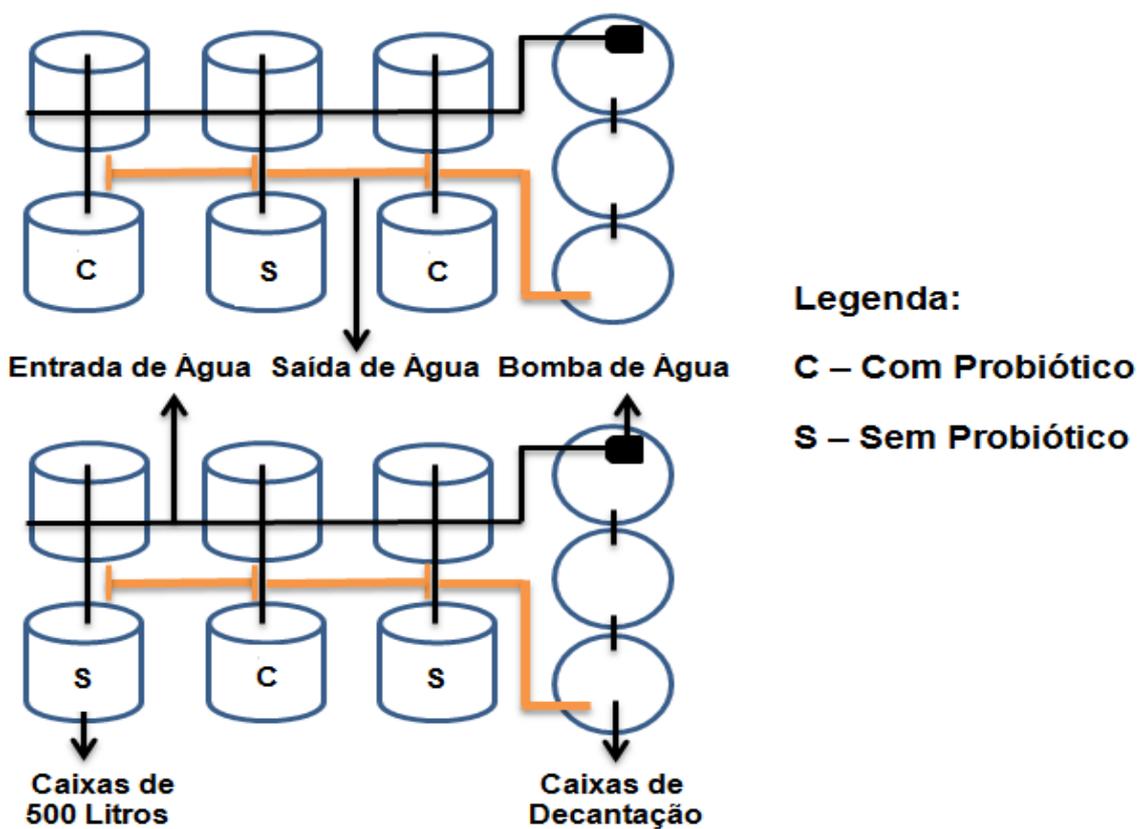
128

129

130

131

132



133

134

135

FIGURA 1. Representação esquemática do delineamento experimental (desenhado pelos autores).

136

137

138

Os animais foram alimentados três vezes ao dia, com ração extrusada de alta densidade, contendo 38% de proteína bruta e granulometria de 2 mm, como apresentados nas Tabelas 1 e 2.

139

A quantidade de ração foi fornecida de acordo com a biomassa de

140 cada tanque, inicialmente foram ofertados 7% da biomassa dos tanques. Com
 141 o desenvolvimento dos animais essa quantidade passou a 5% da biomassa de
 142 cada tanque, segundo NRC (2011).

143

144 TABELA 1. Valores em % dos ingredientes utilizados na formulação da ração
 145 de camarões de água doce.

Descrição	Uso (%)	1000,00 kg
Milho Moído	15,23	152,30
Soja 60%PB (SPC)	21,45	214,51
Farelo de Trigo 16%.	8,73	87,28
Farinha de Trigo	7,00	70,00
Farinha de Carne	4,29	42,91
F. Peixe marinho 55%	20,00	200,00
Farinha de Lula	2,00	20,00
Farinha de Tilápia	8,00	80,00
Hemoglobina Actipro	4,00	40,00
Nutribinder	0,70	7,00
Sal	0,50	5,00
Calcário 38% Cálcio	2,00	20,00
Fosfato bicálcico	0,20	2,00
Óleo de Peixe (marinho)	2,00	20,00
Aquagest OMF	0,20	2,00
Vitamina C 35%	0,10	1,00
Antioxidante Raguife	0,10	1,00
Adsorvente de micotoxina	0,30	3,00
Antifúngico	1,00	10,00
Emulsificante	0,20	2,00
Aquabite	1,00	10,00
SP1 (Alltech)	0,50	5,00
Premix	0,50	5,00
	100,00	1000,00

146 ¹Binder = Solúvel de peixes = palatabilizante. ²Hepatoprotetor natural e melhorador de
 147 digestibilidade. O produto possui ação emulsificante, quebrando os micélios das gorduras em
 148 tamanhos menores para melhor assimilação por peixes e camarões, além de auxiliar a
 149 liberação de enzimas para uma melhor digestão dos alimentos. Produto composto por ácidos
 150 orgânicos, extratos vegetais e emulsificante natural. ³Solúvel de peixes = palatabilizante ⁴Fonte
 151 de ácidos graxos poli-insaturados.

152

153 Foi utilizado o aditivo probiótico fornecido pela Biomart Nutrição Animal
 154 Importação e Exportação LTDA composto com os seguintes níveis de garantia
 155 de microrganismos: *Bacillus licheniformis* 4,5x10⁹ UFC/g, *Bacillus subtilis*
 156 4,5x10⁹ UFC/g, *Enterococcus faecium* 3,0x10⁹ UFC/g, *Lactobacillus plantarum*
 157 3,0x10⁹ UFC/g, *Saccharomyces cerevisiae* 5,0x10⁸ UFC/g.

158 O aditivo probiótico foi adicionado e homogeneizado em uma
159 concentração de 2% de óleo de soja e em seguida aspergido sobre a ração, a
160 concentração usada durante a formulação ocorreu da seguinte forma: em 10 kg
161 de ração foram adicionados 0,2 kg (2%) de óleo vegetal contendo 10 g (0,1%)
162 do aditivo probiótico. E no tratamento controle, os camarões não receberam em
163 nenhum momento o aditivo probiótico, aspergiu-se apenas óleo de soja na
164 proporção de 2%.

165

166 TABELA 2. Composição nutricional da ração de camarões de água doce.

Descrição	Unidade	Uso
ED (energia digestível)	Kcal / Kg	3321,4
PD (proteína digestível)	%	34,2
Proteína Bruta	%	38,5
Gordura	%	8,0
Fibra Bruta	%	2,5
Cinzas	%	12,3
Cálcio	%	4,0
Fosforo Total	%	1,8
Amido	%	18,9
Fosforo Dis	%	0,8
Arginina	%	2,4
Lisina	%	3,1
Treonina	%	1,8
Triptofano	%	0,4
Metionina	%	0,7
Vitamina	mg / kg	650,0
MIX	mg / kg	100,0

167

168

169 **Biometria**

170

171 Os camarões também foram medidos em seu comprimento, divididos
172 em duas partes cefalotórax e abdômen conforme demonstrado na Figura 2.

173

174

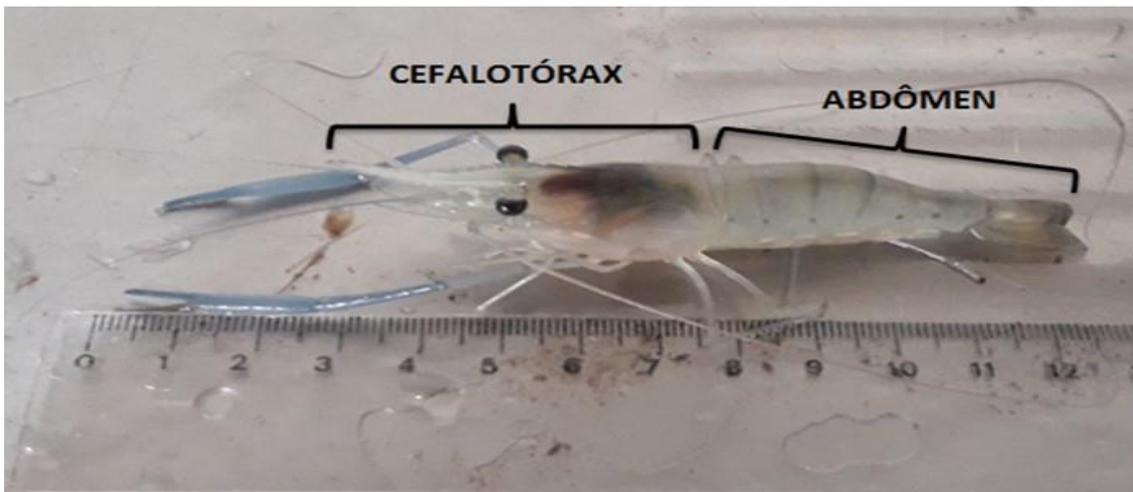
175

176

177

178

179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194



195 FIGURA 2 Representação da divisão na medida do comprimento entre cefalotórax e abdômen,
196 foto retirada pelo autor.

197
198
199

Ao final de cada período (0, 25, 50, 75), os animais foram pesados com
auxílio de uma balança analítica. Foram determinados a conversão alimentar e
ganho em biomassa em cada período. Ao final do experimento também foram
determinados o ganho de peso total, a conversão alimentar, a quantidade de
ração fornecida, a taxa de crescimento específico e taxa de sobrevivência.

204 A conversão alimentar aparente foi determinada pela seguinte
205 equação:

206 $B_f - B_i / Cr$, em que; B_f = biomassa final, B_i = biomassa inicial / Cr = consumo
207 de ração no período.

208 A biomassa foi determinada pela seguinte equação:

209 $P_m \times N$, em que; P_m = peso médio e N = n° de camarões/caixa.

210 O ganho de peso total foi determinado pela seguinte equação:

211 $G_{pf} - G_{pi}$, em que; G_{pf} = ganho de peso final e G_{pi} = ganho de peso inicial.

212 O ganho em biomassa foi determinado pela seguinte equação:

213 $GB_f - GB_i$, em que; GB_f = ganho de biomassa final e GB_i = ganho de biomassa
214 anterior.

215 A taxa de crescimento específico foi determinada pela seguinte
216 equação:

217 $(\ln W_f - \ln W_i) \times 100 / ND$, em que; W_f = peso final, W_i = Peso inicial e ND =
218 número de dias de cultivo.

219 A taxa de sobrevivência foi determinada pela seguinte equação:

220 $S (\%) = N_t / N_i \times 100$, em que; N_t = Número total de animais vivos / N_i =
221 Número total de animais inicial x 100.

222

223 **Análise dos Dados**

224

225 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema
226 fatorial, sendo avaliados 2 tratamentos em 4 períodos (0, 25, 50, 75) com 5
227 repetições (tanques).

228 A análise de variância e ajuste do modelo de crescimento foi realizada
229 usando o software SAS, SAS OnDemand for Academics, Copyright © 2020
230 SAS Institute Inc.

231 Foi ajustado o modelo de crescimento de Gompertz dado por $y =$
232 $A \exp(-Be^{-Kx})$, em que, A é o valor assintótico para peso ou tamanho na
233 maturidade, B é um parâmetro de escala (constante de integração), K é uma
234 função da taxa de crescimento máximo, ou índice de maturação.
235 Adicionalmente foram determinadas as taxas de crescimento absoluto (TCA) e
236 relativo (TCR), sendo respectivamente $K \ln(u^{-1})$ e $K \ln(u^{-1})$ e $u = y / A$. O peso
237 (PI) e idade (II) à inflexão foram obtidos respectivamente A/e e $(\ln B) / K$ (Santos
238 et al. 2019).

239 Os parâmetros da curva para cada tratamento foram comparados por
240 seus intervalos de confiança a 95% de probabilidade. Equações e coeficiente
241 de determinação ajustado (R^2A_j) foram fornecidos. As estimativas foram
242 obtidas por quadrados mínimos ponderados, considerando erros
243 autorregressivos (Draper e Smith 1998, Santos et al. 2007, Santos et al. 2019).
244 Utilizou-se o inverso da variância de peso como fator de ponderação e,
245 portanto, os testes F e os intervalos de confiança foram válidos.

246

247 **Resultados**

248

249 As medidas de abdômen e cefalotórax obtiveram diferença estatística
250 apenas aos 25 dias de cultivo, pode-se observar que os camarões do
251 tratamento controle estavam maiores que os camarões do tratamento
252 probiótico. Em relação abdômen e cefalotórax (AB/CT), não se observou
253 diferença estatística durante nenhum período de cultivo (Tabela 3).

254 TABELA 3. Médias do comprimento do abdômen (AB) e cefalotórax (CT) e da
 255 relação AB/CT de camarão-da-Malásia alimentados com probióticos em
 256 diferentes períodos.

Dias	Probiótico	AB (cm)	CT (cm)	AB/CT
0	COM	5,13 (0,52) A	2,21 (0,24) A	2,33 (0,20) A
	SEM	5,06 (0,54) A	2,10 (0,46) A	2,52 (0,60) A
25	COM	6,38 (0,95) B	2,69 (0,33) B	2,37 (0,26) A
	SEM	7,34 (0,60) A	3,06 (0,42) A	2,43 (0,32) A
50	COM	7,60 (0,51) A	3,32 (0,42) A	2,31 (0,24) A
	SEM	8,06 (0,75) A	3,49 (0,33) A	2,31 (0,15) A
75	COM	9,23 (1,04) A	4,01 (0,39) A	2,30 (0,19) A
	SEM	9,65 (0,88) A	4,04 (0,49) A	2,40 (0,24) A

257 * Valores seguidos de mesma letra na coluna não apresentam diferenças estatísticas (P>0,05).

258

259 Após 75 dias de cultivo em sistema de recirculação os camarões não
 260 apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos probióticos e
 261 controle, nos seguintes parâmetros zootécnicos como, ganho de peso 4,38
 262 (0,21) e 3,80 (0,61), ganho de biomassa, 80,78 (13,95) e 72,80 (13,95),
 263 conversão alimentar 6,36 (0,72) e 6,31 (0,57), ração fornecida 506,98 (43,30) e
 264 455,24 (64,14), taxa de crescimento específico 2,31 (0,06) e 2,19 (0,17).

265 A taxa de sobrevivência também não mostrou diferença estatística
 266 durante todo período de cultivo entre os tratamentos, em ambos a taxa de
 267 sobrevivência foi alta seguindo valores médios finais de 91,8 % (10,6) para o
 268 tratamento probiótico e 89,2 % (13,4) para tratamento controle, esses valores
 269 podem ser considerados altos para produção de camarões de água doce, em
 270 ambiente controlado.

271 Ao final dos 75 dias de cultivo, observou-se diferença estatística no
 272 peso dos camarões alimentados com ração contendo o mix de probiótico, o seu
 273 peso médio foi superior ao tratamento controle. Já a biomassa não mostrou
 274 diferença estatística em nenhum dos períodos, (Tabela 4).

275

276

277

278 TABELA 4. Média e desvio padrão de peso e biomassa final de camarões
 279 tratados com probióticos em diferentes períodos.

Dias	Probiótico	Peso (g)		Biomassa (g)	
0	SEM	0,90	(0,03) A	25,20	(0,75) A
	COM	0,94	(0,08) A	26,39	(1,98) A
25	SEM	1,94	(0,08) A	48,64	(2,21) A
	COM	1,91	(0,18) A	49,54	(5,40) A
50	SEM	3,36	(0,34) A	82,75	(10,40) A
	COM	3,54	(0,20) A	90,18	(6,39) A
75	SEM	4,70	(0,61) B	85,29	(30,72) A
	COM	5,32	(0,27) A	107,18	(13,11) A

280 * Valores seguidos de mesma letra na coluna não apresentam diferenças estatísticas (P>0,05).

281

282 A Tabela 5 apresenta as estimativas de parâmetros do modelo de
 283 Gompertz. O ajuste para dados de peso de camarões-da-malásia cultivados
 284 em sistema de recirculação alimentados com ração com ou sem probióticos
 285 foram bons (alto R²Adj), apresentando estimativas aplicáveis e
 286 confiabilidade. Não foram apresentadas diferenças nas estimativas de "A" e "K"
 287 entre os tratamentos. O ajuste do modelo está demonstrado na Figura 3.

288

289 TABELA 5. Parâmetros estimados "A" e "K" e os intervalos de confiança do
 290 modelo de crescimento de Gompertz de camarões-da-malásia cultivados em
 291 sistema de recirculação alimentados com ração contendo probióticos.

Probiótico	Estimativas		Intervalo de Confiança			
	A (g)	K (%)	A (g)		K (%)	
			Lower	Upper	Lower	Upper
Sem	8,9479 a	0,0171 a	6,5481	14,6499	0,0124	0,0217
Com	19,9159 a	0,0114 a	11,2109	56,9944	0,0072	0,0155

292 * Valores seguidos de mesma letra na coluna não apresentam diferenças estatísticas (P>0,05).

293

294

295

296

297
 298
 299
 300
 301
 302
 303
 304
 305
 306
 307
 308
 309
 310
 311
 312
 313
 314
 315
 316
 317
 318
 319
 320
 321
 322
 323
 324
 325
 326
 327
 328
 329
 330
 331
 332
 333
 334
 335
 336
 337
 338
 339
 340
 341
 342
 343
 344
 345
 346
 347
 348
 349
 350
 351
 352

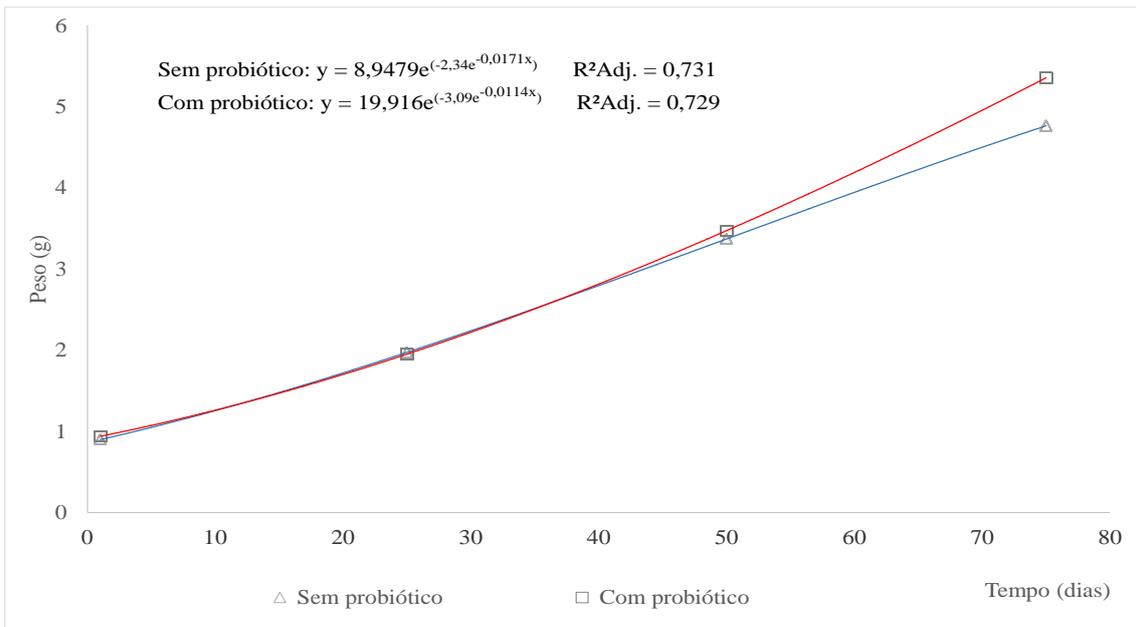


FIGURA 3. Modelo de Crescimento Gompertz de camarões-da-malásia cultivados em sistema de recirculação alimentados com ração contendo probióticos (n = 1016 observações).

Figura 4 e 5 apresentam as equações para determinação das taxas de crescimento absoluto (TCA g/dia) e relativo (TCR %) dos camarões alimentados com ração contendo probióticos, bem como as alterações nos valores dessas variáveis com o crescimento dos organismos.

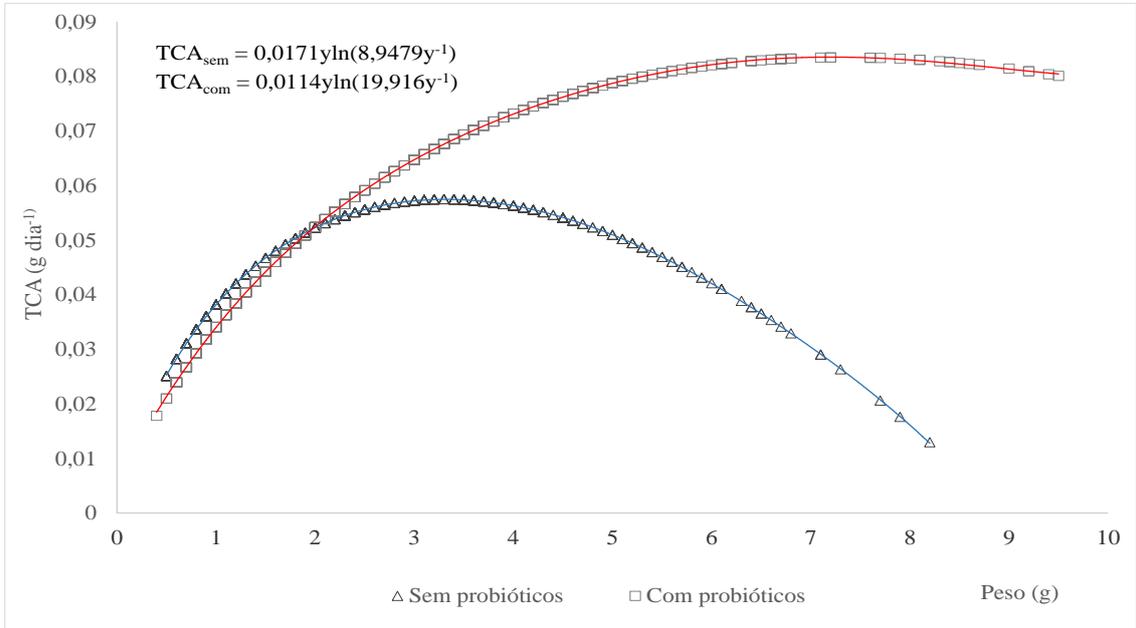
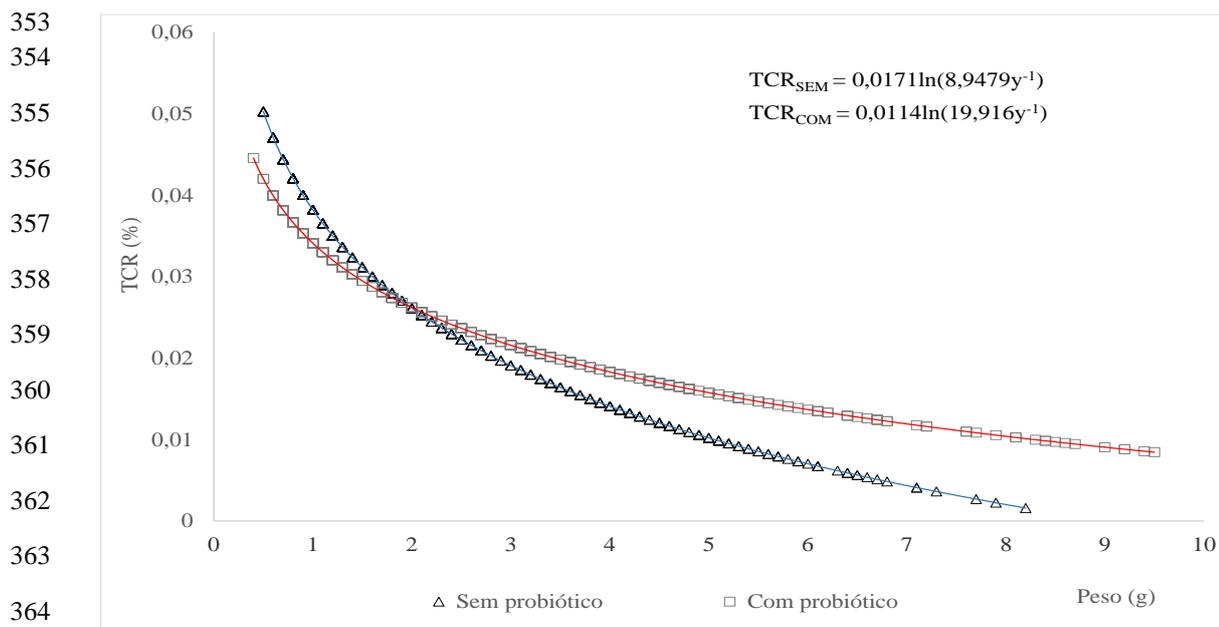


FIGURA 4. Taxa de crescimento absoluto (TCA) de camarões-da-malásia cultivados em sistema de recirculação alimentados com ração contendo probióticos. Cada ponto representa a estimativa de cada observação (498 e 518 observações nos tratamentos sem e com probióticos, respectivamente).



365 FIGURA 5. Taxa de crescimento relativo (TCR) de camarões-da-malásia cultivados em sistema
366 de recirculação alimentados com ração contendo probióticos. Cada ponto representa a
367 estimativa de cada observação (498 e 518 observações nos tratamentos sem e com
368 probióticos, respectivamente).

369

370 O peso e idade no ponto de inflexão e o TCA máximo são
371 apresentados na Tabela 6. Os camarões alimentados com probióticos
372 obtiveram maior peso (7,33 g), idade (99 dias) e TCA (0,084) à inflexão
373 quando comparados com aqueles que receberam ração sem probióticos.

374

375 TABELA 6. Valores de peso (g), idade (dias) e taxa de crescimento absoluto
376 (TCA - g/dia) no ponto de inflexão de camarões-da-malásia cultivados em
377 sistema de recirculação alimentados com ração contendo probióticos.

Probiótico	Peso (g)	Idade (dias)	TCA (g/dia)
Sem	3,29	49,63	0,056
Com	7,33	98,92	0,084

378 * Valores seguidos de mesma letra na coluna não apresentam diferenças estatísticas ($P > 0,05$).

379

380 Discussão

381

382 O uso de probióticos na aquicultura vem se tornando uma alternativa
383 profilática ao uso de antibióticos, mesmo observando que haja competição por
384 nutrientes e áreas de adesão, entre a microbiota probiótica e os patógenos já
385 existentes, pode se dizer que os mesmos são capazes de produzir enzimas
386 que melhoram a saúde dos organismos de cultivo, bem como promover

387 estímulos para o sistema imune, Li et al., (2015). Segundo Irianto & Austin
388 (2002), o uso de probiótico aumenta o desempenho e o apetite das espécies
389 cultivadas, diminuindo a utilização de antibióticos. Krishna et al. (2009),
390 relataram que a adição de probiótico em tanques de tratamento, garante um
391 maior aproveitamento da ração devido aos microrganismos que influenciam na
392 digestão e absorção do alimento.

393 A biometria dos camarões de água doce *M. rosenbergii*, do presente
394 estudo mostrou diferença estatística apenas aos 25 dias de cultivo. Os
395 camarões no tratamento controle se mostraram maiores tanto no tamanho do
396 cefalotórax 3,06 cm quanto do abdômen 7,34 cm em relação aos camarões do
397 tratamento probiótico que obteve as medidas de 2,69 cm para o cefalotórax e
398 6,38 cm para o abdômen. Mesmo com essa diferença entre os tratamentos o
399 peso médio e a biomassa dos camarões não obtiveram diferença estatística no
400 mesmo período. Esses fatores podem ser um indicativo que as diferenças
401 encontradas foram minimizadas após se passar o período inicial de adaptação,
402 ativação e respostas positivas dos microrganismos probióticos nos organismos.

403 No presente estudo pode-se observar que os parâmetros zootécnicos
404 de ganho de peso, ganho de biomassa, conversão alimentar, ração fornecida e
405 taxa de crescimento específico, não demonstraram diferença estatística entre
406 os tratamentos probiótico e controle. Dos anjos (2018), observou que uso de
407 probióticos melhora a conversão alimentar no cultivo do camarão da Amazônia
408 em relação ao tratamento sem probiótico. Olmos et al. (2011), relataram que
409 *Litopenaeus vannamei* alimentados com probiótico na ração obtiveram melhor
410 conversão alimentar, taxa de sobrevivência superior e maior tolerância ao
411 estresse.

412 Os valores médios finais da taxa de sobrevivência não mostraram
413 diferenças estatísticas entre os tratamentos probiótico 91,8 % (10,6) e controle
414 89,2 % (13,4), os dois tratamentos mostraram uma taxa de sobrevivência alta
415 para o cultivo de *M. rosenbergii*, a qualidade da água e o manejo adequado
416 durante todo o cultivo pode ter corroborado com essa alta taxa em ambos os
417 tratamentos. Soundarapandian et al. (2010), relataram que o uso de probiótico
418 no cultivo de *Peneaus monodon* se mostrou eficaz, obtendo uma taxa máxima
419 de 95,2 % e uma taxa mínima de 75,1 % de sobrevivência no cultivo. No
420 experimento de Frozza (2017), também se pode observar que uso de probiótico

421 mostrou melhor eficiência para o tratamento controle, na criação de *M.*
422 *rosenbergii* em sistema de BFT (Biofloc Technology), já Kumar et al. (2013),
423 observaram que durante um período de 60 dias de cultivo utilizando *B.*
424 *licheniformis* no tratamento probiótico, obtiveram resultados semelhantes ao
425 tratamento controle na criação de *M. rosenbergii* corroborando com o presente
426 estudo.

427 Pode-se observar no presente estudo que a combinação de varias
428 bactérias e uma levedura para formulação de um mix de probiótico mostrou-se
429 benéfica, no cultivo de *M. rosenbergii* em sistema recirculação em ambiente
430 controlado, abrindo um preceder de uma possível eficiência na produção em
431 larga escala, beneficiando os produtores. Pode-se observar que o ganho em
432 biomassa não obteve diferença estatística, isso pode ter ocorrido por causa dos
433 altos valores de desvio padrão entre os tratamentos, este fato está relacionado
434 à heterogeneidade dos lotes de animais em cada tratamento. Já o peso obteve
435 diferença estatística aos 75 dias de cultivo, os camarões do tratamento
436 probiótico obtiveram o peso de 5,32 g enquanto o tratamento controle obteve
437 4,70 g, esses valores também foram demonstrados pelo ajuste do modelo de
438 Gompertz e a determinação dos parâmetros de interpretação biológica como a
439 estimativa do peso à maturidade, taxas de crescimento, peso e idade à
440 inflexão.

441 No estudo de Hossain et al. (2013), pode-se observar diferença
442 estatística no peso corpóreo dos camarões *Peneaus monodon*, cultivados em
443 viveiros contendo probiótico 37,67 g (1,15), em relação aos cultivados em
444 viveiros controle 27,33 g (0,58). O mesmo foi relatado por Valdes et al. (2013),
445 que mesmo cultivando o camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, também
446 obtiveram melhores resultados para uso de probióticos adicionados na água
447 em comparação ao tratamento controle, corroborando com presente estudo. Já
448 Bolívar et al. (2013), não observaram diferença estatística no peso final de
449 *Litopenaeus vannamei*, entre os tratamentos controle, prebiótico (inulina),
450 probiótico (*Lactobacillus plantarum*) e simbiótico (*Lactobacillus plantarum* +
451 inulina), utilizando apenas uma bactéria como probiótico.

452 No presente estudo os camarões que receberam o probiótico
453 apresentaram a maior TCA. Neste tratamento, camarões acima de 4,0 g tinham
454 TCA crescente, enquanto que os camarões que não receberam probiótico a

455 TCA foi decrescente a partir dos 3,0 g. O mesmo pode ser observado na TCR,
456 na qual a curva decrescente ocorreu de forma mais acentuada nos camarões
457 que receberam ração sem probiótico, quando comparada a TCR dos camarões
458 que receberam ração com probiótico. Pode-se observar na Figura 4 que os
459 camarões que receberam aditivo probiótico, quando atingiram o ponto a
460 inflexão o peso era estimado a 7,33 g obtendo um crescimento diário de 0,084
461 g podendo manter esse crescimento até 99 dias. O tratamento controle se
462 mostrou inferior demonstrando uma queda no crescimento, quando atingiu seu
463 ponto a inflexão, o peso foi estimado a 3,39 g obtendo crescimento de 0,056 g
464 ao dia, mantendo esse crescimento apenas até 49 dias. Ressalta-se que a TCA
465 foi 50% superior nos camarões que receberam ração contendo probiótico, em
466 relação ao grupo controle (sem probiótico).

467 Dachi et al. (2019), relataram que o aumento do peso e comprimento
468 absolutos dos camarões *M. rosenbergii*, utilizando probiótico RABAL em doses
469 diferentes foi estatisticamente superior ao tratamento controle, indicando que
470 uso de probiótico se mostra benéfico na produção. Haibib et al. (2014),
471 observaram que no cultivo de larvas de *M. rosenbergii*, após a primeira semana
472 de cultivo, a taxa de crescimento específico variou de 3,34 a 26,13% em
473 camarões do tratamento probiótico, enquanto o tratamento controle foi de 2,76
474 a 25,75%, corroborando com presente estudo.

475 Valenti et al. (1993), também ajustaram curvas de crescimento de VON
476 BERT ALANFFY para pós-larvas de *M. rosenbergii* em diferentes densidades,
477 4, 8, 12, 16, 20, respectivamente por um período de seis meses, sendo
478 observado que o aumento das densidades ocasionou uma queda na curva em
479 crescimento, já a taxa de crescimento instantâneo se mostrou relativamente
480 parecida entre todas as densidades, 21,8 mm, 22,4 mm, 21,8 mm, 20,8 mm,
481 18,5 mm, respectivamente.

482 Conclui-se que a incorporação de um mix de aditivo probiótico
483 inoculados na ração foi benéfica na criação de camarões de água doce (*M.*
484 *rosenbergii*), ao final dos 75 dias de cultivo, melhorando o peso e crescimento
485 dos animais em sistema de recirculação fechado. Isso indica que o uso de
486 probióticos pode se tornar vantajoso para os produtores, mesmo que cultivo
487 tenha ocorrido em ambiente fechado e controlado, podendo-se ter ao final do

488 cultivo animais mais saudáveis e com crescimento mais rápido, chegando ao
489 tamanho comercial em menos tempo.

490

491 **Agradecimentos**

492

493 A CAPES, pela bolsa de estudo, a Agência Paulista de Tecnologia dos
494 Agronegócios (APTA), pela disponibilidade do local do experimento e a Biomart
495 Nutrição Animal Importação e Exportação LTDA, pelo probiótico utilizado no
496 experimento.

497

498 **Referências Bibliográficas**

499

500 Bolívar Ramírez, N., Seiffert, W. Q., Vieira, F. D. N., Mouriño, J. L. P., Jesus, G.
501 F. A., Ferreira, G. S., & Andreatta, E. R. (2013). Dieta suplementada com
502 prebiótico, probiótico e simbiótico no cultivo de camarões marinhos. Pesquisa
503 Agropecuária Brasileira, 48(8), 913-919. doi.org/10.1590/S0100-
504 204X2013000800015.

505

506 Dachi, A. L., Muhammadar, A. A., Sahidhir, I., Putra, D. F., & Irwan, Z. A. (2019,
507 November). Effects of probiotics (rabal) with different doses on the survival,
508 feed conversion, and growth of giant prawns (*Macrobrachium rosenbergii*).
509 In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 348(1), 012083.
510 IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/348/1/012083.

511

512 Dantas, D., Alves, E., Rego, M., Soares, R., Peixoto, S., & Gálvez, A. (2009).
513 Desempenho do *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) cultivado com uso de
514 probiótico quando submetido à infecção por *Vibrio harveyi*. Revista Brasileira
515 de Ciências Agrárias, ISSN: 1981-1160, 4(1), 85-90.

516

517 Dash, G., Raman, R. P., Prasad, K. P., Makesh, M., Pradeep, M. A., & Sen, S.
518 (2014). Evaluation of *Lactobacillus plantarum* as feed supplement on host
519 associated microflora, growth, feed efficiency, carcass biochemical composition
520 and immune response of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*
521 (de Man, 1879). Aquaculture, 432, 225-236.
522 doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.05.011.

523

524 Dash, G., Raman, R. P., Prasad, K. P., Makesh, M., Pradeep, M. A., & Sen, S.
525 (2015). Evaluation of paraprobiotic applicability of *Lactobacillus plantarum* in
526 improving the immune response and disease protection in giant freshwater
527 prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879). Fish & shellfish
528 immunology, 43(1), 167-174. doi.org/10.1016/j.fsi.2014.12.007.

529

530 De Almeida Marques, Helcio Luis, Patricia MC, Moraes-Valenti. (2012).
531 "Current status and prospects of farming the giant river prawn (*Macrobrachium*

532 *rosenbergii*) (De Man 1879) and the Amazon River Prawn *Macrobrachium*
533 *amazonicum* (Heller 1862) in Brazil." *Aquaculture Research* 43(7), 984-992.
534 doi.org/10.1111/j. 1365-2109.2011.03032.x
535
536 Dos Anjos, Rafael Queiroz. (2018). Efeito da associação de cinco probióticos e
537 dois aminoácidos essenciais e a forma de aplicação no desempenho do
538 camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*). Trabalho de Conclusão
539 de Curso – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Obtido em:
540 <http://hdl.handle.net/123456789/1749>
541
542 Draper, Norman R., and Harry Smith. (1998). Applied regression analysis
543 bibliography update 1994-97. *Communications in Statistics-Theory and*
544 *Methods*, 27(10), 2581-2623. doi.org/10.1080/03610929808832244.
545
546 FAO. (2018, 15 maio). The State of World Fisheries and Aquaculture – Meeting
547 the sustainable development goals. Obtido em:
548 <http://www.fao.org/fishery/sofia/en>
549
550 FAO. (2019, 02 agosto). Software: FishStatJ (v. 3.5.3). Obtido em: Acesso em:
551 <http://www.fao.org/home/en/>
552
553 Frozza, Amábile. (2017). Probiótico na criação de juvenis do camarão de água
554 doce *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) em sistema BFT.
555 <http://hdl.handle.net/1884/44844>
556 Furtado Neto, Manuel Antonio Andrade. (2014). Reprodução e Genética de
557 camarões marinhos em cativeiro. *Acta Veterinária Brasilica*, 8, 387-388.
558 doi.org/10.21708/avb.2014.8.0.3958.
559
560 Habib, Ahasan, Nani Gopal Das, and M. Belal Hossain. (2014). "Growth
561 performance and survival rate of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1979)
562 larvae using different doses of probiotics." *Pakistan journal of biological*
563 *sciences: PJBS*, 17(7), 920-924. doi: 10.3923/pjbs.2014.920.924
564
565 Hossain, M. I., Kamal, M. M., Mannan, M. A., & Bhuyain, M. A. B. (2013).
566 Effects of probiotics on growth and survival of shrimp (*Penaeus monodon*) in
567 coastal pond at Khulna, Bangladesh. *Journal of Scientific Research*, 5(2), 363-
568 370. doi.org/10.3329/jsr.v5i2.11815
569
570 Irianto, Agus; Austin, Brian. (2002). Probiotics in aquaculture. *Journal of fish*
571 *diseases*, 25(11), 633-642. doi.org/10.1046/j.1365-2761.2002.00422.x.
572
573 Krishna P V, Madhusudhan Rao K, Sharma SV, (2009). Effect of probiotics on
574 the growth and survival of tiger prawn *Penaeus monodon* on brackish water
575 ponds near Repalle, Guntur district, Andhra Pradesh. *ANU J. of Natural*
576 *Sciences*, 2(2), 123-127. ISSN: 2278-778X Research Article, doi.
577 10.21746/ijbio.2012.12.005. <https://www.ijbio.com/>
578
579 Kumar, N. R., Raman, R. P., Jadhao, S. B., Brahmchari, R. K., Kumar, K., &
580 Dash, G. (2013). Effect of dietary supplementation of *Bacillus licheniformis* on
581 gut microbiota, growth and immune response in giant freshwater prawn,

582 *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879). *Aquaculture International*, 21(2),
583 387-403. doi:10.1007/s10499-012-9567-8.
584
585 Li, J., Xu, Y., Jin, L., Li, X., (2015). Effects of a probiotic mixture (*Bacillus*
586 *subtilis* YB-1 and *Bacillus cereus* YB-2) on disease resistance and non-specific
587 immunity of sea cucumber, *Apostichopus japonicus* (Selenka). *Aquacult.*
588 *Research*. 46(12), 3008–3019. doi: 10.1111/are.12453.
589
590 Melgar Valdes, C. E., Barba Macías, E., Álvarez-González, C. A., Tovilla
591 Hernández, C., & Sánchez, A. J. (2013). Efecto de microorganismos con
592 potencial probiótico en la calidad del agua y el crecimiento de camarón
593 *Litopenaeus vannamei* (Decapoda: Penaeidae) en cultivo intensivo. *Revista de*
594 *Biología Tropical*, 61(3), 1215-1228. ISSN. 0034-7744.
595
596 Moraes-Valenti, (2010). Patricia; Valenti, Wagner Cotroni. Culture of the
597 Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Freshwater prawns: biology*
598 *and farming*, pp. 485-501.
599
600 New, Michael Bernard. (2010). History and global status of freshwater prawn
601 farming. In: New, M. B.; Valenti, W. C.; Tidwell, J. H.; D'Abramo, L. R.; Kutty, M.
602 N. (Eds.). *Freshwater prawns: biology and farming*. Oxford: Wiley-Blackwell.
603 Cap. 1, pp. 1-11.
604
605 New, Michael Bernard.; Kutty, Methil Narayanan. (2010). Commercial
606 freshwater prawn farming and enhancement around the world. *Freshwater*
607 *Prawns; Biology and Farming*, pp. 346-399.
608
609 New, Michael Bernard., Nair, C. Mohanakumaran. (2012). Global scale of
610 freshwater prawn farming. *Aquaculture Research*, 43(7), 960-
611 969. doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03008.x
612 Olmos, J., Ochoa, L., Paniagua-Michel, J., & Contreras, R. (2011). Functional
613 feed assessment on *Litopenaeus vannamei* using 100% fish meal replacement
614 by soybean meal, high levels of complex carbohydrates and *Bacillus* probiotic
615 strains. *Marine drugs*, 9(6), 1119-1132. doi.org/10.3390/md9061119.
616
617 Santos, Vander Bruno., Yoshihara, Eide.; Freitas, Tadeu Fonseca.; Reis Neto,
618 Rafael Vilhena. (2007). Exponential growth model of Nile tilapia (*Oreochromis*
619 *niloticus*) strains considering heteroscedastic variance. *Aquaculture*, 274(1), 96-
620 100. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.11.005
621
622 Santos, Daniele Bezerra dos. (2013). Comportamento do camarão de água
623 doce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) em cultivos misto e
624 monossexo. <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/17246>
625
626 Santos, Vander Bruno.; Silva, Vinicius Vasconcelos.; Almeida, Marcos Vinicius.,
627 Mareco, Edson A., Salomão, Rondinelli Arthur Simões. (2019) Performance of
628 Nile tilapia *Oreochromis niloticus* strains in Brazil: a comparison with Philippine
629 strain. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1), 72-78, doi:
630 10.1080/09712119.2019.1571495.
631

- 632 Soundarapandian, P.; Ramanan, V.; Dinakaran, G. K. (2010). Effect of
633 probiotics on the growth and survival of *Penaeus monodon* (Fabricius). Current
634 Research Journal of Social Sciences, 2(2), 51-57.
635
- 636 Tseng, D. Y., Ho, P. L., Huang, S. Y., Cheng, S. C., Shiu, Y. L., Chiu, C. S., &
637 Liu, C. H. (2009). Enhancement of immunity and disease resistance in the white
638 shrimp, *Litopenaeus vannamei*, by the probiotic, *Bacillus subtilis* E20. Fish &
639 shellfish immunology, 26(2), 339-344. doi.org/10.1016/j.fsi.2008.12.003.
640
- 641 Van Hai, Ngo, Nicky Buller, and Ravi Fotedar. (2009). "The use of customised
642 probiotics in the cultivation of western king prawns (*Penaeus latisulcatus*
643 Kishinouye, 1896)." Fish & Shellfish Immunology 27(2), 100-104.
644 doi.org/10.1016/j.fsi.2009.05.004.
645
- 646 Valenti, Wagner Cotroni; Mello, Jeanette de Toledo Cardoso de; Castagnolli,
647 Newton. (1993). Efeito da densidade populacional sobre as curvas de
648 crescimento de *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) em cultivo semi-intensivo
649 (Crustacea, Palaemonidae). Revista brasileira de Zoologia, 10(3), 427-438.

CAPITULO 2

Artigo Científico

INFLUÊNCIA DO ADITIVO PROBIÓTICO NA ÁGUA DE CULTIVO E SEUS EFEITOS EM ASPECTOS DO CRESCIMENTO DE CAMARÕES *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* (DE MAN 1879)

1 **Influence of the probiotic additive on the crop water and its effects on**
2 **growth aspects of shrimp *Macrobrachium rosenbergii* (De man 1879)**
3

4 **Short Tittle: Probiotics in water and its influence on growth**
5

6 Vinicius Vasconcelos Silva^a, Rondinelle Artur Simões Salomão^b, Nikolas
7 Cordeiro^c Vander Bruno dos Santos^d.
8

9 ^a Pós Graduando, Programa do Instituto de Pesca/APTA/SAA, São Paulo,
10 Brasil

11 ^b Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Brasil

12 ^c Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Brasil

13 ^d Instituto de Pesca/APTA/SAA, São Paulo – Brasil
14
15

16 Correspondência: vasconcelos_vinicius1@hotmail.com
17

18 **ABSTRACT**
19

20 The increase in sustainable aquaculture practices has become a trend, and the
21 use of probiotics has been shown to be beneficial for the cultivation of aquatic
22 organisms. The objective of this work was to evaluate the zootechnical indexes
23 and water quality in *Macrobrachium rosenbergii* cultivation in a recirculation
24 aquaculture system (RAS) with the probiotic addition directly in the water. The
25 experiment was carried out at the São Paulo Agribusiness Technology Agency
26 (APTA), located in Presidente Prudente, SP, for 14 weeks. Prawns were grown
27 from a weight of 2 g, distributed in eight 0.25 m³ tanks at a density of 26
28 prawns/ m³ each tank was maintained with oxygenation at a constant flow of
29 1,000 liters / h and heating system, together with settling tank. Feeding was
30 carried out twice a day with extruded formulated feed containing 38% crude
31 protein, with a grain size of 2 mm. Oxygen and temperature were monitored
32 daily, pH, ammonia, nitrite and nitrate were measured weekly. The experimental
33 design was completely randomized in a factorial scheme, with two treatments,
34 probiotic and control being evaluated in five periods and four repetitions. The

35 variance analyzes were performed using the GLM procedure on SAS software,
36 SAS OnDemand for Academics, Copyright © 2020 SAS Institute Inc, when the
37 time was significant, the regression model was adjusted. No statistical
38 differences were found in zootechnical indices and water quality parameters, it
39 is concluded that the use of probiotics in water was not effective in growing
40 *Macrobrachium rosenbergii* in RAS.

41

42 Keywords: Crustacean, *Lactobacillus*, Water quality, Water recirculation.

43

44 **Introdução**

45

46 A produção de camarão de água doce em 2017 no mundo superou as
47 504 mil toneladas, alcançando valor comercial de US\$ 4,1 milhões (FAO,
48 2018). Com o aumento na demanda de proteína animal de alta qualidade e a
49 preocupação com meio ambiente, chega-se a um consenso global que a
50 aquicultura precisa ser desenvolvida de acordo com os princípios sustentáveis,
51 de uso racional dos recursos humanos e ambientais (Costa- Pierce, 2010).
52 Com isso as práticas intensificadas de cultivo na aquicultura, por causa da
53 globalização e do comércio do pescado, vêm exigindo do produtor um cultivo
54 de altas densidades, o que pode ocasionar a ocorrência de doenças infecciosas
55 levando a danos significativos ao meio ambiente (Mohapatra et al., 2012) e
56 também na produtividade.

57

58 Na busca de uma produção de maior qualidade e menor impacto
59 ambiental, os produtores têm recorrido à utilização de antibióticos ou probiótico
60 em seus cultivos, sendo uma forma de se produzir alimento de boa qualidade e
61 livre de patógenos e ao mesmo tempo diminuir o impacto ambiental.
62 Atualmente o uso de probióticos microbianos na aquicultura é amplamente
63 aceito pelos produtores (Wang, 2008b). A palavra probióticos na aquicultura
64 aplica-se na utilização de suplementos microbianos vivos, que possam ter
65 efeitos benéficos para hospedeiro e o ambiente de cultivo, melhor
66 favorecimento de modificação da comunidade microbiana, melhor
67 aproveitamento do alimento artificial fornecido, melhora no crescimento, taxa
68 de sobrevivência e na resposta imunológica do hospedeiro perante as doenças
e manutenção da qualidade da água (Verschuere et al., 2000; Decamp et al.,

69 2008). A gama de probióticos avaliadas na produção da aquicultura é
70 consideravelmente mais larga do que na agricultura terrestre (Nayak, 2010a).

71 Os probióticos podem ser administrados diretamente na água, ração ou
72 em alimentos vivos (artêmia e rotíferos), mas aparentemente a melhor forma de
73 adesão pelo trato intestinal, pode-se ser observada quando o probiótico é
74 ofertado na alimentação (Irianto & Austin, 2002). Segundo Rigos & Katharios
75 (2010), os benefícios que são esperados pelas estirpes estudadas irão
76 depender muito de alguns fatores, como água utilizada (salobra, marinha,
77 doce), a fase de cultivo (larva, juvenil, adulto) e a forma do sistema de cultivo
78 (fluxo contínuo, recirculação, viveiros ou tanques rede).

79 Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do aditivo
80 probiótico, adicionado diretamente na água, no desempenho zootécnico e no
81 crescimento dos animais, bem como os efeitos na qualidade de água utilizada
82 durante todo o cultivo.

83

84 **Material e métodos**

85

86 O experimento foi conduzido na Agência Paulista de Tecnologia dos
87 Agronegócios (APTA), localizado em Presidente Prudente, estado de São
88 Paulo, Brasil, por um período de 14 semanas.

89 Inicialmente, camarões *M. rosenbergii* de aproximadamente 2 g foram
90 cultivados em 8 tanques de 0,25 m³, na densidade de 26 camarões/m³. Cada
91 tanque foi mantido com oxigenação em um fluxo constante de água de 1.000
92 litros / h, e tanque de decantação contendo filtragem biológica através de sacos
93 contendo argila expandida. Conforme demonstrado na Figura 1. O oxigênio
94 dissolvido e a temperatura foram monitorados diariamente, o pH, amônia, nitrito
95 e nitrato, semanalmente e as médias destes parâmetros foram calculadas nos
96 períodos de 30, 60, 100 dias de cultivo.

97

98

99

100

101

102

103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135

Sistema Fechado de Recirculação

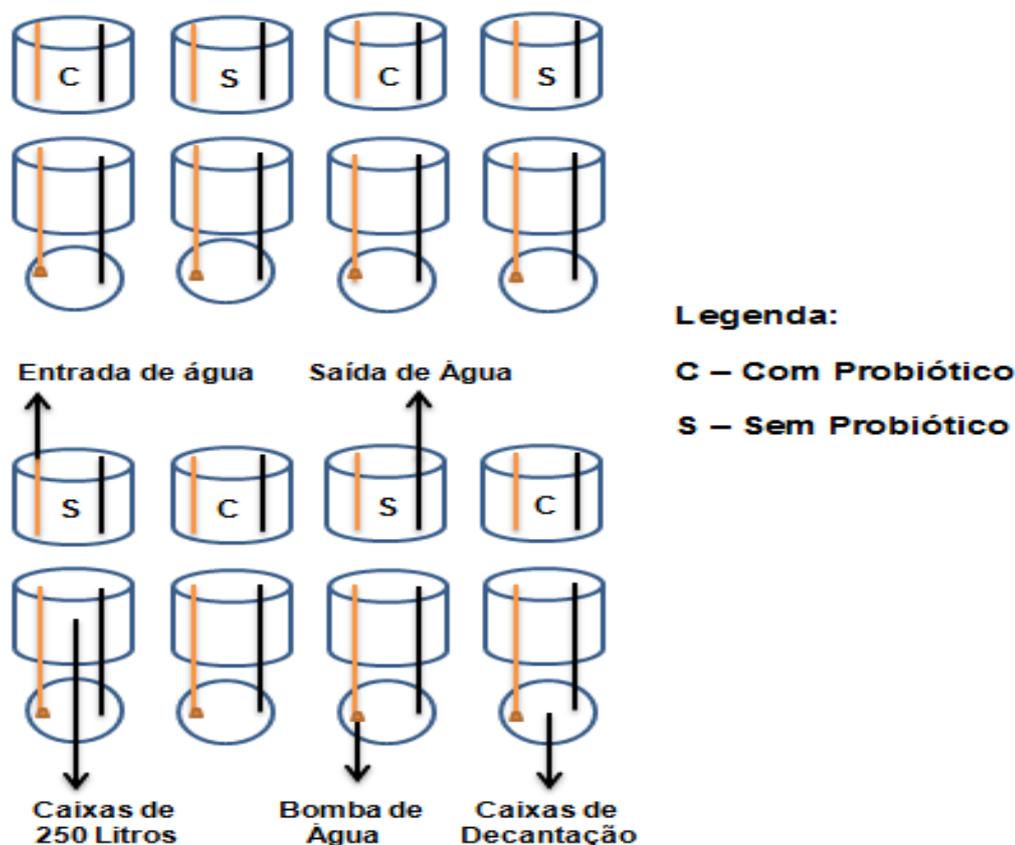


FIGURA 1. Representação esquemática do delineamento experimental (desenho feito pelos autores).

A alimentação foi realizada com ração extrusada contendo 38% proteína bruta, de granulometria de 2 mm, e sua formulação e valores nutricionais podem ser observados nas Tabela 1 e 2.

A quantidade de ração fornecida foi de acordo com a biomassa de cada tanque, inicialmente foram ofertados 7% da biomassa dos tanques, com o desenvolvimento dos animais essa quantidade passou a 5% da biomassa de cada tanque, segundo NRC (2011).

TABELA 1. Valores em % dos ingredientes utilizados na formulação da ração de camarões de água doce.

Descrição	Uso (%)	1000,00 kg
Milho Moído	15,23	152,30
Soja 60%PB (SPC)	21,45	214,51
Farelo de Trigo 16%.	8,73	87,28
Farinha de Trigo.	7,00	70,00
Farinha de Carne	4,29	42,91
F. Peixe marinho 55%	20,00	200,00

Farinha de Lula	2,00	20,00
Farinha de Tilápia	8,00	80,00
Hemoglobina Actipro	4,00	40,00
Nutribinder	0,70	7,00
Sal	0,50	5,00
Calcário 38% Cálcio	2,00	20,00
Fosfato bicálcico	0,20	2,00
Óleo de Peixe (marinho)	2,00	20,00
Aquagest OMF	0,20	2,00
Vitamina C 35%	0,10	1,00
Antioxidante Raguife	0,10	1,00
Adsorvente de micotoxina	0,30	3,00
Antifúngico	1,00	10,00
Emulsificante	0,20	2,00
Aquabite	1,00	10,00
SP1 (Alltech)	0,50	5,00
Premix	0,50	5,00
	100,00	1000,00

136 ¹Binder = Solúvel de peixes = palatilizante. ²Hepatoprotetor natural e melhorador de
137 digestibilidade. O produto possui ação emulsificante, quebrando os micélios das gorduras em
138 tamanhos menores para melhor assimilação por peixes e camarões, além de auxiliar a
139 liberação de enzimas para uma melhor digestão dos alimentos. Produto composto por ácidos
140 orgânicos, extratos vegetais e emulsificante natural. ³Solúvel de peixes = palatilizante ⁴Fonte
141 de ácidos graxos poli-insaturados.
142

143 TABELA 2. Composição nutricional da ração de camarões de água doce.

Descrição	Unidade	Uso
ED (energia digestível)	Kcal / Kg	3321,4
PD (proteína digestível)	%	34,2
Proteína Bruta	%	38,5
Gordura	%	8,0
Fibra Bruta	%	2,5
Cinzas	%	12,3
Cálcio	%	4,0
Fosforo Total	%	1,8
Amido	%	18,9
Fosforo Dis	%	0,8
Arginina	%	2,4
Lisina	%	3,1
Treonina	%	1,8
Triptofano	%	0,4
Metionina	%	0,7
Vitamina	mg / kg	650,0
MIX	mg / kg	100,0

144

145 Foi utilizado o aditivo probiótico fornecido pela Biomart Nutrição

146 Animal Importação e Exportação LTDA composto com os seguintes níveis de
147 garantia de microrganismos: *Bacillus licheniformis* $4,5 \times 10^9$ UFC/g, *Bacillus*
148 *subtilis* $4,5 \times 10^9$ UFC/g, *Enterococcus faecium* $3,0 \times 10^9$ UFC/g, *Lactobacillus*
149 *plantarum* $3,0 \times 10^9$ UFC/g, *Saccharomyces cerevisiae* $5,0 \times 10^8$ UFC/g.

150 A dosagem inicial de aditivo probiótico que foi utilizada foi de 2 g para
151 cada m^3 de água, depois foram administradas dosagens de manutenção. Essas
152 dosagens foram feitas uma vez por semana e para cada m^3 de água foi
153 utilizado 0,2 g de aditivo probiótico.

154 O probiótico foi pesado em uma balança de precisão, em seguida foi
155 diluído em água destilada em um recipiente plástico vedado, sua aplicação
156 ocorreu sempre ao final da tarde após o arraçoamento dos camarões, a
157 aplicação ocorreu em quatro caixas (com probiótico), e as outras quatro caixas
158 não receberam nenhum aditivo probiótico (sem probiótico).

159

160 **Avaliação do desempenho**

161

162 Com o crescimento dos animais, foram feitas pesagens de todos os
163 camarões de cada tanque nos períodos 0, 25, 50, 75 e 100 dias de cultivo,
164 após terem passado por um período de jejum de 24 horas. Foram mensuradas
165 as médias de peso e consumo de ração de cada tratamento ao final de cada
166 período.

167 Também foram determinados a conversão alimentar, ganho em
168 biomassa, biomassa final, taxa de mortalidade global e sobrevivência.

169 A conversão alimentar aparente foi determinada pela seguinte
170 equação:

171 $B_f - B_i / Cr$, em que; B_f = biomassa final, B_i = biomassa inicial / Cr = consumo
172 de ração no período.

173 A biomassa final foi determinada pela seguinte equação:

174 $P_m \times N$, em que; em que P_m = peso médio e N = nº de camarões/caixa.

175 O ganho em biomassa foi determinado pela seguinte equação:

176 $GB_f - GB_i$, em que; GB_f = ganho de biomassa final e GB_i = ganho de biomassa
177 anterior.

178 A taxa de crescimento específico foi determinada pela seguinte
179 equação:

180 $(\ln W_f - \ln W_i) \times 100 / ND$, em que; W_f = peso final, W_i = Peso inicial e ND =
181 número de dias de cultivo.

182 A taxa de mortalidade global foi determinada pela seguinte equação:

183 $N_i - N_f$, em que; N_i = número inicial e N_f = número final de animais.

184 A taxa de sobrevivência foi determinada pela seguinte equação:

185 $S (\%) = N_t / N_i \times 100$, em que; N_t = Número total de animais vivos / N_i =
186 Número total de animais inicial $\times 100$.

187

188 **Análise dos Dados**

189

190 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema
191 fatorial, sendo avaliados 2 tratamentos (com probiótico) e (sem probiótico), em
192 5 períodos (0, 25, 50, 75, 100), com 4 repetições (tanques). Foi adotado o
193 seguinte modelo estatístico:

$$194 Y_{ijk} = \mu + P_i + T_j + PT_{ij} + e_{ijk}$$

195 A análise de variância foi realizada utilizando o procedimento GLM do
196 pacote computacional SAS software, SAS OnDemand for Academics,
197 Copyright © 2020 SAS Institute In, quando o tempo foi significativo ajustou-se
198 modelo de regressão.

199 O estudo do crescimento foi realizado ajustando-se os dados de peso
200 dos peixes ao modelo exponencial, utilizando-se a equação $y_i = Ae^{kx_i} + e_i$, onde
201 “y” é o peso observado de cada peixe, $i = 1, 2, \dots, n$; A, o peso inicial estimado;
202 e, base natural do logaritmo; K, a taxa de crescimento específico; x_i , a idade de
203 cada peixe; e_i , o erro associado com cada observação, que por suposição é N
204 $(0, \sigma^2)$. Os ajustes foram obtidos por quadrados mínimos ponderados
205 (DRAPER e SMITH, 1998) com erros autorregressivos devido a provável
206 existência de heterogeneidade de variâncias e correlação serial dos resíduos
207 (SANTOS et al., 2008).

208

209 **Resultados**

210

211 Ao final dos 100 dias de cultivo as médias de temperaturas e oxigênio
212 não mostraram diferença estatística significativa, apenas o pH que aos 60 dias
213 de cultivo o grupo tratado com aditivo probiótico obteve diferença estatística,

214 Tabela 3. Entretanto estes parâmetros foram considerados adequados ao
215 cultivo da espécie.

216

217 TABELA 3. Tabela de médias e desvio padrão dos parâmetros de qualidade da
218 água do cultivo do camarão adicionando-se o probiótico na água em diferentes
219 períodos.

Tempo de cultivo (dias)	Probiótico na água	Oxigênio (mg/l)	Temperatura (°C)	pH
30	Com	8,28 (0,11)	27,60 (0,50)	6,62 (0,15)
	Sem	8,26 (0,04)	27,60 (0,08)	7,12 (0,56)
60	Com	8,69 (0,06)	28,03 (0,21)	5,84 (0,02) A
	Sem	8,64 (0,07)	28,15 (0,23)	6,04 (0,10) b
100	Com	8,70 (0,16)	29,35 (0,69)	7,65 (0,02)
	Sem	8,70 (0,11)	29,31 (0,46)	7,83 (0,11)

220 * Valores seguidos de mesma letra na coluna não são diferentes ($P>0,05$).

221

222

223 Os demais parâmetros de qualidade de água também não mostraram
224 diferença estatística entre os grupos com e sem aplicação do aditivo probiótico
ao final dos 100 dias de cultivo, Tabela 4.

225

226 TABELA 4. Tabela de médias e desvio padrão dos parâmetros de qualidade da
227 água do cultivo do camarão adicionando-se o probiótico na água em diferentes
228 períodos.

Tempo de cultivo (dias)	Probiótico na água	Amônia (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Nitrato (mg/l)
30	Com	0,13 (0,10)	0,00 (0,00)	27,69 (9,91)
	Sem	0,06 (0,01)	0,00 (0,00)	29,75 (17,65)
60	Com	0,11 (0,03)	0,06 (0,03)	33,87 (3,75)
	Sem	0,12 (0,04)	0,02 (0,03)	33,12 (5,82)
100	Com	0,13 (0,03)	0,02 (0,01)	36,60 (7,93)
	Sem	0,12 (0,03)	0,03 (0,00)	37,55 (8,48)

229 * Valores seguidos de mesma letra na coluna não são diferentes ($P>0,05$).

230

231 As médias do peso final e consumo estão apresentados na Tabela 5, e
232 não apresentaram diferença estatística significativa entre os grupos com e sem
233 aplicação do aditivo próbióticos na água.

234

235

236

237 TABELA 5. Tabela de médias e desvio padrão do peso e consumo de ração de
 238 camarões cultivados em água com a adição de probióticos em diferentes
 239 tempos de cultivo.

Tempo de cultivo (dias)	Probiótico na água	Peso (g)		Consumo (g)	
0	Com	3,59	(0,39) a	--	--
	Sem	3,50	(0,86) a	--	--
25	Com	5,69	(0,76) a	1,17	(0,13) a
	Sem	5,83	(0,45) a	1,07	(0,17) a
50	Com	7,59	(1,33) a	1,60	(0,29) a
	Sem	7,52	(2,03) a	1,39	(0,18) a
75	Com	7,39	(1,40) a	1,84	(0,63) a
	Sem	11,01	(3,09) a	1,33	(0,29) a
100	Com	13,94	(3,91) a	0,96	(0,32) a
	Sem	9,77	(3,50) a	1,52	(0,46) a

240 * Valores seguidos de mesma letra na coluna não são diferentes ($P>0,05$).

241

242 Após os 100 dias de cultivo a biomassa, ganho de biomassa e
 243 conversão alimentar não apresentaram diferenças estatísticas entre os grupos
 244 com e sem aplicação do aditivo probióticos na água, Tabela 6.

245

246 TABELA 6. Médias e desvio padrão da biomassa final, ganho em biomassa e
 247 conversão alimentar de camarões cultivados em água com a adição de
 248 probióticos em diferentes tempos de cultivo.

Tempo de cultivo (dias)	Probiótico na água	Biomassa Final (g)	Ganho em Biomassa (g)	Conversão Alimentar
100	Com	22,50 (9,61) a	46,50 (15,01) a	3,36 (0,99) a
	Sem	26,99 (18,22) a	45,37 (18,06) a	3,14 (2,11) a

249 * Valores seguidos de mesma letra na coluna não são diferentes ($P>0,05$).

250

251 A mortalidade foi considerada elevada nos dois tratamentos, 47,02 %
 252 (22,87) para grupo com aditivo probiotico, 41,07 % (32,55) para o grupo sem
 253 aditivo probióticos na água.

254 A taxa de sobrevivência não mostrou diferença estatística entre os
 255 grupos com e sem aditivo probiótico, as médias finais mensuradas foram de
 256 56,2 % (33,6) e 61,6 % (26,6), para os grupos com e sem respectivamente.

257 Após os 100 dias de cultivo pode-se observar diferença estatística
 258 apenas na estimativa do peso inicial, não havendo diferença na taxa de
 259 crescimento entre os tratamentos, podendo ser observado na Tabela 7 e Figura

260 2. Entretanto, o ajuste do modelo exponencial estimou peso final ligeiramente
 261 superior para os camarões cultivados nos tanques que receberam o aditivo
 262 probiótico.

263

264 TABELA 7. Parâmetros estimados "A" e "K", intervalos de confiança e peso
 265 final (dia 100) preditos (W_{ex}) pelo modelo de crescimento exponencial de
 266 camarões cultivados com ou sem a utilização de probióticos.

Probiótico	Parâmetros Estimados		Intervalos de Confiança				W_{ex} (g)
	A (g)	K (%)	A (g)		K (%)		
			Lower	Upper	Lower	Upper	
Com	3,74 b	0,0115 a	3,2867	4,1983	0,0132	0,0142	12,49
Sem	4,31 a	0,0106 a	3,7271	4,8881	0,0070	0,0142	11,81

267 * Valores seguidos de mesma letra na coluna não são diferentes ($P > 0,05$).

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

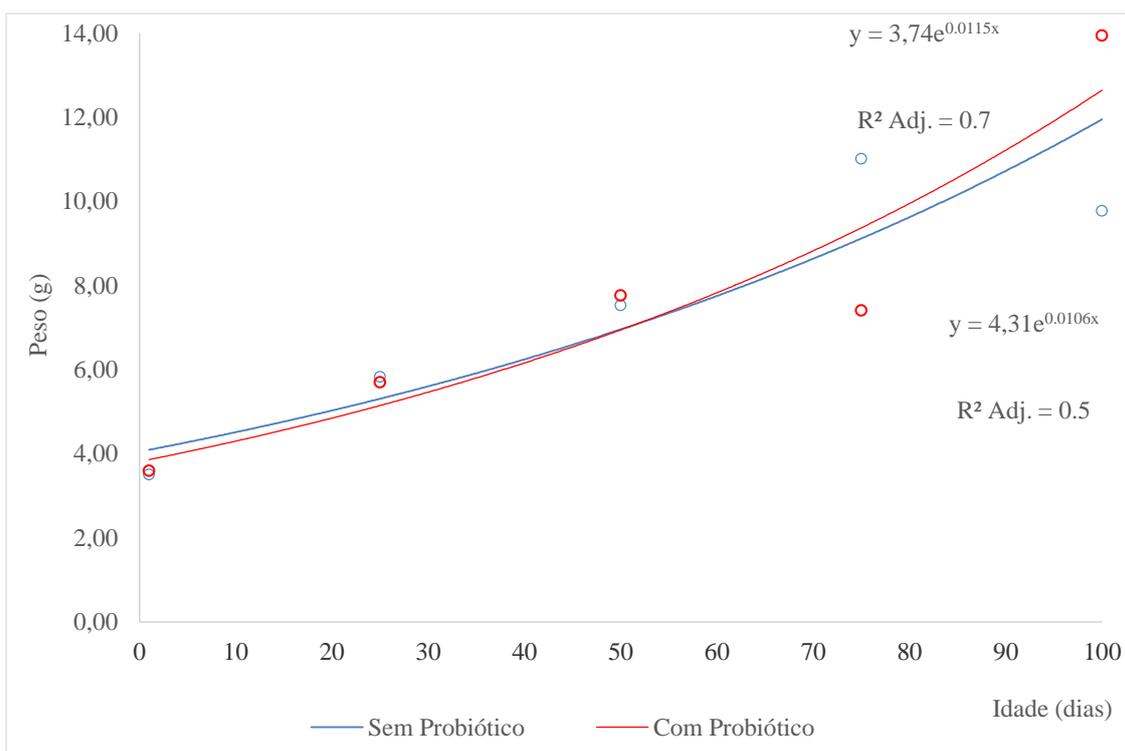
278

279

280

281

282



283 FIGURA 2 Curva de crescimento aos 100 dias de cultivo de camarões em sistema de
 284 recirculação entre dois tratamentos com probiótico e sem probiótico.

285

286 Discussão

287

288

289

290

No presente estudo não foram observadas diferenças estatísticas nos valores de temperatura e oxigênio dissolvido, eles mantiveram valores médios entre 27° a 29° graus de temperatura e 8 mg/l de oxigênio dissolvido durante

291 todo o cultivo, para (New et al., 2002), a temperatura ideal para cultivo varia
292 entre 28 a 30°C, e valores acima de 5 mg/l de oxigênio dissolvido são ideais
293 para a produção de organismos aquáticos. Segundo Arana; Vinatea (2004), os
294 valores obtidos no presente estudo estão adequados para o cultivo de
295 camarões de água doce. A amônia, nitrito e nitrato também não obtiveram
296 diferença estatística entre os tratamentos durante todo o cultivo, já o pH obteve
297 uma pequena diferença estatística aos 60 dias de cultivo, foi observado que o
298 pH estava mais elevado 6,04 (0,10) no tratamento sem adição de probiótico e
299 mais baixo 5,84 (0,02) no tratamento com adição de probiótico, mesmo com
300 esses valores pode-se observar que não houve nenhuma interferência durante
301 o cultivo. Timmons et al. (2002), relataram que os valores recomendados de pH
302 na criação de *M. rosenbergii* variam entre 7,0 e 8,5.

303 No estudo de Da Silva (2012), utilizando pós-larvas de camarão rosa
304 os parâmetros de água apresentaram diferença estatística apenas para o
305 nitrito, observou-se que tratamento utilizando probiótico foi mais eficiente
306 quando comparado ao tratamento utilizando antibiótico. Lakshmanan &
307 Soundarapandian (2008), cultivaram camarão tigre (*Penaeus monodon*),
308 utilizando probióticos comerciais (*Bacillus* spp.) e observaram que houve uma
309 redução significativa na concentração de nitrito e amônia, quando comparado
310 com tratamento sem uso de probiótico. Segundo Ziemann et al., (1992); Wang
311 et al., (2005), o uso de probiótico na aquicultura mostra melhorias nos
312 parâmetros de qualidade de água, diminuindo os impactos ambientais e
313 econômicos, reduzindo as trocas excessivas de água durante o cultivo e
314 efluentes com menos patógenos.

315 Os parâmetros zootécnicos peso, consumo, biomassa, ganho em
316 biomassa, conversão alimentar, não apresentaram diferença estatística entre
317 os grupos com e sem adição de probiótico ao final dos 100 dias de cultivo. O
318 mesmo foi relatado por Frozza, A. (2017), que também não observou diferença
319 estatística, para as variáveis dos parâmetros zootécnicos entre os tratamentos
320 controle e probióticos, assim como verificaram Ferreira et al. (2015), durante a
321 criação de *Litopenaeus vannamei* utilizando probiótico contendo *B. subtilis* spp.
322 Segundo Zokaeifar et al. (2013), o uso de *B. subtilis*, no período de 56 dias
323 durante a fase de engorda do camarão *Litopenaeus vannamei* resultou em
324 melhora significativa para o ganho de peso e conversão alimentar, em relação

325 ao tratamento controle. Seenivasan et al. (2012), utilizaram *B.subtilis* por um
326 período de 90 dias, no cultivo de *M.rosenbergii* na fase de berçário, e
327 observaram diferenças estatísticas significativas nas variáveis citadas
328 anteriormente. No estudo de Vita (2008), foi observado que os camarões
329 *Litopenaeus vannamei* cultivados em sistema de bioflocos com adição de
330 probióticos a base de bactérias do gênero *Bacillus* na sua composição,
331 obtiveram melhora no seu valor nutricional e no peso dos animais. Para Valdes
332 et al. (2013), o uso de probióticos adicionados na água, se mostrou mais
333 eficiente comparado ao tratamento controle, obtendo um aumento no peso e
334 comprimento final no cultivo de *Litopenaeus vannamei*.

335 A taxa de mortalidade do presente estudo variou de 47,02 (22,87) para
336 grupo com aditivo probiótico e 41,07 (32,55) para grupo sem aditivo probiótico,
337 essa taxa pode ser considerada alta para o cultivo de *M. rosenbergii*, fatores
338 como a alta densidade de camarões e poucos abrigos dentro das caixas de
339 cultivo podem ter ocasionado o canibalismo entre eles, esses fatores podem ter
340 influenciado diretamente para essa alta taxa de mortalidade.

341 As taxas de sobrevivência do presente estudo não apresentaram
342 diferença estatística entre os tratamentos com e sem adição de probiótico,
343 mesmo demonstrando uma baixa taxa de sobrevivência de 56,2 % (33,6), para
344 o tratamento com adição de probiótico e 61,6 % (26,6), para o tratamento sem
345 adição de probiótico em uma média final, ambos os tratamentos estão dentro
346 da taxa de sobrevivência considerada normal para o cultivo de *M. rosenbergii*.
347 New (1990), afirmou que até 50 % de sobrevivência é considerado normal no
348 cultivo de *M. rosenbergii*, devido à forma do manuseio durante o cultivo. Para
349 Rodrigues (2011), a sobrevivência no cultivo de *Macrobrachium amazonicum*
350 em densidade de 10 e 20 camarões/m², variou de 56 a 46 %, esses dados
351 diferem do estudo de Moraes-Riodades & Valenti (2007), que obtiveram uma
352 sobrevivência de aproximadamente de 70 % no cultivo de *Macrobrachium*
353 *amazonicum* em viveiros.

354 No presente estudo não se observou diferença estatística na taxa de
355 crescimento específico, entretanto os camarões do tratamento sem adição de
356 probiótico obtiveram maior estimativa do peso inicial de 4,31 g, em relação aos
357 camarões do tratamento com adição de probiótico 3,74 g. Haibib et al. (2014),
358 relataram que larvas de *M. rosenbergii*, após a primeira semana de cultivo,

359 obtiveram a taxa de crescimento específico de 26,13 mg (taxa de crescimento
360 é sempre por dia ou em %, verificar o dado) (0,986), para o tratamento
361 probiótico, e 25,76 mg (0,838), para o tratamento controle. Zokaeifar et al.
362 (2013), também observaram que uso de probiótico melhora a taxa de
363 crescimento específico durante a fase de engorda de *Litopenaeus vannamei*,
364 para o tratamento controle.

365 Com base no presente estudo, pode-se observar que não houve
366 eficiência esperada do aditivo probiótico adicionada na água. Um fator que
367 pode ser levado em consideração foi à alta taxa de mortalidade ocasionada
368 pelo canibalismo durante o cultivo, mesmo assim os parâmetros de qualidade
369 água estiveram dentro do recomendado para criação de *M. rosenbergii*. Neste
370 sentido, faz-se necessário a realização demais estudos relacionados ao uso de
371 probiótico na água, e desenvolvidos diretamente em tanques escavados em
372 busca de melhores condições de cultivo para a espécie e viabilidade para o
373 produtor.

374

375 **Agradecimentos**

376

377 A CAPES, pela bolsa de estudo, a Agência Paulista de Tecnologia dos
378 Agronegócios (APTA), pela disponibilidade do local do experimento e a Biomart
379 Nutrição Animal Importação e Exportação LTDA, pelo probiótico utilizado no
380 experimento.

381

382 **Referências Bibliográficas**

383

384 Arana, & Luis Alejandro Vinatea. (2004). Princípios químicos de qualidade da
385 água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. UFSC.

386

387 Costa-Pierce, & Barry A. (2010). Sustainable ecological aquaculture systems:
388 the need for a new social contract for aquaculture development. Marine
389 Technology Society Journal, 44(3), 88-112. <https://doi.org/10.4031/MTSJ.44.3.3>

390

391 Decamp, Olivier; Moriarty, David JW; Lavens, & Patrick. (2008). Probiotics for
392 shrimp larviculture: review of field data from Asia and Latin
393 America. Aquaculture Research, 39(4), 334-338. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01664.x>

394
395

396 FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura e
397 Organização Mundial da Saúde. (2018). El estado mundial de la pesca y la
398 acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma.
399 Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 17(19).
400

401 Ferreira, Gabriela Soltes, Bolívar, N. C., Pereira, S. A., Guertler, C., do
402 Nascimento Vieira, F., Mouriño, J. L. P., & Seiffert, W. Q. (2015). Microbial
403 biofloc as source of probiotic bacteria for the culture of *Litopenaeus*
404 *vannamei*. *Aquaculture*, 448, 273-279.
405 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.06.006>
406

407 Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (1988). Aspects
408 of FAO's policies, programmes, budget and activities aimed at contributing to
409 sustainable development. Document to the Ninety-fourth Session of the FAO
410 Council, Rome: FAO.
411

412 Frozza, Amábile. (2017). Probiótico na criação de juvenis do camarão de água
413 doce *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) em sistema BFT.
414 <http://hdl.handle.net/1884/44844>
415

416 Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals. *The Journal of applied*
417 *bacteriology*, 66(5), 365. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1989.tb05105.x>
418

419 Habib, Ahasan, Nani Gopal Das, and & M. Belal Hossain. (2014). "Growth
420 performance and survival rate of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1979)
421 larvae using different doses of probiotics." *Pakistan journal of biological*
422 *sciences: PJBS*, 17(7), 920-924. doi: 10.3923/pjbs.2014.920.924
423

424 Irianto, Agus; & Austin, Brian. (2002). Probiotics in aquaculture. *Journal of fish*
425 *diseases*, 25(11), 633-642. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2002.00422.x>
426

427 Lakshmanan, R., & Soundarapandian, P. (2008). Effect of commercial
428 probiotics on large scale culture of black tiger shrimp *Penaeus monodon*
429 (Fabricius). *Research journal of microbiology*, 3(3), 198-203. ISSN: 1816-4935.
430

431 Melgar Valdes, C. E., Barba Macías, E., Álvarez-González, C. A., Tovilla
432 Hernández, C., & Sánchez, A. J. (2013). Efecto de microorganismos con
433 potencial probiótico en la calidad del agua y el crecimiento de camarón
434 *Litopenaeus vannamei* (Decapoda: Penaeidae) en cultivo intensivo. *Revista de*
435 *Biología Tropical*, 61(3), 1215-1228. ISSN. 0034-7744.
436

437 Mohapatra, S., Chakraborty, T., Kumar, V., De Boeck, G., & Mohanta, K. N.
438 (2013). Aquaculture and stress management: a review of probiotic
439 intervention. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 97(3), 405-430.
440 <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2012.01301.x>
441

442 Moraes-Valenti, Patricia Mc; & Valenti, Wagner C. (2007). Effect of
443 intensification on grow out of the Amazon River prawn, *Macrobrachium*
444 *amazonicum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(4), 516-526.
445 <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2007.00125.x>

446 Nayak, & Sukanta Kumar. (2010). Probiotics and immunity: a fish
447 perspective. *Fish & shellfish immunology*, 29(1), 2-14.
448 <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2010.02.017>
449

450 New, & Michael B. (1990). Freshwater prawn culture: a review. *Aquaculture*,
451 88(2), 99-143. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(90\)90288-X](https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90288-X)
452

453 New, & Michael B. (2002). Farming freshwater prawns: a manual for the culture
454 of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) (No. 428). Food &
455 Agriculture Org. ISBN 92-5-104811-8. [https://doi.org/10.1046/j.1365-](https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00963.x)
456 [2109.2003.00963.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00963.x)
457

458 Rigos, George; & Katharios, Pantelis. (2010). Pathological obstacles of newly-
459 introduced fish species in Mediterranean mariculture: a review. *Reviews in Fish*
460 *Biology and Fisheries*, 20(1), 47-70. <https://doi.org/10.1007/s11160-009-9120-7>
461

462 Rodrigues, Maria Maschio. (2011). Efeito da alimentação e densidade de
463 estocagem no desempenho zootécnico e perfil celular do hepatopâncreas do
464 camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)(Crustacea,
465 Palaemonidae). <http://hdl.handle.net/11449/86657>
466

467 Seenivasan, C., Radhakrishnan, S., Muralisankar, T., & Bhavan, P. S. (2012).
468 *Bacillus subtilis* on survival, growth, biochemical constituents and energy
469 utilization of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* post larvae. *The*
470 *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38(3), 195-203.
471 <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2012.12.009>
472

473 Silva, Emanuell Felipe Beserra, Fróes, C. N., Souza, D. M. D., Soares, R.,
474 Peixoto, S., Wasielesky, W, & Ballester, E. L. C. (2012). Uso de probióticos na
475 produção de pós-larvas de camarão-rosa. *Pesquisa Agropecuária*
476 *Brasileira*, 47(6), 869-874. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000600019>
477

478 Timmons, M. B., Ebeling, J. M., Wheaton, F. W., Summerfelt, S. T., & Vinci, B.
479 J. (2002). *Recirculating aquaculture systems*. Cayuga Aqua Ventures Inc.
480 2th. Edition. USA. (69).
481

482 Wang, Yan-Bo; LI, Jian-Rong; & LIN, Junda. (2008), Probiotics in aquaculture:
483 challenges and outlook. *Aquaculture*, 281(1-4), 1-4.
484 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.002>
485

486 Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., & Verstraete, W. (2000). Probiotic
487 bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and molecular*
488 *biology reviews*, 64(4), 655-671. DOI: 10.1128/MMBR.64.4.655-671.2000
489

490 Vita, & Gustavo Queiroz Lima de. (2008). Utilização de probióticos no cultivo
491 super-intensivo do camarão-branco (*Litopenaeus vannamei*) em um sistema
492 sem renovação de água. *Dissertação de Mestrado*.
493 <http://repositorio.furg.br/handle/1/2524>
494

495 Zokaeifar, H., Babaei, N., Saad, C. R., Kamarudin, M. S., Sijam, K., & Balcazar,
496 J. L. (2014). Administration of *Bacillus subtilis* strains in the rearing water
497 enhances the water quality, growth performance, immune response, and
498 resistance against *Vibrio harveyi* infection in juvenile white shrimp, *Litopenaeus*
499 *vannamei*. *Fish & shellfish immunology*, 36(1), 68-74.
500 <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2013.10.007>

501

502 **Considerações Finais**

503

504 A aquicultura se mostra crescente mundialmente e, embora isso ocorra
505 em busca de alimentos mais saudáveis, novas técnicas de cultivo para
506 maximizar a produção e diminuir os impactos ambientais têm se intensificado.
507 O cultivo de camarões de água doce *M. rosenbergii* tornou-se uma ótima
508 alternativa, por serem animais de alto valor comercial e estarem bem
509 adaptados ao nosso clima. Os camarões de água doce são mais resistentes a
510 doenças, e o seu cultivo causa menor impacto ambiental por não precisarem
511 usar áreas de vasta biodiversidade como, por exemplo, os estuários onde
512 ocorre o cultivo dos camarões de água salgada.

513 O cultivo de *M. rosenbergii* pode ser realizado tanto por pequenos
514 quanto grandes produtores e os desafios encontrados na produção serão os
515 mesmos como, diminuição na mortalidade, melhora nos índices zootécnicos e
516 parâmetros de qualidade de água, durante o cultivo e no descarte da água de
517 volta para o meio ambiente. Com isso, estudos estão sendo desenvolvidos em
518 busca de meios de cultivos mais eficientes e sustentáveis que ocasionem um
519 menor impacto ambiental.

520 O uso de probióticos na aquicultura vem mostrando uma boa aceitação
521 pelos produtores e está se tornando uma alternativa eficaz na produção
522 aquícola. O cultivo de camarões *M. rosenbergii* alimentados com mistura de
523 probióticos inoculados na ração comercial, se mostrou viável do ponto de vista
524 zootécnico, aumentando o crescimento e o peso dos animais. Já uso do aditivo
525 probiótico diretamente na água não se mostrou eficiente, não havendo uma
526 melhora no desempenho zootécnico, já os parâmetros de qualidade de água
527 não sofreram interferência direta do uso aditivo probiótico se mantendo dentro
528 do desejável para o cultivo de *M. rosenbergii* no presente estudo. Novos
529 estudos utilizando probióticos na água em concentrações diferentes devem ser
530 desenvolvidos em busca de resultados mais satisfatórios.

531 Com o presente trabalho e com a possibilidade de ocorrer aumento no
532 cultivo de camarões de água doce *M. rosenbergii*, espera-se que o uso de
533 probióticos possa contribuir para uma aquicultura mais eficaz e sustentável,
534 ocasionando um cultivo mais lucrativo para os produtores e de menor impacto
535 ambiental.