

**UNIVERSIDADE BRASIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL  
CAMPUS DESCALVADO**

**RAMIRO ROCHA DE ALBUQUERQUE**

**DESEMPENHO DE JUVENIS DE TILÁPIAS-DO-NILO ALIMENTADOS  
COM ADITIVO PROBIÓTICO COLOSTRUM AQUA®**

**PERFORMANCE OF JUVENILE NILE TILAPIA FED WITH PROBIOTIC  
ADDITIVE COLOSTRUM AQUA®**

DESCALVADO – SP

2024

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL**

**RAMIRO ROCHA DE ALUQUERQUE**

**DESEMPENHO DE JUVENIS DE TILÁPIAS-DO-NILO ALIMENTADOS  
COM ADITIVO PROBIÓTICO COLOSTRUM AQUA®**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Prof. Dr. Cleber Fernando Menegasso  
Mansano  
**Orientador**

DESCALVADO – SP  
2024

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil,  
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

A313d Albuquerque, Ramiro Rocha de.  
Desempenho de juvenis de tilápias-do-nilo alimentados com aditivo pro-  
biótico Colostrum Aqua® / Ramiro Rocha de Albuquerque. – Descalvado:  
Universidade Brasil, 2024.  
50 f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Gradua-  
ção em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requi-  
sitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Cleber Fernando Menegasso Mansano.

1. Bactérias benéficas. 2. Ganho em peso. 3. *Oreochromis niloticus*.  
I.Título.

CDD 639.3



**UNIVERSIDADE  
BRASIL**

## TERMO DE APROVAÇÃO

**Ramiro Rocha de Albuquerque**

**“DESEMPENHO DE JUVENIS DE TILÁPIAS- DO- NILO ALIMENTADOS COM ADITIVO  
PROBIÓTICO COLOSTRUM AQUA®.”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre no Programa de Mestrado em Produção Animal da Universidade Brasil**, pela seguinte banca examinadora:

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** CLEBER FERNANDO MENEGASSO MANSANO  
Data: 20/09/2024 16:56:47-0300  
Verifique em <https://validar.br.gov.br>

---

**Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Cleber Fernando Menegasso Mansano**  
(Presidente-orientador)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** AMANDA PRUDÊNCIO LEMES  
Data: 23/09/2024 16:56:40-0300  
Verifique em <https://validar.br.gov.br>

---

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Amanda Prudêncio Lemes**  
(Membro interno – Universidade Brasil)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** BEATRICE INGRID MACENTE  
Data: 20/09/2024 17:37:52-0300  
Verifique em <https://validar.br.gov.br>

---

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Beatrice Ingrid Macente**  
(Membro externo – UNESP - Jaboticabal)

Descalvado/SP, 19 de setembro de 2024

**Presidente da Banca**

**Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Cleber Fernando Menegasso Mansano**

Houve alteração do Título: sim (  ) não (  ):

---

---

---



**UNIVERSIDADE  
BRASIL**

### Termo de Autorização

**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES**

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

**Título do Trabalho: "DESEMPENHO DE JUVENIS DE TILÁPIAS- DO- NILO ALIMENTADOS COM ADITIVO PROBIÓTICOS COLOSTRUM AQUA®."**

Houve alteração do Título: sim ( ) não ( ):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Autores:**

**Discente: Ramiro Rocha de Albuquerque**

Assinatura: \_\_\_\_\_  Documento assinado digitalmente  
RAMIRO ROCHA DE ALBUQUERQUE  
Data: 22/11/2024 06:44:06-0300  
verifique em <https://validar.it.gov.br> \_\_\_\_\_

**Orientador: Profº Drº Cleber Fernando Menegasso Mansano**

Assinatura: \_\_\_\_\_  Documento assinado digitalmente  
CLEBER FERNANDO MENEGASSO MANSANO  
Data: 22/11/2024 16:07:24-0300  
verifique em <https://validar.it.gov.br> \_\_\_\_\_

**Coorientador: -**

Assinatura: \_\_\_\_\_

Data: 19/09/2024

## **AGRADECIMENTOS**

A todos os Professores do Mestrado em Produção Animal da Universidade Brasil Campus Descalvado pela dedicação durante as aulas e todo o período do mestrado. Em especial ao Coordenador do Mestrado Prof. Dr. Vando Edésio Soares sempre muito gentil e de um entusiasmo radiante.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cleber Fernando Menegasso Mansano, pela oportunidade de participar de uma importante pesquisa. Por toda atenção, dedicação e paciência, sempre muito gentil e atencioso.

A toda equipe do Departamento de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Produção Animal e Laboratório de Aquicultura Sustentável.

Agradecemos as empresas Biocamp Laboratórios Ltda e M. Cassab Comércio e Indústria Ltda pelo financiamento à pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa em pesquisa em produtividade do docente (315190/2021-3).

## RESUMO

A adição de aditivos alimentares em dietas para animais aparece como uma alternativa para aumentar a produção, lucratividade e diminuir a emissão de efluentes da produção ao meio ambiente. Desta forma, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo, eficiência de retenção de proteína corporal e parâmetros bioquímicos de juvenis de tilápias-do-Nilo, alimentadas com dietas suplementadas com aditivo probiótico Colostrum Aqua® (*Lactobacillus sp.*, *Enterococcus faecium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus velezensis*, *Bacillus subtilis*). Foram utilizados 225 juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), com peso inicial médio de  $15,95 \pm 2,6$  g, distribuídos aleatoriamente em 15 aquários de 150 l, numa densidade de estocagem de 15 peixes/aquário. Foram utilizadas três dietas: uma dieta (controle), tratamento 01; tratamento 02 e tratamento 03. Suplementadas com os dois níveis do Probiótico Teste: 0,1 e 0,2 g/kg, respectivamente. Foi formulada uma dieta basal (Controle), a qual foi suplementada com dois níveis do Probiótico Teste: 0,1 e 0,2 g/kg. Os peixes foram pesados em balança de precisão (0,01 g) no início do período experimental e ao final com 90 dias, para obtenção do ganho em peso. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com três tratamentos e cinco repetições, com 15 peixes por parcela. Os dados de desempenho foram analisados pelo programa SAS® versão 2014, por meio de análise de variância (ANOVA), normalidade dos erros (Cramer-Von-Mises) e a homocedasticidade da variância (Levene). Quando observado significância estatística, foi aplicado o teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ), para comparação entre as médias e o erro padrão das médias (EP). Foi verificado que a adição do probiótico na dieta (0,1 g/Kg ou 0,2 g/Kg) promoveu melhora significativa ( $p \leq 0,01$ ) na variável de ganho em peso ( $164,1 \pm 4,0$  g e  $158,8 \pm 3,8$  g, respectivamente), em comparação ao tratamento controle ( $140,6 \pm 4,5$  g). Foram observadas diferenças estatísticas ( $p \leq 0,05$ ) na composição de proteína corporal. Sendo que, os peixes que receberam 0,2% de aditivo probiótico, obtiveram um maior acúmulo de proteína corporal. O que refletiu diretamente no valor de eficiência de retenção de proteínas. Ocasionalmente um melhor aproveitamento deste componente. Conclui-se que a inclusão de probiótico a partir de 0,1 g/Kg proporciona ganho de peso em tilápias-do-Nilo de 15 a 200 g de peso vivo.

**Palavras-chave:** Bactérias benéficas. Ganho em peso. *Oreochromis niloticus*.

## ABSTRACT

The addition of feed additives in animal diets appears as an alternative to increase production, profitability and reduce the emission of production effluents to the environment. Thus, the objective of this study was to evaluate the productive performance, body protein retention efficiency and biochemical parameters of juvenile Nile tilapia fed diets supplemented with the probiotic additive Colostrum Aqua® (*Lactobacillus* sp., *Enterococcus faecium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus velezensis*, *Bacillus subtilis*). A total of 225 juveniles of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), with an average initial weight of  $15.95 \pm 2.6$  g, were randomly distributed in 15 150 L aquariums, in a stocking density of 15 fish/aquarium. A basal diet (Control) was formulated, which was supplemented with two levels of the Test Probiotic: 0.1 and 0.2 g/kg. The fish were weighed on a precision scale (0.01 g) at the beginning of the experimental period and at the end of the 90-day period, to obtain weight gain. The experimental design was completely randomized with three treatments and five replications, with 15 fish per plot. Performance data were analyzed using the SAS® 2014 software, using analysis of variance (ANOVA), normality of errors (Cramer-Von-Mises) and homoscedasticity of variance (Leveve). When statistical significance was observed, Duncan's test ( $p < 0.05$ ) was applied to compare the means and the standard error of the means (SE). It was found that the addition of the probiotic to the diet (0.1 g/kg or 0.2 g/kg) promoted a significant improvement ( $p < 0.01$ ) in the variable of weight gain ( $164.1 \pm 4.0$  g and  $158.8 \pm 3.8$  g, respectively), compared to the control treatment ( $140.6 \pm 4.5$  g). A statistical difference ( $p < 0.05$ ) was observed in the composition of body protein, and the fish that received 0.2% of probiotic additive obtained the highest accumulation of body protein, a value that directly reflected in the value of protein retention efficiency, which refers to the best use of this component. It is concluded that the inclusion of probiotics from 0.1 g/kg provides weight gain in Nile tilapia from 15 to 200 g of live weight.

**Keywords:** Beneficial bacteria. Weight gain. *Oreochromis niloticus*.

## DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

Os peixes que recebem suplementação de probióticos geralmente apresentam um melhor desempenho de crescimento devido à melhoria na eficiência digestiva e absorção de nutrientes. Os resultados destes estudos fornecerão um embasamento científico e técnico para produtores e indústria aquícola para o estabelecimento de uma dieta mais adequada, aumentando sua assimilação e conseqüentemente, diminuindo o impacto ambiental. Dessa forma, a realização deste estudo se justifica por dar suporte às pesquisas que procuram substitutos para antibióticos e melhoradores de desempenho que visam melhorar o desempenho produtivo e estado sanitário de peixes. Foi avaliado neste estudo o desempenho produtivo, eficiência de retenção de proteína corporal e parâmetros bioquímicos de juvenis de tilápias-do-Nilo alimentadas com rações suplementadas com aditivo probiótico Colostrum Aqua® (*Lactobacillus sp*, *Enterococcus faecium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus velezensis*, *Bacillus subtilis*). Foi observado melhora na composição de proteína corporal, sendo que os peixes que receberam 0,2% de aditivo probiótico, obtiveram o maior acúmulo de proteína corporal, melhorando a eficiência de retenção de proteína. Neste estudo, também foi verificado que o uso do aditivo probiótico Colostrum Aqua® (0,1% e 0,2%) em dietas práticas para tilápias-do-Nilo em crescimento, demonstrou uma melhora nas variáveis de desempenho, saúde e eficiência de utilização da proteína.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Laboratório de Aquicultura Sustentável do Centro Zootécnico da Universidade Brasil, Câmpus Fernandópolis/SP.....        | 24 |
| Figura 2 – A: Pesagem de tilápia-do-Nilo na coleta final. B: Aferição do Comprimento total de tilápia-do-Nilo na coleta final..... | 28 |
| Figura 3 – Coleta de sangue pela punção da veia caudal de tilápia-do-Nilo na Coleta final.....                                     | 29 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Média dos valores dos parâmetros de qualidade de água avaliados Durante o período experimental para tilápias-do-Nilo.....  | 25 |
| Tabela 2 – Formulação e composição das dietas experimentais.....  | 26 |
| Tabela 3 – Média de peso inicial, peso final, ganho em peso, taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) de juvenis de tilápias-do- Nilo suplementadas com aditivo probiótico. Colostrum Aqua® .....                                   | 30 |
| Tabela 4 – Média das variáveis bioquímicas para alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), creatinoquinase (CK), amilase, proteínas totais (PT), colesterol e lipase de juvenis de tilápias-do- Nilo Suplementadas com aditivo probiótico Colostrum Aqua®..... | 31 |
| Tabela 5 – Média das variáveis de composição corporal e eficiência de Retenção de proteína (ERP) de juvenis de tilápias-do- Nilo suplementadas com aditivo probiótico Colostrum Aqua®.....  | 31 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>2 OBJETIVOS .....</b>   | <b>16</b> |
| <b>3 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>                                     | <b>17</b> |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>  | <b>24</b> |
| 4.1 MATERIAL BIOLÓGICO E INSTALAÇÕES .....                               | 24        |
| 4.2 DIETAS EXPERIMENTAIS E MANEJO ALIMENTAR.....                         | 25        |
| 4.3 AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS ZOOTÉCNICAS E ANÁLISES<br>LABORATORIAIS..... | 27        |
| 4.4 ANÁLISES BIOQUÍMICAS.....  | 28        |
| 4.6 ANÁLISE DOS DADOS .....  | 29        |
| <b>5 RESULTADOS.....</b>   | <b>30</b> |
| <b>6 DISCUSSÃO .....</b>   | <b>32</b> |
| <b>7 CONCLUSÃO.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>37</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) produzida no Brasil atingiu 579.080 toneladas em 2023, o que corresponde a 65,3% do volume total de peixes. O desempenho da tilápia foi o melhor entre todas as espécies de peixes cultivados. A produção cresceu 5,28% em relação ao ano anterior (550.060 toneladas) (PEIXEBR, 2024) sendo uma espécie de grande importância nacional. Esta espécie tem capacidade de se adaptar a vários tipos de sistemas de criação intensiva, convertendo alimentos, como algas, detritos (filtradores) e dietas comerciais em proteína corporal de alta qualidade (WATANABE et al., 2002; WANG, 2016)

A expansão da aquicultura pode ser atribuída às tecnologias de produção de dietas industriais. Sendo o desafio primário, o desenvolvimento de ingredientes que permitam a formulação e produção de ração animal com alta qualidade e baixo custo (CYRINO et al., 2010). A pesquisa de alimentos aditivos, como exemplo, os fitoquímicos, prebióticos e probióticos pode representar uma solução alternativa para melhorar o desempenho de crescimento (SUTILI et al., 2018; WANG et al., 2008), melhorar à resistência a doenças infecciosas (NAYAK, 2010; SUTILI et al., 2018) e reduzindo as quantidades de antibióticos empregados na piscicultura (SUTILI et al., 2018).

Os probióticos são compostos por microrganismos vivos que podem apresentar efeitos benéficos à saúde do hospedeiro modulando a microbiota intestinal (FULLER, 1989). Sendo introduzidos no trato gastrointestinal do hospedeiro alvo por meio de alimentos ou água (EL-SAADONY et al., 2021). Uma ampla gama de espécies bacterianas tem sido pesquisadas como probióticos, incluindo *Bacillus sp.* (por exemplo: *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis* e *B. cereus*), *Enterococcus sp.* (por exemplo: *Enterococcus faecium*) e *Lactobacillus sp.* (por exemplo: *Lactobacillus acidophilus*) (CHANTHARASOPHON, 2011; NEWAJ-FYZUL; AUSTIN, 2015).

Como exemplo, o *B. subtilis* é frequentemente usado como um probiótico em rações aquáticas devido à sua capacidade de formar esporos e compatibilidade com liofilização. Essa espécie bacteriana suporta as condições adversas encontradas no sistema gastrointestinal, como o baixo pH, presença de sais biliares e enzimas digestivas. Permanecendo viável e promovendo benefícios relacionados com a melhoria da qualidade da água, devido à oxidação de matéria orgânica. O crescimento e desempenho pela produção de enzimas digestivas, e incremento na imunidade inata,

além de influência sobre a reprodução, por aumentar o número de oócitos e a taxa de fertilização (PEREDO et al., 2015; SOTO, 2017).

As pesquisas relacionadas aos estudos de novas espécies de probióticos consideram alguns critérios importantes e pertinentes como a capacidade de tolerância e de proliferação em ambientes adversos apresentados pelo trato gastrointestinal, como a variação e redução de pH, presença de enzimas como pepsina e de sais biliares; não ser patogênico ou provocar alergias em hospedeiros; e ser de fácil produção em escala industrial (YADAV; SHUKLA, 2017). De acordo com Vinderola e Reinheimer (2003), as bactérias probióticas demonstraram ter maior capacidade de tolerância e de adaptação à presença de sais biliares, verificando-se variação de resultados entre as cepas de mesma espécie, para lactobacilos e bifidobactéria.

De forma geral, os probióticos atuam na manutenção do equilíbrio da mucosa intestinal, com a inibição de efeitos deletérios de outros patógenos via produção de substâncias bactericidas e competição por espaço de adesão e colonização, assim como a regulação de resposta imune via sistema imune inato e modulação de respostas via sinalização de receptores (*toll like receptors* - TLR) contra a inflamação causada por estes patógenos (IRIANTO; AUSTIN, 2002; VANDERPOOL; YAN; POLK, 2008).

As espécies endêmicas de bactérias podem apresentar eficiência maior do que as exóticas (comerciais) que são introduzidas via alimentação (rações comerciais), em função de melhor capacidade de adaptação e de colonização do intestino de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis nilóticos*) (DEL'DUCA et al., 2013). A introdução de microrganismos inadequados para a espécie pode causar efeitos antagônicos à espécie alvo (PÉREZ-SÁNCHEZ et al., 2014). Desta forma, a obtenção de um banco de amostras de bactérias coletadas em polos de produção comercial faz-se necessária, uma vez que aumenta a possibilidade de encontrar maior número de bactérias que possam ser consideradas aptas para aplicação em dietas comerciais.

A produção intensiva de peixes caracteriza-se por altos níveis de arraçoamento e densidades de estocagem, expondo os peixes ao estresse e à deterioração da qualidade de água, que podem levar a surtos de enfermidades, causados principalmente por bactérias oportunistas ou por parasitos (WU et al., 2013; KAYANSAMRUJ et al., 2014).

Por sua rusticidade, inicialmente as tilápias foram consideradas mais resistentes às bactérias, fungos, parasitos e doenças virais, quando comparadas às demais espécies de peixes cultiváveis (AMAL; ZAMRI-SAAD, 2011). Porém, diversas doenças infecciosas e parasitárias são observadas no cultivo intensivo deste peixe. Dentre os parasitos que acometem as tilápias, se destacam os protozoários: *Ichthyophthirius multifiliis*, *Chilodonella* sp., *Tricodinídios*, *Epistylis* spp., *Ichthyobodo*, *Piscinoodinium*, *Amyloodinium*; os trematódeos monogenéticos dos gêneros: *Gyrodactylus* spp. e *Dactylogyrus* spp.; e os crustáceos parasitos *Lernaea* spp., *Ergasilus* spp., *Argulus* sp. e *Dolops* spp. (KUBITZA, 2000). Quanto aos patógenos bacterianos mais frequentes e de importância econômica no cultivo intensivo de tilápias, se encontram as espécies *Streptococcus* sp., *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda*, *Pseudomonas* spp., *Flavobacterium columnare* e *Yersinia ruckeri* (KLESZIUS et al., 2008; BHUJEL, 2014).

Dessa forma, a realização deste estudo se justifica por dar suporte às pesquisas que procuram substitutos para antibióticos que visam melhorar o estado sanitário de peixes, assim como, um melhor desempenho em sistemas de cultivo. Objetivando para isto, determinar o desempenho e parâmetros bioquímicos de juvenis de tilápias-do- Nilo alimentadas com rações suplementadas com aditivo probiótico Colostrum Aqua®.

## 2 OBJETIVOS

Avaliar o desempenho produtivo, eficiência de retenção de proteína corporal e parâmetros bioquímicos de juvenis de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas suplementadas com aditivo probiótico Colostrum Aqua<sup>®</sup>. (*Lactobacillus sp.*, *Enterococcus faecium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus velezensis*, *Bacillus subtilis*).

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

O aumento de consumidores em busca do que consideram alimentos saudáveis e de alto valor nutritivo, mas com preços acessíveis, tem influenciado empresas da área de produção de alimentos e alimentação, a desenvolverem parcerias com instituições de pesquisa e universidades, para investimentos em pesquisas na área de ciências e tecnologias, visando aumentar a produtividade, mas com baixos custos, de alimentos inócuos (sem resíduos de antibióticos e outros), preservando o meio ambiente de contaminações durante a sua produção (SATO et al., 2023).

Uma excelente opção de alimento saudável é o peixe, com a aquicultura industrial sendo o setor de produção de alimentos para consumos humano de maior expansão na atualidade (FAO, 2021). Neste sentido, a tilapicultura, no mundo e no Brasil, vem se desenvolvendo a cada ano por sua aceitação pelos consumidores, facilidade de produção e a sua capacidade de adaptação e rusticidade à produção comercial em cativeiro, quer seja em tanques escavados ou em tanques-rede (SIQUEIRA, 2018).

A aquicultura industrial, assim como a produção de tilápia-do-Nilo, em escala comercial necessita da intensificação para aumentar a produtividade e os lucros. Contudo, devido ao acúmulo populacional, são primordiais as atenções quanto aos problemas nutricionais, manejo, controle sanitário e biossegurança, para obter um produto de qualidade, viável financeiramente e que não contenha resíduos de antibióticos nem outras substâncias nocivas aos consumidores (ABDEL-LATIF; KHAFAGA, 2020; ABDEL-LATIF et al., 2020; CASTRO et al., 2021).

Um dos principais problemas na produção de peixes, principalmente no manejo intensivo, é a ocorrência de bacterioses. Elas decorrem principalmente devido à falta de qualidade da água, grande quantidade de matéria orgânica, estresse térmico, má nutrição, estresse durante o transporte, infestação por outros parasitos, transferência de peixes entre as unidades de cultivo e altas densidades de animais por metro quadrado (MORAES; MARTINS, 2004).

Os probióticos atuam de várias maneiras para apoiar o aumento da produção aquícola, promovendo maior crescimento (SILVA et al., 2012), melhor utilização e nutrição da ração (ZHOU et al., 2010) reduzindo doenças (IRIANTO; AUSTIN, 2002) e desenvolvendo respostas imunes (NAYAK, 2007). Os probióticos não apenas melhoram o estado de saúde dos animais cultivados, mas também ajudam a garantir

a segurança dos consumidores (PRASAD et al., 2003). As cepas de probióticos bacterianos mais comumente usadas são *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Bifidobacterium sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Streptococcus sp.*, *Arthrobacters sp.*, *Microbacterium sp.*, *Phaeobacter sp.*, *Streptomyces sp.*, *Enterococcus sp.*, *Lactococcus sp.*, *Micrococcus sp.*; probióticos de levedura são *Saccharomyces cerevisiae*, *Debrayomyces hansenii*, parede celular de levedura etc., probióticos de microalgas são *Tetrasehnis suecica*, *Spirulina platensis* etc., probióticos bacteriófagos (*Bacteriophages sp.*).

Os probióticos melhoram o crescimento e a utilização da ração de espécies aquáticas, normalmente sem efeitos colaterais negativos sobre os organismos hospedeiros ou impactos ambientais perturbadores. Acredita-se que os microrganismos probióticos tenham coevoluído com os peixes, e a composição da microbiota está longe de ser aleatória. Esses microrganismos respondem favoravelmente ao trato gastrointestinal dos peixes, colonizando-os de forma rápida e permanentemente como resultado de sua taxa de multiplicação relativamente mais alta do que as taxas de morte ao longo do tempo. O fornecimento de espécies selecionadas de bactérias autóctones como moduladores de crescimento na alimentação viva melhora significativamente o crescimento e a sobrevivência das larvas de alabote (BJORNSDOTTIR et al., 2010).

As larvas de peixe-zebra sofrem um desenvolvimento inicial prejudicado após a exposição precoce a antibióticos e, alternadamente, exibem um aumento significativo dos parâmetros de desenvolvimento, por exemplo, crescimento, sobrevivência, diferenciação ocular e da bexiga natatória quando eclodidos e criados na presença de bactérias lactobacilídeos (PADENIA, 2021). Diferentes parâmetros, como ganho de peso, taxa de crescimento específico, taxa de conversão alimentar e taxa de eficiência proteica são tipicamente monitorados em estudos de probióticos como aditivos dietéticos, para examinar alterações no crescimento e eficiência alimentar. Essa melhora no crescimento pode ser uma consequência do papel dos probióticos na modulação do ambiente intestinal que ajuda a estimular o crescimento e a atividade de várias bactérias autóctones, contribuindo para a liberação de nutrientes essenciais por meio do aumento das ações das enzimas digestivas, antes da absorção de nutrientes (ABDEL-TAWWAB; ABDEL-RAHMAN, 2008). Essa mudança de desempenho pode refletir uma melhor utilização das dietas, possivelmente pelo aumento da disponibilidade, digestão e absorção de vários nutrientes essenciais por meio da estimulação da secreção e atividades das enzimas

digestivas associadas. No entanto, isso também pode estar correlacionado com a modulação da microbiota intestinal.

Vários estudos relataram que bactérias como probióticos potencialmente auxiliam no fornecimento de nutrientes essenciais e micronutrientes, como vitaminas, gorduras e aminoácidos essenciais para as espécies hospedeiras, auxiliando assim no cumprimento das necessidades nutricionais (MICHAEL et al., 2014). Foi relatado que as leveduras são capazes de produzir poliaminas que ajudam a melhorar o desenvolvimento intestinal. De fato, a sobrevivência de peixe-zebra (*Danio rerio*) recém-eclodido é consistentemente aumentada em culturas contendo *Saccharomyces cerevisiae* (SORIA DIAZ, 2019). A digestão de animais aquáticos pode ser influenciada positivamente por vários tipos de microrganismos (MICHAEL et al., 2014).

Alguns probióticos melhoram significativamente os processos digestivos, estimulando a secreção de várias enzimas extracelulares como protease, lipase e também aumentando a produção de vários fatores de crescimento (WANG et al., 2000). As ações das enzimas digestivas mudam rapidamente no trato gastrointestinal, dependendo da presença e composição dos alimentos (SHAN et al., 2008). A atividade enzimática é significativamente afetada pelo desempenho metabólico microbiano dos organismos aquáticos. As atividades das enzimas estimuladas pela presença e ação metabólica de vários probióticos não apenas melhoram a utilização da ração, mas também diminuem as ações de produtos metabólicos nocivos da microflora. Protease, amilase e lipase são as principais enzimas digestivas envolvidas no processamento de proteínas, carboidratos e digestão de gorduras, respectivamente. A suplementação de levedura probiótica *Debaryomyces hansenii* aumentou a secreção de amilase e lipase no robalo (*Dicentrarchus labrax*) (TOVAR et al., 2002). O fornecimento de uma mistura de *Bacillus subtilis*, *Lactococcus lactis* e *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de *Labeo rohita* aumentou significativamente o nível de protease, amilase e lipase, melhorando assim a digestão dos componentes proteicos, carboidratos e lipídeos da ração (MOHAPATRA et al., 2012).

Os probióticos não apenas melhoram a digestão da ração, mas também aumentam a assimilação de vários nutrientes essenciais (IRIANTO; AUSTIN, 2002) incluindo a absorção e utilização de nutrientes do vitelo nas larvas antes da primeira alimentação (PADENIA, 2021). Essas melhorias podem ser consequências de aumentos na atividade ou eficiência de várias enzimas em resposta a probióticos (VINE et al., 2006) ou melhorias generalizadas no estado de saúde dos peixes

(MOHAPATRA et al., 2012). A suplementação de probióticos alterou positivamente as comunidades microbianas do intestino dos peixes e esses micróbios desempenham um papel significativo para garantir a disponibilidade das enzimas digestivas que estão ativamente envolvidas na digestão de nutrientes essenciais, disponibilizando-os para os peixes e, assim, aumentar a produção.

Os probióticos desempenham um papel vital na melhoria dos sistemas de cultivo de peixes por meio do aumento da resistência a doenças, bem como benefícios gerais à saúde dos peixes. A suplementação probiótica pode inibir o crescimento de vários microrganismos patogênicos não apenas no trato intestinal, mas também nas superfícies externas dos peixes no ambiente de cultivo (VERSCHUERE et al., 2000). A aplicação de probióticos pode reduzir o uso de antibióticos e outros produtos químicos sintéticos adicionados à ração (FULLER, 1989). Pode melhorar a resposta imunológica dos organismos de cultivo, seja desenvolvendo a capacidade de resistência a doenças das espécies hospedeiras ou gerando várias substâncias que impedem que organismos patogênicos causem doenças no hospedeiro (DAWOOD; KOSHIO, 2016). Os probióticos melhoraram a imunidade celular e humoral do camarão tigre preto (AKHTER et al., 2015). A administração de probióticos melhorou a resistência a doenças do salmão do Atlântico, *Salmo salar*, truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* e tilápia, *Oreochromis niloticus* contra patógenos como *Aeromonas hydrophila*, *A. salmonicida*, *Edwardsiella tarda*, *Flavobacterium psychrophilum*, *Photobacterium damsela* e *Vibrio spp.* (TAOKA et al., 2006).

Os probióticos aumentaram a atividade da lisozima, atividade fagocítica, explosão respiratória, produção de ânion superóxido; atividade do complemento sérico, bem como o número de macrófagos, linfócitos, eritrócitos e granulócitos que resultaram na melhoria da imunidade inata dos peixes (CHOI; YOON, 2011). Isso pode ser atribuído à presença de um componente especial dos probióticos, como por exemplo o *B-glucano* na parede celular. Os probióticos de levedura contêm receptores específicos para células fagocíticas que ajudam a ligar moléculas receptoras na superfície celular do fagócito, o que ajudará a liberar moléculas sinalizadoras que finalmente estimulam a produção de novos leucócitos, contribuindo assim para o desenvolvimento do estado imunológico e da resistência a doenças dos peixes.

Todavia, o uso de antibióticos tem gerado rejeição dos consumidores, que estão cada vez mais informados sobre a fabricação e qualidade dos produtos adquiridos, e conscientes dos potenciais danos à saúde e ao meio ambiente devido ao uso de algumas substâncias, como os antibióticos, gerando com isso, proibições

de usos em diversos países produtores e principalmente nos países compradores dos produtos, pressionando as empresas e os produtores a buscarem alternativas baseadas na pesquisa e inovação para produzir zootecnicamente com qualidade e sustentabilidade, mas mantendo preços competitivos (RINGO, 2020).

Dentro da produção aquícola, uma alternativa que vem ganhando destaque nas pesquisas na última década, é o uso de probióticos como aditivos alimentares à base de microrganismos vivos, com bons resultados na eficiência produtiva, e diminuindo os resíduos nos produtos e os impactos ambientais (KUEBUTORNYE; ABARIKE; LU, 2019). Uma gama de estudos tem focado na utilização de microrganismos probióticos na alimentação de peixes, com incremento no desempenho de crescimento e estimulação do sistema imunológico destes animais por contribuir para o equilíbrio da microbiota intestinal (ASADUZZAMAN et al., 2018; DAWOOD; ABO-AL-ELA; HASAN, 2020; DUTTA et al., 2018; LI et al., 2018)

Os primeiros intentos sobre antibióticos ocorreram em 1965, para substâncias secretadas por protozoários, como “*pros bios*”, ou substâncias “em favor da vida” (LILLY; STILLIWEL, 1965). Desde então, novos microrganismos foram estudados e mais definições para as suas propriedades foram estabelecidas, como “conjuntos de organismos e substâncias que contribuem para o balanço adequado de microrganismos no trato gastrointestinal” (PARKER, 1974), “suplemento alimentar microbiano vivo que afeta benéficamente o animal hospedeiro, melhorando o equilíbrio da microbiota intestinal” (FULLER, 1989). Mas uma definição considerada clássica para os probióticos é a de que “os probióticos são organismos e substâncias de origem bacteriana que contribuem para o equilíbrio da flora intestinal, favorecendo seu crescimento e promovendo assim resistência as doenças” (RIBEIRO *et al.*, 2008).

Entretando, ainda não há uma definição da cepa bacteriana probiótica ideal, variando de acordo com a quantidade e características das bactérias utilizadas e para qual finalidade se designa (DE BRITO et al., 2014). As cepas de bactérias probióticas atuam sobre a melhora da microbiota intestinal por meio da competição com bactérias patogênicas, inibindo a multiplicação destas e, por conseguinte, contribuindo para a melhor digestibilidade e absorção de nutrientes (ABU-ELALA et al., 2013). Os probióticos podem atuar estimulando as atividades das enzimas digestivas dos peixes (proteases, amilases e lipases), aumentando a degradação dos nutrientes dos alimentos no trato intestinal, assim como prevenindo os efeitos de fatores antinuricionais que poderiam causar distúrbios (SUZER et al., 2008; WANG, 2007).

Outros benefícios já foram identificados, como melhora nos parâmetros hematológicos e reforço do sistema imune (GOBI et al., 2018; FONSECA et al., 2020; SILVA et al., 2021).

As cepas probióticas podem ser classificadas em dois tipos, de acordo com a sua origem, como cepas autóctones ou alóctones. As primeiras são cepas obtidas após isolamento dos microrganismos do próprio organismo hospedeiro, tendo como vantagem uma maior facilidade para colonização, menores chances de reação e mais segurança para o meio ambiente. Já as últimas, são produzidas a partir de um hospedeiro comum e replicadas para outros, tendo como desvantagem o baixo (ou ausente) desempenho na colonização intestinal e demais efeitos esperados, bem como altos riscos de contaminação do ambiente por microrganismos exógenos (BARROS et al., 2022).

Na aquicultura, a seleção de um probiótico deve considerar a espécie de peixe em produção devido ao manejo e hábitos alimentares, além de adequar as cepas probióticas e o tipo de criação, assim como sua estabilidade e a forma de administração, para que seja selecionado o mais adequado e rentável (JESUS et al., 2016).

Em pesquisas com peixes, as bactérias utilizadas como probióticos na melhora das atividades das enzimas digestivas podem ser autóctones ou alóctones, muitas vezes obtidas a partir do trato gastrointestinal de organismos aquáticos, de dejetos de animais ou ainda, advindas do solo, da água ou de produtos comerciais (BALCAZAR et al., 2006). Por exemplo, espécies de *Lactobacillus* foram isoladas de farelo de arroz e águas residuais, enquanto *Leuconostoc mesenteroides* e *Enterococcus mundtii* foram isolados de esterco de gado e de cavalo, respectivamente (IEHATA et al., 2009), porém, os melhores resultados ainda são com as bactérias autóctones, advindas do hospedeiro, com os melhores resultados de eficácia (GHOSH et al., 2007; KAVITHA et al., 2018; VAN DOAN et al., 2018).

*Bacillus* é um gênero de bactérias Gram-positivas, aeróbias ou anaeróbicas facultativas e formadoras de endósporos (BERNARDEAU et al., 2017). Diversas cepas de *Bacillus* sp. estão sendo usadas como probióticos humanos em alimentos e para animais, nas rações. A capacidade de formar endósporos é comercialmente favorável por permitir sobreviver às variações de temperatura durante a produção da ração e durante o armazenamento (ALVES et al., 2018; CUTTING, 2011), além de serem capazes de sobreviver ao pH estomacal, podendo atingir o intestino delgado para exercer suas propriedades probióticas (RINGO, 2020). Como exemplo,

pesquisas com probióticos de cepas de *B. licheniformis*, adicionados à ração de tilápias-do-Nilo submetidas a desafia sanitário com *Aeromonas hydrophilas*, apontaram uma maior conversão alimentar com aumento do ganho de peso e melhora nos parâmetros imunológicos (GOBI et al., 2018).

Muitos probióticos disponíveis no mercado de piscicultura são considerados de baixa efetividade para peixes, pois essas bactérias foram isoladas de animais terrestres, e não de peixes (LARSEN et al., 2014). As interações da microbiota intestinal são diferentes entre as espécies animais, e esses fatores limitam o potencial probiótico dos microrganismos (MIYAKE et al., 2015). Neste estudo, bactérias potenciais para tilápia foram isoladas com possível uso como probióticos de diferentes regiões do Brasil. Portanto, neste estudo procura-se estudar como probióticos selecionados de origem hospedeira autóctone são efetivos no desempenho de peixes.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL BIOLÓGICO E INSTALAÇÕES

O ensaio experimental foi realizado no Laboratório de Aquicultura Sustentável do Centro Zootécnico da Universidade Brasil, Câmpus Fernandópolis/SP (Figura 1), e conduzido de acordo com os princípios éticos na experimentação animal, adotado pelo colégio brasileiro de experimentação (COBEA) e aprovado pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) sob o protocolo de N° 2200024. Foram utilizadas 225 juvenis de tilápias-do- Nilo (*Oreochromis niloticus*) sexualmenterevertidos para machos, com peso inicial médio de  $15,9 \pm 2,6$  g. Provenientes da Piscicultura A3 do Grupo Ambar Amaral, localizada no município de Santa Fé do Sul-SP, distribuídos aleatoriamente em 15 aquários de 150 L, na densidade de estocagem de 15 peixes/aquário.

Figura 1 – Laboratório de Aquicultura Sustentável do Centro Zootécnico da Universidade Brasil, Câmpus Fernandópolis/SP



Fonte: Arquivo pessoal

As caixas foram abastecidas continuamente por água proveniente de poço

artesiano, com taxa de renovação de aproximadamente 3,5 vezes ao dia. A água utilizada foi proveniente de poço artesiano, com fluxo contínuo e com temperatura em torno de 25°C. Semanalmente, os aquários foram limpos para retirada das sobras de ração e limpeza de manutenção. Para melhorar as condições ambientais foi utilizada aeração constante por compressor radial dotado de pedras porosas nas caixas.

Durante o período experimental foram monitorados diariamente os parâmetros de qualidade de água tais como temperatura média, concentração de oxigênio dissolvido médio e pH médio. Além desses parâmetros, semanalmente também foram monitorados a alcalinidade total média, concentração de amônia média e nitrito médio (Tabela 1), determinados pelo método colorimétrico, com leitura por meio do Fotômetro Multiparâmetro para Aquicultura “HI83303-01” respectivamente. Os dados observados estão dentro dos níveis adequados para criação de peixes (KUBITZA, 2017; SIPAÚBA-TAVARES; SANTEIRO, 2013).

Tabela 1 - Média dos valores dos parâmetros de qualidade de água avaliados durante o período experimental para tilápias-do-Nilo

| Amônia<br>mg/l | Nitrito<br>mg/l | Nitrato<br>mg/l | Oxigênio<br>mg/l | pH        | Temperatura<br>°C |
|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------|-------------------|
| 0,1 ± 0,01     | 0,04 ± 0,05     | 0,06 ± 0,05     | 7,1 ± 1,5        | 7,8 ± 0,2 | 25,1 ± 0,6        |

#### 4.2 DIETAS EXPERIMENTAIS E MANEJO ALIMENTAR

Na formulação das dietas experimentais foram utilizados os valores de exigências nutricionais de Furuya (2010) para aminoácidos, proteína digestível e energia digestível. Para vitaminas e minerais foram utilizados valores disponíveis em literatura. Foram utilizadas três dietas: uma dieta (controle), tratamento 01; tratamento 02 e tratamento 03. Suplementadas com os dois níveis do Probiótico Teste: 0,1 e 0,2 g/kg, respectivamente.

Foi formulada uma dieta basal (Controle), a qual foi suplementada com dois níveis do aditivo probiótico Colostrum Aqua<sup>®</sup>: 0,1 e 0,2 g/kg<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Tabela 2 - Formulação e composição das dietas experimentais

| Tratamentos   | Controle    | 0,1 g/kg <sup>-1</sup> | 0,2 g/kg <sup>-1</sup> |
|---|-------------|------------------------|------------------------|
| <b>Ingredientes</b>   |             |                        |                        |
|   |             | <b>Kg<sup>-1</sup></b> |                        |
| Farinha de vísceras de frango                                     | 6,00        | 6,00                   | 6,00                   |
| Farinha de penas  | 9,00        | 9,00                   | 9,00                   |
| Farinha de carne e ossos  | 11,00       | 11,00                  | 11,00                  |
| Farelo de soja  | 23,00       | 23,00                  | 23,00                  |
| Quirera de arroz  | 4,64        | 4,64                   | 4,64                   |
| Milho   | 40,00       | 40,00                  | 40,00                  |
| Óleo de soja  | 1,50        | 1,50                   | 1,50                   |
| Hemáceas  | 2,00        | 2,00                   | 2,00                   |
| DL-metionina  | 0,09        | 0,09                   | 0,09                   |
| L-treonina  | 0,25        | 0,25                   | 0,25                   |
| Triptofano  | 0,05        | 0,05                   | 0,05                   |
| Veículo   | 0,20        | 0,10                   | 0,00                   |
| Calcário  | 0,90        | 0,90                   | 0,90                   |
| <b>Colostrum Aqua<sup>®1</sup></b>                                | <b>0,00</b> | <b>0,10</b>            | <b>0,20</b>            |
| <b>Inerte<sup>2</sup></b>   | <b>0,20</b> | <b>0,10</b>            | <b>0,00</b>            |
| Antifúngico   | 0,15        | 0,15                   | 0,15                   |
| BHT   | 0,02        | 0,02                   | 0,02                   |
| Premix <sup>3</sup>   | 0,50        | 0,50                   | 0,50                   |
| Sal   | 0,50        | 0,50                   | 0,50                   |
| <b>Composição centesimal (base matéria seca)</b>                  |             |                        |                        |
| Proteína bruta (%)  | 34,10       | 34,10                  | 34,10                  |
| Proteína digestível (%)   | 30,73       | 30,73                  | 30,73                  |
| Energia digestível (cal)  | 3189        | 3189                   | 3189                   |
| Extrato etéreo bruto (%)  | 7,29        | 7,29                   | 7,29                   |
| <b>Aminoácidos Essenciais Digestíveis (base matéria seca) (%)</b> |             |                        |                        |
| Arginina  | 2,09        | 2,09                   | 2,09                   |
| Histidina   | 0,76        | 0,76                   | 0,76                   |
| Isoleucina  | 1,13        | 1,13                   | 1,13                   |
| Leucina   | 2,44        | 2,44                   | 2,44                   |
| Lisina  | 1,61        | 1,61                   | 1,61                   |
| Metionina   | 0,52        | 0,52                   | 0,52                   |
| Fenilalanina  | 1,48        | 1,48                   | 1,48                   |
| Treonina  | 1,38        | 1,38                   | 1,38                   |
| Triptofano  | 0,34        | 0,34                   | 0,34                   |
| Valina  | 1,59        | 1,59                   | 1,59                   |

<sup>1</sup>Aditivo probiótico (*Lactobacillus* sp., *Enterococcus faecium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus velezensis*, *Bacillus subtilis*).

<sup>2</sup>Farelo de cascas de arroz moída com óleo e calcário.

<sup>3</sup>Umidade (%) 2,0, Cinzas (%) 71,6442, Colina (mg/kg) 30.000, Magnésio (%) 0,0085, Enxofre (%) 1,1589, Ferro (mg/kg) 25.714, Cobre (mg/kg) 1.960, Manganês (mg/kg) 13.345, Zinco (mg/kg) 30.000, Iodo (mg/kg) 939, Selênio (mg/kg) 30, Vitamina A (UI/kg) 600.000, Vitamina D3 (UI/kg) 600.000, Vitamina E (mg/kg) 12.000, Vitamina K3 (mg/kg) 631, Tiamina B1 (mg/kg) 1.176, Riboflavina B2 (mg/kg) 1.536, Piridoxina B6 (mg/kg) 1.274, Vitamina B12 (mcg/kg) 4.000, Niacina (mg/kg) 19.800, Ácido Pantotênico B3 (mg/kg) 3.920, Ácido Fólico (mg/kg) 192, Biotina (mg/kg) 20, Vitamina C (mg/kg) 40.250.

As relações dos outros aminoácidos foram mantidas de acordo com o perfil aminoácídico estipulado por Furuya, (2010), para tilápias-do- Nilo respectivamente. Para confecção das dietas, os ingredientes foram moídos, misturados em misturador “Y”, umedecidos e processados em extrusora. Durante o processo de extrusão a temperatura foi de 90±0,5°C, após o processo de extrusão os grânulos foram

desidratados em secadora de ventilação forçada; a temperatura durante este processo foi mantida em torno de  $80 \pm 0,5^\circ\text{C}$  por 15 minutos. Os peixes foram alimentados até a saciedade aparente, três vezes ao dia (8h30min; 11h30min e 15h30min), durante 90 dias. O crescimento foi acompanhado por meio de avaliações do desempenho produtivo e eficiência nutricional.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS ZOOTÉCNICAS E ANÁLISES LABORATORIAIS

Os animais foram pesados em balança de precisão (0,01g) e medidos em ictiômetro (Figura 2) no início do período experimental e ao final com 90 dias. Para obtenção dos parâmetros de desempenho: ganho em peso, comprimento padrão e total, consumo de ração, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico e taxa de eficiência proteica. Também foi avaliada a deposição de nutrientes (proteína bruta) e a eficiência de retenção de proteína.

*Ganho de peso vivo (g) = peso final – peso inicial*

*Conversão alimentar aparente (g/g) =  $\frac{\text{consumo de alimento}}{\text{ganho de peso vivo}}$*

*Taxa de eficiência proteica (g/g) =  $\frac{\text{ganho em peso vivo}}{\text{proteína bruta consumida}}$*

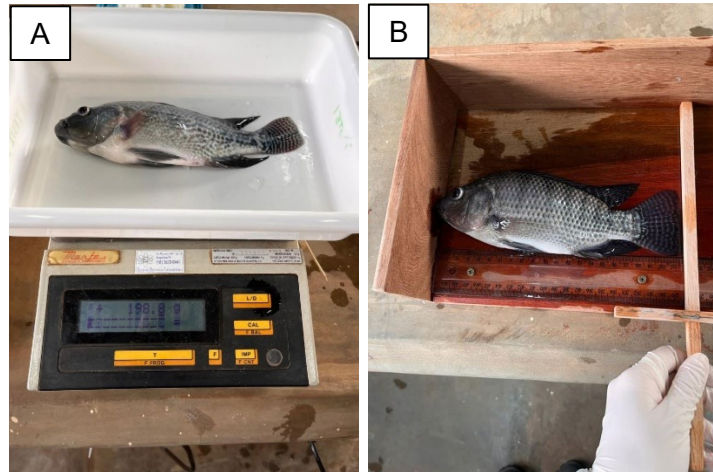
*Taxa de crescimento específico (%/dia) =  $\frac{\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})}{\text{tempo (dias)}}$*

*Deposição de nutrientes (g) =  $\frac{\text{Ganho de peso vivo} \times \text{teor do nutriente no corpo}}{100}$*

*Eficiência de retenção de proteína bruta(%) =  $\frac{((PB_F \times P_F) - (PB_I \times P_I)) \times 100}{C_{PB}}$*

Onde: PBF = proteína bruta final no corpo; PBI = proteína bruta inicial no corpo; CPB = média de consumo de proteína bruta da parcela; PI, PF = peso vivo médio inicial e final da parcela.

Figura 2 – A: Pesagem de tilápia-do-Nilo na coleta final. B: Aferição do comprimento total de tilápia-do-Nilo na coleta final



Fonte: Autoria própria

Inicialmente, uma amostra de 20 animais representando todo o lote e ao final do período experimental, foi feita uma amostra de três animais de cada caixa, depois de submetidos ao jejum de 48 horas. Os animais foram insensibilizados e eutanasiados por aprofundamento do plano anestésico com Benzocaína (ethyl-p-aminobenzoato) (200 mg/litro). Após a cessão dos movimentos operculares, os animais ainda foram mantidos na solução de Benzocaína por 10 minutos. Em seguida, foram congelados, para posterior moagem em moinho de carne. Foram então dispostos para secagem e moídos novamente, mas em moinho de bola, para então, serem encaminhados para determinação da matéria seca e proteína bruta.

Para análise dos nutrientes corporais, a proteína bruta foi determinada através do método de Dumas em aparelho Leco 528 LC (ETHERIDGE *et al.*, 1998). A matéria seca foi obtida em estufa a 105° C por 12 horas. As metodologias utilizadas para análises foram descritas por AOAC (2000). As análises de aminoácidos totais foram realizadas por hidrólise ácida e cromatografia de troca iônica (HPLC) no Laboratório da Empresa MCassab, São Paulo, Brasil.

#### 4.4 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

Os peixes foram anestesiados com eugenol para sedação leve (dose 50 mg/L água), o sangue foi coletado por punção do vaso caudal com seringa e agulha de 13x0,45mm (Figura 3). Em seguida o sangue foi acondicionado em tubos de ensaio de vidro, que foram mantidos na geladeira até finalizar a coleta. Os tubos foram então

centrifugados a 5.000 rpm por 10 minutos. Após o soro então foi acondicionado em micro tubos.

Figura 3 – Coleta de sangue pela punção da veia caudal de tilápia-do-Nilo na coleta final



Fonte: Autoria própria

As alíquotas de soro foram mantidas congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$ , até o momento das análises laboratoriais para a mensuração das seguintes variáveis: aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT), amilase, colesterol, creatinoquinase (CK), proteínas totais (PT) e lipase, com uso de um analisador Bioquímico semiautomático modelo BIO- 2000 IL (BIOPLUS PRODUTOS PARA LABORATÓRIOS LTDA).

#### 4.6 ANÁLISES DOS DADOS

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com três tratamentos e cinco repetições, com 15 peixes por parcela. Os dados de desempenho foram analisados pelo programa SAS (2014), por meio de análise de variância (ANOVA), normalidade dos erros (Cramer-Von-Mises) e a homocedasticidade da variância (Leveve). Quando observado significância estatística, foi aplicado o teste de Fisher ( $P < 0,05$ ), para comparação entre as médias e o desvio padrão das médias (EP).

## 5 RESULTADOS

Os dados de desempenho são apresentados na Tabela 3, onde o peso médio inicial dos peixes referentes aos seus tratamentos é descrito. Ainda nesta tabela é possível observar os melhores resultados ( $p < 0,05$ ) das variáveis de desempenho, são encontrados para os grupos que receberam o aditivo probiótico Colostrum Aqua<sup>®</sup> via alimentação (0,10 e 0,20%) na dieta.

Tabela 3 - Média de peso inicial, peso final, ganho em peso, taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) de juvenis de tilápias-do-Nilo suplementadas com aditivo probiótico Colostrum Aqua<sup>®</sup>

| Tratamento | PI<br>(g)  | PF<br>(g)                 | GP<br>(g)               | TCE<br>(%)             | CA<br>(g/g)            | EA<br>(%)               |
|------------|------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Controle   | 15,82±0,37 | 152,90±9,41 <sup>b</sup>  | 137,08±9,2 <sup>b</sup> | 4,99±0,06 <sup>b</sup> | 1,11±0,04 <sup>b</sup> | 89,63±3,57 <sup>b</sup> |
| 0,10%      | 15,98±0,33 | 180,01±10,18 <sup>a</sup> | 164,03±9,9 <sup>a</sup> | 5,16±0,05 <sup>a</sup> | 1,00±0,02 <sup>a</sup> | 99,73±2,44 <sup>a</sup> |
| 0,20%      | 16,05±0,28 | 177,32±9,02 <sup>a</sup>  | 161,26±8,8 <sup>a</sup> | 5,14±0,05 <sup>a</sup> | 1,01±0,04 <sup>a</sup> | 99,31±4,20 <sup>a</sup> |
| Valor p    | 0,756      | 0,001                     | 0,001                   | 0,001                  | 0,001                  | 0,001                   |
| Valor F    | 0,29       | 12,23                     | 12,60                   | 13,06                  | 14,23                  | 13,50                   |

Média ± desvio padrão. Valores na mesma coluna seguidos por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ) Teste exato de Fisher

Na tabela 4 é possível observar a determinação da atividade enzimática de algumas enzimas avaliadas no soro de juvenis de tilápias-do-Nilo suplementando com aditivo probiótico Colostrum Aqua<sup>®</sup>. Desta forma, foi possível observar maior atividade da amilase com o aumento da inclusão do aditivo probióticos nas dietas, comprovando a ação dos mesmos para esta enzima. Também foi possível inferir menor atividade da creatinoquinase (CK), com as inclusões de aditivo de probióticos nas dietas práticas, demonstrando que o produto auxilia na preservação e manutenção do tecido muscular e conseqüentemente melhora nos índices produtivos.

Em relação à alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase, proteínas totais, colesterol e lipase, para estas enzimas não foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), sendo que não houve diferença dos peixes controle em relação aos que receberam aditivo de probióticos via dietas.

Tabela 4 - Média das variáveis bioquímicas para alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), creatinoquinase (CK), amilase, proteínas totais (PT), colesterol e lipase de juvenis de tilápias-do-Nilo suplementadas com aditivo probiótico Colostrum Aqua®.

| Tratamento     | ALT        | AST         | CK                      | Amilase               | PT       | Colesterol | Lipase    |
|----------------|------------|-------------|-------------------------|-----------------------|----------|------------|-----------|
| Controle       | 233,5±74,7 | 261,3±168,8 | 1632±168 <sup>a</sup>   | 1015±662 <sup>b</sup> | 3,01±1,3 | 146,1±31,5 | 13,53±1,5 |
| 0.10%          | 186,7±85,8 | 149,7±143,6 | 282±26,9 <sup>b</sup>   | 2605±557 <sup>a</sup> | 3,64±0,7 | 141,7±45,9 | 15,81±5,0 |
| 0.20%          | 178,8±75,5 | 242,6±145,8 | 163,3±97,3 <sup>b</sup> | 2670±729 <sup>a</sup> | 3,66±1,0 | 130,5±52,1 | 15,58±2,3 |
| <i>Valor p</i> | 0,783      | 0,428       | 0,005                   | 0,006                 | 0,330    | 0,719      | 0,348     |
| <i>Valor F</i> | 0,25       | 0,91        | 8,21                    | 9,09                  | 1,16     | 0,33       | 1,10      |

Média ± desvio padrão. Valores na mesma coluna seguidos por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ) Teste exato de Fisher

Na tabela 5, são demonstrados os valores de composição corporal de tilápias-do-Nilo suplementadas com aditivo probiótico Colostrum Aqua®. É possível observar que houve diferenças estatísticas ( $<0,05$ ) na composição de proteína corporal. Sendo que os peixes que receberam 0,2% de aditivo probiótico, obteve maior acúmulo de proteína corporal, valor que se refletiu diretamente na eficiência de retenção de proteína, dado este que remete no melhor aproveitamento deste componente.

Tabela 5 - Média das variáveis de composição corporal e eficiência de retenção de proteína (ERP) de juvenis de tilápias-do-Nilo suplementadas com aditivo probiótico Colostrum Aqua®

| Tratamento     | Água (%)   | Proteína (%)             | Gordura (%) | Matéria Mineral (%) | ERP (%)                 |
|----------------|------------|--------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|
| Controle       | 70,29±0,44 | 15,78±1,01 <sup>b</sup>  | 8,07±1,24   | 4,09±0,16           | 81,11±7,93 <sup>b</sup> |
| 0,10%          | 70,09±0,84 | 16,10±0,66 <sup>ab</sup> | 8,40±0,81   | 4,32±0,24           | 92,29±6,23 <sup>a</sup> |
| 0,20%          | 69,59±0,84 | 17,83±1,12 <sup>a</sup>  | 7,37±1,48   | 4,33±0,34           | 94,85±1,15 <sup>a</sup> |
| <i>Valor p</i> | 0,415      | 0,020                    | 0,412       | 0,309               | 0,014                   |
| <i>Valor F</i> | 0,97       | 5,93                     | 0,96        | 1,30                | 7,17                    |

Média ± desvio padrão. Valores na mesma coluna seguidos por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ) Teste exato de Fisher

## 6 DISCUSSÃO

Na aquicultura, os probióticos podem ser administrados na forma de cepa única ou cepas múltiplas (blend) ou mesmo combinados com substâncias prebióticas para serem utilizados como "simbióticos" (HAI, 2015). Vários tipos de cepas bacterianas probióticas têm se mostrado eficientes quando utilizadas em dietas para organismos aquáticos com propriedades únicas e benéficas, sendo essas bactérias os *Bacillus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas*, *Enterococcus*, *Aeromonas*, *Alteromonas*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Phaeobacter*, *Pseudoalteromonas*, *Rhodospiridium*, *Roseobacter*, *Streptomyces* (HAI, 2015; RINGØ, 2020; BUTT et al., 2021). Além disso, algumas espécies de leveduras também podem possuir efeitos probióticos benéficos nos peixes alimentados com esses microrganismos (CARUFFO et al., 2015; SHUKRY et al., 2021).

Os probióticos podem ser usados com sucesso para manter a sustentabilidade da indústria da aquicultura (AMENYOGBE et al., 2020; VAN DOAN et al., 2020). Existem vários usos benéficos de probióticos na aquicultura, como o controle de doenças de peixes (HOSEINIFAR et al., 2018) e a redução dos impactos negativos de antibióticos e outros antimicrobianos em peixes (DAWOOD; KOSHIO, 2016). Eles também podem aumentar a abundância de bactérias benéficas na água (MOHAMMADI et al., 2021; ROMANO, 2021).

A utilização de probióticos na redução de mortalidade durante a produção também tem apresentado bons índices, no atual estudo não foram encontradas mortalidades, por outro lado os peixes não foram desafiados com bactérias patogênicas, então não eram esperadas mortalidades. No entanto vários estudos demonstraram efeitos benéficos em peixes que receberam probióticos desafiados como cepas patogênicas. O probiótico *Carnobacterium divergens* isolado de intestino do bacalhau do Atlântico, reduziu significativamente a taxa de mortalidade de alevinos de bacalhau do Atlântico que foram infectados experimentalmente com *Vibrio anguillarum* (GILDBERG et al., 1997; GILDBERG; MIKKELSEN, 1998). A cepa *Carnobacterium* sp. K1 recuperada do intestino do salmão do Atlântico também forneceu proteção e reduziu a mortalidade desafiadas com *V. ordalii*, mas não contra o *V. anguillarum* (ROBERTSON et al., 2000). Além disso, a aplicação de água de *Pseudomonas fluorescens* AH2 reduziu a taxa de mortalidade da truta arco-íris desafiada com *V. anguillarum* (GRAM et al., 1999). Brunt et al. (2007) verificaram que a aplicação dietética de *Bacillus* sp. JB-1 ou *Aeromonas sobria* GC2 aumentou

significativamente a resposta imunológica da truta arco-íris. Esses autores também relataram que essas bactérias probióticas aumentaram a produção de sideróforo e enzima quitinase, aumentando as atividades de lisozima e fagocítica e reduziram a taxa de mortalidade após o desafio com *V. anguillarum* de 13% para 6%, respectivamente, em comparação com os controles (92%) (BRUNT et al., 2007).

Os probióticos influenciam positivamente o crescimento e a imunidade dos peixes (LAZADO; CAIPANG, 2014; AKHTER et al., 2015; DAWOOD et al., 2019; OPIYO et al., 2019; NARGESI et al., 2020). Uma ampla gama de probióticos (bactérias, microalgas, bacteriófagos, leveduras integrais ou extratos de leveduras) originários de espécies hospedeiras ou do ambiente terrestre e aquático foram identificados, caracterizados e utilizados em atividades de aquicultura (LAZADO et al., 2015; XUE et al., 2020; TACHIBANA et al., 2020). No entanto tem-se utilizado novas abordagens, como a utilização de bactérias comuns do próprio trato digestório do organismo com potencial probiótico, neste estudo foram utilizadas bactérias comuns do trato digestório de tilápias-do-Nilo, como *Lactobacillus* sp., *Enterococcus faecium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus velezensis* e *Bacillus subtilis*, (SATO et al., 2023).

A alimentação dos peixes com bactérias probióticas no presente estudo promoveu efeitos positivos no desempenho zootécnico da tilápia-do-Nilo após 90 dias de teste. Comparados ao controle, os animais alimentados contendo o aditivo probiótico (*Lactobacillus* sp., *E. faecium*, *B. velezensis*, *B. pumilus* e *B. subtilis*) apresentaram melhores valores zootécnicos ao final, e com apenas a menor dose já foi o suficiente para obter os melhores valores. Esses resultados podem ser explicados pela produção de enzimas pelos *Bacillus* que podem melhorar a digestibilidade da ração (SOTO, 2017), e, assim, contribuir para o ganho em peso do peixe e aumento da eficiência alimentar. Liu et al. (2017) descobriram que a cepa *B. subtilis* HAINUP40 adicionada à ração aumentou a atividade enzimática da proteinase e da amilase na tilápia-do-Nilo, possivelmente estimulando sua produção endógena dessas enzimas.

A microbiota intestinal dos peixes contribui para funções essenciais, como inibição de bactérias patogênicas, competição por nutrientes e adesão à mucosa intestinal, produção de fatores antimicrobianos que auxiliam na resposta imune e digestão dos alimentos (SOLTANI et al., 2019). No entanto, os probióticos competem com outros microrganismos por locais de adesão na superfície do epitélio intestinal e por nutrientes, inibindo assim a fixação e sobrevivência de patógenos.

A adesão dos probióticos às células epiteliais intestinais estimula a produção de muco, que são substâncias com função protetora contra patógenos na superfície intestinal (LEBEER et al., 2010). Os microrganismos probióticos, quando adaptados à microbiota do hospedeiro, podem metabolizar nutrientes mais rapidamente, reduzindo a disponibilidade para bactérias patogênicas e controlando sua proliferação (MARKOWIAK; SLIZEWSKA, 2017).

De acordo com Sun et al. (2010), a inclusão de *B. pumilus* e *B. clausii* melhorou a taxa de conversão alimentar da garoupa (*Epinephelus coioides*) após 60 dias de experimentação. De acordo com Aly et al. (2008), a tilápia-do-Nilo alimentada com uma dieta contendo *B. Pumilis*, isolada de gônadas de tilápias, apresentou aumento no desempenho do crescimento. Ramos et al. (2013), encontraram efeitos sinérgicos de probióticos compostos por *Bacillus sp.*, *Pediococcus sp.*, *Enterococcus sp.* e *Lactobacillus sp.* Em relação aos parâmetros ecológicos e Índice de Shannon para Truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). Para esses autores, a concentração de probióticos interferiu no crescimento dos peixes e na modulação da microbiota, e observaram aumento do Índice de Shannon em peixes alimentados com menor nível de inclusão dos probióticos teste.

Na aquicultura, os probióticos podem ser suplementados por meio de ração ou água para manipular o equilíbrio microbiano no ambiente do hospedeiro e da cultura. Diferentes enzimas digestivas específicas (por exemplo, amilase, protease, quitinase e lipase), podem ser aumentadas por probióticos no intestino (LAZADO, 2014), melhorando a digestão e a absorção, ao mesmo tempo em que removem a toxicidade. No presente estudo observou-se uma melhora nos valores de amilase ( $P < 0,05$ ) para os grupos que receberam o blend de probióticos em relação ao controle. Já em relação à enzima CK (Creatinoquinase) foi observado valores menores para os peixes que receberam o blend de probióticos em relação ao controle, demonstrando menor lesão tecidual. No entanto, para as outras enzimas testadas (ALT, AST, PT e Lipase) os valores foram semelhantes entre os peixes alimentados com dietas controle e teste.

Soto (2017) mencionou que os probióticos melhoraram o processo digestivo ao aumentar a população bacteriana benéfica, a atividade enzimática microbiana e o equilíbrio microbiano, melhorando a digestibilidade e a absorção de nutrientes levando ao aumento das taxas de crescimento dos peixes. Não se sabe se as enzimas digestivas são produzidas diretamente por probióticos ou pela modulação da síntese e secreção de enzimas pelas células intestinais, ou possivelmente por ambos os mecanismos. No entanto, os probióticos supostamente demonstram a produção *in*

*vitro* de amilase extracelular, celulase, lipase e protease e podem potencialmente modular essas funções enzimáticas *in vivo* (LIU et al., 2017). O tratamento com um probiótico comercial, contendo *L. bulgaricus*, *S. cerevisiae* e *S. elipsoedae*, demonstrou melhor crescimento e digestão da dieta (ZHAO et al., 2019; SELVARAJ; BOGAR, 2019). Da mesma forma que, outro composto comercial de *L. acidophilus*, *L. casei*, *E. faecium* e *Bif. bifidium* elevou esses dois parâmetros junto com a atividade de protease, amilase e lipase no intestino (NAYAK et al., 2007).

No presente estudo, foi observada uma melhora na proteína corporal e conseqüentemente na retenção deste nutriente em peixes que receberam o blend de probiótico na dieta, entretanto, Telli et al. (2014) não observaram diferenças significativas na composição química de tilápias-do-Nilo, alimentadas com ração e probiótico *B. subtilis* e atribuíram um maior valor de umidade à alta densidade de estocagem, o que interfere diretamente no crescimento do animal. Ramos et al. (2017), observaram na fase pós-larval de alevinos de truta arco-íris, um possível efeito na composição corporal utilizando uma mistura de probióticos (*Bacillus sp.*, *Pediococcus sp.*, *Enterococcus sp.* e *Lactobacillus sp.*). Lara-Flores et al. (2003) verificaram o aumento de lipídios em alevinos de tilápia-do-Nilo, alimentados com levedura e probiótico comercial, composto por *Streptococcus faecium* e *Lactobacillus acidophilus*. Além disso, a composição da dieta (alta e baixa porcentagem de proteína) também contribuiu para alterações nos valores de proteína e lipídios no corpo do peixe.

## 7 CONCLUSÃO

Foi possível concluir que o uso de aditivo probiótico Colostrum Aqua® (0,1% e 0,2%) em dietas práticas para tilápias-do-Nilo em crescimento, demonstra uma melhora nas variáveis de desempenho e eficiência de utilização da proteína. A inclusão de 0,1% e 0,2% do aditivo probiótico Colostrum Aqua® é efetiva para uma melhora na atividade da amilase e uma diminuição nos níveis de creatinoquinase, demonstrando menor lesão tecidual e conseqüentemente melhorando a higidez dos peixes.

## REFERÊNCIAS

- A.M. LARSEN, H.H. MOHAMMED, C.R. ARIAS, Characterization of the gut microbiota of three commercially valuable warmwater fish species. **Journal of Applied Microbiology**. v. 116, p. 1396–1404. 2014.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24529218/>.> Acesso em 25 de mai. 2024.
- ABDELAZIZ, M., et al. Monitoring of different vibrio species affecting marine fishes in Lake Qarun S. Yilmaz et al. and Gulf of Suez: phenotypic and molecular characterization. **Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 43, p. 141–146, 2017. Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017EgJAR.43.141A/abstract>.> Acesso em: 04 de jul. 2024.
- ABDEL-LATIF, H.M.R., et al. The functionality of probiotics in aquaculture: an overview. **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**. p. 36- 52, 2021.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34274422/>.> Acesso em: 28 de jun. 2024.
- ABDEL-TAWWAB, M. ABDEL-RAHMAN, A.M. ISMAEL, N.E.M. Evaluation of commercial live bakers' yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for Fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged in situ with *Aeromonas hydrophila*, **Aquaculture Research**, v. 280, p. 185–189. 2008.> Disponível em: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-f335cc62-e4e0-3e30-a367-4bfbcb880da43>.> Acesso em 07 de abr. 2024.
- AKHTER N., WU B., MEMON A.M., MOHSIN M. Probiotics and prebiotics associated with aquaculture: a review, **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**. 2015.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26044743/>.> Acesso em: 22 de mai. 2024.
- ALVES, K. C. S., et al. Bacillus subtilis: uma versátil ferramenta biotecnológica. **Revista Scientia Amazonia**, v. 7, n. 2, p. 15–23, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsi.2016.12.003>.> Acesso em: 10 de mai. 2024.
- ALY, S.M., MOHAMED, M.F., JOHN, G. Effect of probiotics on the survival, growth and challenge infection in Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Research**, v. 39, p. 647–656. 2008.> Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01932.x>.> Acesso em 16 de jul. 2024.
- AMAL, M., ZAMRI-SAAD, M. *Streptococcosis* in tilapia (*Oreochromis niloticus*): A review. **Journal of Tropical Agricultural Science**, v.34, n.2, p.195-206, 2011. > Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/220038542\\_Streptococcosis\\_in\\_Tilapia\\_Oreochromis\\_niloticus\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/220038542_Streptococcosis_in_Tilapia_Oreochromis_niloticus_A_Review)>. Acesso em: 10 de mai. 2024.
- AMAL, M., ZAMRI-SAAD, M. *Streptococcosis* in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Tropical Agricultural Science**, v.34, n.2, p.195-206, 2011.> Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/220038542\\_Streptococcosis\\_in\\_Tilapia\\_Oreochromis\\_niloticus\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/220038542_Streptococcosis_in_Tilapia_Oreochromis_niloticus_A_Review)>. Acesso em: 10 de mai. 2024.

AMAL, M.; ZAMRI-SAAD, M. Streptococcosis in tilapia (*Oreochromis niloticus*): A review. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, v.34, n.2, p.195-206, 2011.> Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/220038542\\_Streptococcosis\\_in\\_Tilapia\\_Oreochromis\\_niloticus\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/220038542_Streptococcosis_in_Tilapia_Oreochromis_niloticus_A_Review).> Acesso em: 13 de abr. 2024.

AMENYOGBE, E., et al. The exploitation of probiotics, prebiotics and synbiotics in aquaculture: present study, limitations and future directions. **Reviews in Aquaculture**, v. 28, 2020.> Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/339148414\\_The\\_exploitation\\_of\\_probiotics\\_prebiotics\\_and\\_synbiotics\\_in\\_aquaculture\\_present\\_study\\_limitations\\_and\\_future\\_directions\\_a\\_review](https://www.researchgate.net/publication/339148414_The_exploitation_of_probiotics_prebiotics_and_synbiotics_in_aquaculture_present_study_limitations_and_future_directions_a_review).> Acesso em: 16 de jun. 2024.

ASADUZZAMAN, M. et al. A. B. Effects of host gut-derived probiotic bacteria on gut morphology, microbiota composition and volatile short chain fatty acids production of Malaysian Mahseer *Tor tambroides*. **Aquaculture Reports**, v. 9, p. 53–61, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2017.12.003>.> Acesso em: 11 de mai. 2024.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC) (2000). **Official methods of analysis of official analytical chemists international**. 17th ed.

Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists, 2000.> Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=1687699>.> Acesso em: 14 de abr. 2024.

BALCÁZAR, J.L., et al. Health and nutritional properties of probiotics in fish and shellfish. **Microbial Ecology in Health and Disease**, 2006, 18, 65–70.> Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08910600600799497>.> Acesso em: 03 de jun. 2024.

BARROS, F. A. L. et al. Seleção in vitro de bactéria autóctone com potencial probiótico para o peixe neotropical piauçu (*Megaleporinus microcephalus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.74, n.2, p.327-337, 2022.

Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/5S4469nyWbzwwXTNrpVKygB/>>. Acesso em: 10 mai. 2024.

BEGLEY, M.; GAHAN, C.G.M.; HILL, C. The interaction between bacteria and bile FEMS. **Microbiology Reviews**, 2005.> Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16102595/>.> Acesso em 15 de abr. 2024.

BERNARDEAU, M.; LEHTINEN, M. J.; FORSSTEN, S. D.; NURMINEN, P. Importance of the gastrointestinal life cycle of *Bacillus* for probiotic functionality.

**Journal of Food Science and Technology**, 2017. Disponível em:

<https://doi.org/10.1007/s13197-017-2688-3>.> Acesso em: 12 de mai. 2024.

BHUJEL, R.C.A. Manual for tilapia business management. **CABI**, 2014. ISBN 9781780641362. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=p8aWBAQAQBAJ>. Acesso em: 05 de abr. de 2024.

BJORNSDOTTIR, E.G. R., et al. Selection of bacteria and the effects of bacterial treatment of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) eggs and larvae, **Aquaculture Research**, v. 302 p. 219–227. 2010.> Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848610001353>.> Acesso

em 06 de abr. 2024.

BRUNT J, HANSEN R, JAMIESON DJ, AUSTIN B. Proteomic analysis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) serum after administration of probiotics in diets. **Veterinary Immunology and Immunopathology**. 2007.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17981340/>.> Acesso em: 06 de abr. 2024.

BUTT, U. D.; et al. Overview of the latest developments in the role of probiotics, prebiotics and synbiotics in shrimp aquaculture. **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**, v. 114, p. 263–281, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33971259/>.> Acesso em: 28 de jul. 2024.

CARUFFO, M.; et al. Potential probiotic yeasts isolated from the fish gut protect zebrafish (*Danio rerio*) from a *Vibrio anguillarum* challenge. **Frontiers in Microbiology**, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4596066/>.> Acesso em: 26 de jul. 2024.

CASTRO, V. S., et al. Probiotics of the genus *Bacillus* in diets for Nile tilapia post-larvae (*Oreochromis niloticus*). **Research, Society and Development Journal**, v. 10, n. 7, p. e51810717032, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.17032>.> Acesso em: 13 de mai. 2024.

CASTRO-OSSES, D.; CARRERA-NAIPIL, C.; GALLARDO-ESCÁRATE, C.; GONÇALVES, A. T. Functional diets modulate the acute phase protein response in *Oncorhynchus mykiss* subjected to chronic stress and challenged with *Vibrio anguillarum*. **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology** v. 66, p. 62–70, 2017.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28476670/>.> Acesso em: 02 de jul. 2024.

CHANTHARASOPHON, K.; WARONG, T.; MAPATSA, P.; LEELAVATCHARAMAS, V. (2011). High potential probiotic *Bacillus pectus* from gastro-intestinal tract of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Biotechnology**, v.10, n.6, p.498-505, 2011.> Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/47960>.> Acesso em> 16 de abr. 2024.

CHOI, S.-H. YOON, T.-J. Retraction: non-specific immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by dietary heat-inactivated potential probiotics, *Immune Netw.* 8 (3) (2008) 67–74. **Immune Network**. v. 11 p. 307. 2011.> Disponível em: <https://immunenetw.org/>.> Acesso em 23 de jul. 2024.

CYRINO, J. E. P. et al. A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/7zSgd4p6MkqpkRhMLRp5Krh/#>.> Acesso em: 13 de mai. 2024.

CYRINO, J.E.P., et al. Piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010.> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/7zSgd4p6MkqpkRhMLRp5Krh/>.> Acesso em: 17 de abr. 2024.

DAWOOD, M. A. O.; ABO-AL-ELA, H. G.; HASAN, M. T. Modulation of transcriptomic profile in aquatic animals: probiotics, prebiotics and synbiotics scenarios. **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology** v. 97, p. 268–282, 2020.> Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/31863903>.> Acesso em: 03 de jul. 2024.

DAWOOD, M.A., OKOSHIO, S. Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: a review, **Aquaculture** 454, 243–251. 2016.> Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/288905723\\_Recent\\_advances\\_in\\_the\\_role\\_of\\_probiotics\\_and\\_prebiotics\\_in\\_carp\\_aquaculture\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/288905723_Recent_advances_in_the_role_of_probiotics_and_prebiotics_in_carp_aquaculture_A_review).> Acesso em 05 de jul. 2024.

DE BRITO, J. M. de. et al. Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não-ruminantes – revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.11, n.1, 2014. Disponível em: <<https://www.nutritime.com.br/artigos/artigo-229-probioticos-prebioticos-e-simbioticos-na-alimentacao-de-nao-ruminantes-revisao/>>. Acesso em: 15 mai. 2024.

DEL'DUCA, A. et al. Evaluation of the presence and efficiency of potential probiotic bacteria in the gut of tilapia (*Oreochromis niloticus*) using the fluorescent in situ hybridization technique. **Aquaculture**, p.115–121, 2013.> Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/239731370\\_Evaluation\\_of\\_the\\_presence\\_and\\_efficiency\\_of\\_potential\\_probiotic\\_bacteria\\_in\\_the\\_gut\\_of\\_tilapia\\_Oreochromis\\_niloticus\\_using\\_the\\_fluorescent\\_in\\_situ\\_hybridization](https://www.researchgate.net/publication/239731370_Evaluation_of_the_presence_and_efficiency_of_potential_probiotic_bacteria_in_the_gut_of_tilapia_Oreochromis_niloticus_using_the_fluorescent_in_situ_hybridization).> Acesso em: 18 de abr. 2024.

DEL'DUCA, A. et al. Evaluation of the presence and efficiency of potential probiotic bacteria in the gut of tilapia (*Oreochromis niloticus*) using the fluorescent in situ hybridization technique. **Aquaculture**, v.388-391, n.1, p.115–121, 2013.> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848613000343?via%3Dihub>>. Acesso em: 13 de mai.2024.

DUTTA, D., et al. Potential probiotics from Indian major carp, *Cirrhinus mrigala*. Characterization, pathogen inhibitory activity, partial characterization of bacteriocin and production of exoenzymes. **Research in Veterinary Science**, 2018.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27663374/>.> Acesso em: 10 de jun. 2024.

EL-SAADONY, M.T., et al. The functionality of probiotics in aquaculture: an overview. **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**, p. 36-52, 2020.> Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2024.07.007>.> Acesso em: 02 de jun. 2024.

ETHERIDGE, R. D.; PESTI, G. M.; FOSTER, E. H. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco, CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology**, v.73, p.21-28, 1998.> Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4967162/mod\\_resource/content/0/Kjeldahl%20vs%20Dumas.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4967162/mod_resource/content/0/Kjeldahl%20vs%20Dumas.pdf).> Acesso em: 19 de abr. 2024.

FAO. 2024. Sustainability in action. State of World Fisheries and Aquaculture. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**.> Disponível em:

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/170b89c1-7946-4f4d-914a-fc56e54769de/content>.> Acesso em: 07 de jun, 2024.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. **Journal of Applied Bacteriology**. 66 365–378. 1989.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2666378/>.> Acesso em 06 de jul. 2024.

FURUYA, W.M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 100p, 2010.> Disponível em: [https://www2.uepg.br/bacharelado-zootecnia/wp-content/uploads/sites/98/2021/04/Tabelas\\_Brasileiras\\_Tilapias.pdf](https://www2.uepg.br/bacharelado-zootecnia/wp-content/uploads/sites/98/2021/04/Tabelas_Brasileiras_Tilapias.pdf).> Acesso em: 21 de abr. 2021.

GILDBERG, A.; MIKKELSEN, H. Effects of supplementing the feed to Atlantic cod (*Gadus morhua*) fry with lactic acid bacteria and immuno-stimulating peptides during a challenge trial with *Vibrio anguillarum*. **Aquaculture**, v. 167, p. 103–113, 1998.> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848698002968>.> Acesso em: 28 de jul. 2024.

GOBI N., et al. Dietary supplementation of probiotic *Bacillus licheniformis* Dab1 improves growth performance, mucus and serum immune parameters, antioxidant enzyme activity as well as resistance against *Aeromonas hydrophila* in tilapia *Oreochromis mossambicus* **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**. 2018.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29305993/>.> Acesso em: 08 de jun. 2024.

GRAM, L.; et al. Inhibition of *Vibrio anguillarum* by *Pseudomonas fluorescens* AH2, a possible probiotic treatment of fish. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, p. 969–973, 1999.> Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC91130/>.> Acesso em: 27 de jul. 2024.

H. DONG LI, X. LI TIAN, S. LIN DONG, Growth performance, non-specific immunity, intestinal histology and disease resistance of *Litopenaeus vannamei* fed on a diet supplemented with live cells of *Clostridium butyricum*, **Aquaculture**, 2018.> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848618308147>.> Acesso em: 15 de jun. 2024.

HOSEINIFAR S.H, SUN Y.Z.; WANG A, ZHOU Z. Probiotics as means of diseases control in aquaculture, a review of current knowledge and future perspectives. **Frontiers in Microbiology**. 2018.> Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2018.02429/full>.> Acesso em: 06 de jun. 2024.

IRIANTO, A.; AUSTIN, B. Probiotics in aquaculture. **Journal of Fish Diseases**, v.25, n.11, p.633-642, 2002.> Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/227681282\\_Probiotics\\_in\\_aquaculture](https://www.researchgate.net/publication/227681282_Probiotics_in_aquaculture).> Acesso em: 22 de abr. 2024.

JESUS, G. F. A.; PEREIRA, S. A.; PEREIRA, G. do V.; DA SILVA, B. C.; MARTINS, M. L.; MOURIÑO, J. L. P. **Probióticos na Piscicultura**. In: PEREIRA, G. R.; PIRES, H. da S.; FERREIRA, L. S. B. P.; KANGERSKI, K. W. (org.). *Piscicultura continental*

com enfoque ecológico. 1. ed. [S. l.]: Instituto Federal de Santa Catarina, 2016. p. 64–94. E-book. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/316089015\\_Probioticos\\_na\\_Piscicultura](https://www.researchgate.net/publication/316089015_Probioticos_na_Piscicultura).> Acesso em 22 de mai. 2024.

JHA DK, BHUJEL RC, ANAL AK. Dietary supplementation of probiotics improves survival and growth of Rohu (*Labeo rohita* Ham.) hatchlings and fry in outdoor tanks. **Aquaculture**, 2014.> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848608004109>.> Acesso em: 09 de jun. 2024.

KAYANSAM RUAJ, P. et al. Increasing of temperature induces pathogenicity of *Streptococcus agalactiae* and the up-regulation of inflammatory related genes in infected Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Veterinary Microbiology**, v.172, n.1-2, p.265-271, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378113514002132>.> Acesso em: 16 de mai 2024.

KAYANSAMRUAJ, P.; PIRARAT, N.; HIRONO, I.; RODKHUM, C. Increasing of temperature induces pathogenicity of *Streptococcus agalactiae* and the up-regulation of inflammatory related genes in infected Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Veterinary Microbiology**, v.172, n.1-2, p.265-271, 2014.> Disponível em: [https://www.academia.edu/25504036/Increasing\\_of\\_temperature\\_induces\\_pathogenicity\\_of\\_Streptococcus\\_agalactiae\\_and\\_the\\_up\\_regulation\\_of\\_inflammatory\\_related\\_genes\\_in\\_infected\\_Nile\\_tilapia\\_Oreochromis\\_niloticus\\_](https://www.academia.edu/25504036/Increasing_of_temperature_induces_pathogenicity_of_Streptococcus_agalactiae_and_the_up_regulation_of_inflammatory_related_genes_in_infected_Nile_tilapia_Oreochromis_niloticus_).> Acesso em 23 de abr. 2024.

KLESIUS, P.; SHOEMAKER, C.; EVANS, J. Streptococcus: A worldwide fish health problem. **8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture**, p.83-107, 2008.> Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/273886954\\_Streptococcosis\\_in\\_cultured\\_red\\_tilapia\\_in\\_Malaysia](https://www.researchgate.net/publication/273886954_Streptococcosis_in_cultured_red_tilapia_in_Malaysia).> Acesso em: 24 de abr. 2024.

KUBITZA, F. Main parasites and diseases in tilapia. **Panorama da Aquicultura**, v.60, p.39-53, 2000.> Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/6b83e1ec-df8d-4d02-8fa1-f06e1f0ed2e5/content>.> Acesso em: 2024.

KUBITZA, F. O impacto da amônia, do nitrito e do nitrato sobre o desempenho e a saúde dos peixes e camarões. A água na aquicultura, Parte 1. **Panorama da Aquicultura**, 162: 1-10, 2017.> Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/impacto-amonia-nitrito/>.> Acesso em: 25 de abr. 2024.

KUEBUTORNYE, F. K. A.; ABARIKE, E. D.; LU, Y. A review on the application of Bacillus as probiotics in aquaculture. **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**, v. 87, n., 2018, p. 820–828, 2019.> Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.02.010>.> Acesso em: 15 de mai. 2024.

LARA-FLORES, M., AGUIRRE-GUZMÁN, G. The use of probiotic in fish and shrimp aquaculture: probiotics: production, evaluation, and uses in animal feed, **Research Signpost**, 2009.> Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/230807485\\_The\\_use\\_of\\_probiotic\\_in\\_aqua\\_culture\\_an\\_overview](https://www.researchgate.net/publication/230807485_The_use_of_probiotic_in_aqua_culture_an_overview).> Acesso em: 26 de jun. 2024.

LARA-FLORES, M., OLVERA-NOVOA, M.A., GUZMÁN-MÉNDEZ, B.E., LÓPEZ-MADRID, W. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 216, p. 193–201. 2003.> Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00277-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00277-6).> Acesso em 14 de jul. 2024.

LAZADO C.C., CAIPANG C.M.A. Atlantic cod in the dynamic probiotics research in aquaculture. **Aquaculture**, 424/425, 53-62. 2014.> Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.12.040>.> Acesso em 05 de ju. 2024.

LAZADO C.C., CAIPANG C.M.A. Atlantic cod in the dynamic probiotics research in aquaculture. **Aquaculture**. p. 53-62. 2014.> Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.12.040>.> Acesso em: 11 de abr. 2024.

LAZADO C.C., CAIPANG C.M.A. Atlantic cod in the dynamic probiotics research in aquaculture. **Aquaculture**, 2014, 424/425, 53-62.> Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.12.040>.> Acesso em: 04 jun. 2024.

LEBEER S.; VANDERLEYDEN, J.O.S.; KEERSMAECKERET, S.C.J. Host interactions of probiotic bacterial surface molecules: comparison with commensals and pathogens. **Nature Reviews Microbiology**, v. 8, p. 171-184. 2010.> Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrmicro2297>.> Acesso em: 18 de jul. 2024.

LILLY D.M., STILLWELL R.H. Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms. **Science**. 1965.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14242024/>.> Acesso em: 29 de jun. 2024.

LIU, H., et al. Dietary administration of *Bacillus subtilis* HAINUP40 enhances growth, digestive enzyme activities, innate immune responses and disease resistance of tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**. 2017, 60, 326–333.> Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.12.003>.> Acesso em 22 de jul. 2024.

M.A. RAMOS, et al. Dietary probiotic supplementation improves growth and the intestinal morphology of Nile tilapia. **Elsevier BV**. 2017.> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731116002792>.> Acesso em 20 de jun. 2024.

M.A.O. DAWOOD, S. KOSHIO. Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: a review, **Aquaculture** 454 (2016) 243–251.> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848615303033>.> Acesso em: 20 de mai. 2024.

MARKOWIAK, P., SLIZEWSKA, K. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. **Nutrients**. v. 9, p. 1021-1051. 2017.> Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu9091021>.> Acesso em: 18 de jul. 2024.

MICHAEL, E.T. OLUKAYODE AMOS, S. TAHIR HUSSAINI, L. A review on probiotics

application in aquaculture, **Fish. Aquaculture**. J. 5 (2014) 4–6.> Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/351516424\\_A\\_review\\_Application\\_of\\_probiotics\\_in\\_aquaculture](https://www.researchgate.net/publication/351516424_A_review_Application_of_probiotics_in_aquaculture).> Acesso em 08 de abr. 2024.

MIYAKE, S., NGUGI, D.K., STINGL, U. Diet strongly influences the gut microbiota of surgeonfishes, **Molecular Ecology Resources**. v. 24, p. 656–672. 2015.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25533191/>.> Acesso em 2 de jun. 2024.

MOHAMMED, S.A., et al. Synbiotic effects of *Saccharomyces cerevisiae*, mannan oligosaccharides, and  $\beta$ -glucan on innate immunity, antioxidant status, and disease resistance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, **Antibiotics**. 2024.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34065896/>.> Acesso em: 17 de jun. 2024.

MOHAPATRA, S. Use of different microbial probiotics in the diet of rohu, *Labeo rohita* fingerlings: effects on growth, nutrient digestibility and retention, digestive enzyme activities and intestinal microflora, **Aquaculture Nutrition**. v. 18 p. 1–11. 2012.> Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2095.2011.00866.x>.> Acesso em 18 de jun. 2024.

MORAES, F.R.; MARTINS, M.L. Condições predisponentes e principais enfermidades de teleósteos em piscicultura intensiva. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. p.343-383, 2004.> Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/290984617\\_Condicoes\\_predisponentes\\_e\\_principais\\_enfermidades\\_de\\_teleosteos\\_em\\_piscicultura\\_intensiva](https://www.researchgate.net/publication/290984617_Condicoes_predisponentes_e_principais_enfermidades_de_teleosteos_em_piscicultura_intensiva).> Acesso em: 26 de abr. 2024.

NAYAK, S. K. Probiotics and immunity: a fish perspective. **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**, v.29, n.1, p.2-14, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1050464810000677>.> Acesso em: 13 de mai. 2024.

NAYAK, S.K. Probiotics and immunity: a fish perspective. **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**, v.29, n.1, p.2-14, 2010.> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1050464810000677>.> Acesso em: 27 de abr.2024.

NAYAK, S.K., SWAIN, P., MUKHERJEE, S.C. Effect of dietary supplementation of probiotic and vitamin C on the immune response of Indian major carp, *Labeo rohita* (Ham.), **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**. v. 23 p. 892–896. 2007.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17434319/>.> Acesso em 13 de abr. 2024.

NEWAJ- FYZUL, A., AUSTIN, B. Probiotics, immunostimulants, plant products and oral vaccines, and their role as feed supplements in the control of bacterial fish diseases. **Journal of Fish Diseases**, v.38, n.11, p.937-955, 2015.> Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfd.12313>.> Acesso em: 28 de abr. 2024.

NOFFS, A.P., TACHIBANA, L., SANTOS, A.A., RANZANI-PAIVA, M.J.T. **Common snook fed in alternate and continuous regimens with diet supplemented with *Bacillus subtilis* probiotic.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2015.> Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204x2015000400001>.> Acesso em: 27 de jun. 2024.

PARKER R. Probiotics, the other half of the antibiotic story. **Animal Nutrition & Health** 29: 4-8. 1974.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35722672/>.> Acesso em: 10 de abr. 2024.

PEIXEBR. Anuário 2024. Peixe BR da Piscicultura. **Associação Brasileira de Piscicultura - Anuário.** Brasil, 2024; 63p.> Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario/>.> Acesso em 02 de jul. 2024.

PEREDO, A.M.; BUENTELLO, A.; GATLIN III, D.M.; HUME, M.E. Evaluation of a dairy- yeast prebiotic in the diet of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.46, n.1, p.92-101, 2015.> Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jwas.12170>.> Acesso em: 29 de abr. 2024.

PÉREZ-SÁNCHEZ, T. et al. Probiotics in aquaculture: a current assessment. **Reviews in Aquaculture**, v.6, n 3, p.133–146, 2014.> Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/raq.12033>>. Acesso em: 10 de mai. 2024.

PRASAD, L., BAGHEL, D., KUMAR, V. Role and prospects of probiotics use in aquaculture, **Aquaculture Research**, v. 4. 2003.> Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/357326296\\_Probiotics\\_prebiotics\\_and\\_synbiotics\\_improved\\_the\\_functionality\\_of\\_aquafeed\\_Upgrading\\_growth\\_reproduction\\_immunity\\_and\\_disease\\_resistance\\_in\\_fish](https://www.researchgate.net/publication/357326296_Probiotics_prebiotics_and_synbiotics_improved_the_functionality_of_aquafeed_Upgrading_growth_reproduction_immunity_and_disease_resistance_in_fish).> Acesso em 20 de jun. 2024.

RAMOS, M.A. Dietary probiotic supplementation modulated gut microbiota and improved growth of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology** 2013, 166, 302-307.> Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2013.06.025>.> Acesso em: 17 de jul. 2024.

RAMOS, M.A., et al. Dietary probiotic supplementation improves growth and the intestinal morphology of Nile tilapia. **Animal** 2017, 11, 1259–1269.> Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1751731116002792>.> Acesso em 13 de jul. 2024.

RIBEIRO, P.A.P., et al. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1331-1337, 2008.> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/99YwzkQWCLJGTKqDXD8MGTn/>.> Acesso em: 30 de jun. 2024.

RINGO, E. Probiotics in shellfish aquaculture. **Aquaculture and Fisheries**, v. 5, n. 1, p. 1–27, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2019.12.001>.> Acesso em: 16 de mai. 2024.

ROBERTSON, P.A.W., et al. Use of *Carnobacterium sp.* as a probiotic for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum),

**Aquaculture**, p. 235–243. 2000.> Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004484869900349X>.> Acesso em: 18 de jun. 2024.

RODRIGUES, F. S., et al. Sistema imune inato de peixes e o uso do alho como imunostimulante: revisão de literatura. **Research, Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, p. e152943014, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i4.3014>.> Acesso em: 17 de mai. 2024.

ROMANO, N.; KIBENGE, F. S. B. Chapter 5 - probiotics, prebiotics, biofloc systems, and other biocontrol regimens in fish and shellfish aquaculture. **Aquaculture Pharmacology**, 2024. p. 219–242.> Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10542392/>.> Acesso em: 29 de jul. 2024.

S.-H. CHOI, T.-J. YOON. Retraction: non-specific immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by dietary heat-inactivated potential probiotics. **Immune Network**, 2011.> Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4867346/>.> Acesso em: 20 de mai. 2024.

SAMBROOK, J. RUSSEL, D.W. Molecular Cloning. 3 ed, 3 v. **Cold Spring Harbor Laboratory Press**, 2001.> Disponível em:

<https://www.cshlpress.com/pdf/sample/2013/MC4/MC4FM.pdf>.> Acesso em: 02 de mai. 2024.

SAS Institute. **SAS/STAT 9.4**. User's guide. SAS Institute Inc. 2014.

SATO, L. Y. Bacterial Isolated from *Oreochromis niloticus* and Possible use as Probiotic. **Research Gate**. 2023.> Disponível em:

10.20944/preprints202309.0142.v1.> Acesso em: 12 de abr. 2024.

SELVARAJ, R. BOGAR, T. Effect of probiotic supplemented feed on growth performance of molly fish (*Poecilia sphenops*) in Recirculating aquaculture system, **Pharma Innovation Journal**. v. 8, p. 533–537. (2019).> Disponível em:

<https://www.thepharmajournal.com/archives/?year=2019&vol=8&issue=2&ArticleId=3070>.> Acesso em 12 de jul. 2024.

SHAN, X., XIAO, Z., HUANG, W., DOU, S. Effects of photoperiod on growth, mortality and digestive enzymes in miiuy croaker larvae and juveniles, **Aquaculture Research**, v. 281 p. 70–76. 2008.> Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/tXzTfWKv3sLrvp5DbSss6Cp/?lang=en>.> Acesso em 11 de abr. 2024.

SHUKRY, M., et al. Dietary *Aspergillus oryzae* modulates serum biochemical indices, immune responses, oxidative stress, and transcription of and cytokine genes in Nile tilapia exposed to salinity stress. **journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**, 2024.> Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34072665/>.> Acesso em: 25 de jul. 2024.

SILVA, E.F. et al. Effect of probiotic (*Bacillus spp.*) addition during larvae and postlarvae culture of the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Research**. v. 44, p. 13–21. 2012.> Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2109.2011.03001.x>.> Acesso em 05 de abr. 2024.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. AND SANTEIRO, R.M. Fish farm and water quality management. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.35, n1, p.21-27, 2013.> Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/13979-Article-182253-1-10-20210404.pdf>.> Acesso em 03 de mai. 2024.

SIQUEIRA, T. V. **Aquicultura: a nova fronteira para produção de alimentos de forma sustentável**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2018, v. 25 E-book.> Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/16085>.> Acesso em 04 de mai. 2024.

SOLTANI, M., et al. Dietary application of the probiotic *Lactobacillus plantarum* 426951 Enhances immune status and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) vaccinated against *Yersinia ruckeri*. **Probiotics and Antimicrobial Proteins**. v. 11, p. 207–219. 2019.> Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9376-5>.> Acesso em 20 de jul. 2024.

SOTO, J.O. Bacillus probiotic enzymes: external auxiliary apparatus to avoid digestive deficiencies, water pollution, diseases, and economic problems in marine cultivated animals In: **Advances in Food and Nutrition Research**. Elsevier Inc.: The Netherlands 2017. pp. 15–35.> Disponível em: <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2016.11.001>.> Acesso em 23 de jul. 2024.

SUN, Y.Z., YANG, H.L., MA, R.L., LIN, W.Y. Probiotic applications of two dominant gut Bacillus strains with antagonistic activity improved the growth performance and immune responses of grouper *Epinephelus coioides*. **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**, v. 29, p. 803–809. 2010.> Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2010.07.018>.> Acesso em: 19 de jul. 2024.

SUTILI, F. J. et al. Plant essential oils as fish diet additives: benefits on fish health and stability in feed. **Reviews in Aquaculture**, v.10, n.3, p.716-726, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/raq.12197>>. Acesso em: 13 de mai. 2024.

SUTILI, F. J., GATLIN III, D. M., HEINZMANN, B. M., BALDISSEROTTO, B. Plant essential oils as fish diet additives: benefits on fish health and stability in feed. **Reviews in Aquaculture**, v.10, n.3, p.716-726, 2018.> Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/raq.12197>.> Acesso em: 03 de mai. 2024.

SUZER, C., et al. Effects of probiotic (*Bacillus sp.*) supplementation during larval development of gilthead sea bream (*Sparus aurata, L.*). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. 2008.> Disponível em: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/141511>.> Acesso em: 26 de jun. 2024.

TAOKA, Y., et al. Growth stress tolerance and non-specific immune response of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* to probiotics in a closed recirculating system, **Fisheries Science**. v. 72, p. 310–321. 2006.> Disponível em: <https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aagcd%3A15%3A7872687/detailv2?sid=ebsco%3>

Aplink%3Acrawler&id=ebsco%3Adoi%3A10.1111%2Fj.1444-2906.2006.01152.x.> Acesso em: 09 de jul. 2024.

TELLI, G.S. Dietary administration of *Bacillus subtilis* on hematology and non-specific immunity of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised at different stocking densities. **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**. 2014, 39, 305–311.> Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.05.025>.> Acesso em: 15 de jul. 2024.

TOVAR, D., et al. Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae, **Aquaculture Research**, v. 204 p. 113–123. 2002.> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848601006500>.> Acesso em 10 de abr. 2024.

U. PADENIA, Manipulating the Microbiome of Larval Zebrafish, *Danio rerio*, **World Fisheries University**, Pukyong National University, 2021.> Disponível em: [https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/98/e3sconf\\_isffs2021\\_02016/e3sconf\\_isffs2021\\_02016.html](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/98/e3sconf_isffs2021_02016/e3sconf_isffs2021_02016.html).> Acesso em 07 de abr. 2024.

VAN DOAN H., et al. Combined and singular effects of dietary Primalac® and potassium diformate (KDF) on growth performance and some physiological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Probiotics and Antimicrobial Proteins**. p. 236-245. 2020.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35722672/>.> Acesso em: 10 de abr. 2024.

VANDERPOOL, C. et al. Mechanisms of probiotic action: Implications for therapeutic applications in inflammatory bowel diseases. **Inflammatory Bowel Diseases**, v.14, n.11, p.1585–1596, 2008.> Disponível em: <https://academic.oup.com/ibdjournal/article/14/11/1585/4654966?login=false>.> Acesso em: 7 de mai. 2024.

VANDERPOOL, C.; YAN, F.; POLK, D.B. Mechanisms of probiotic action: Implications for therapeutic applications in inflammatory bowel diseases. **Inflammatory Bowel Diseases**, v.14, n.11, p.1585–1596, 2008.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18623173/>.> Acesso em: 04 de mai. 2024.

VERSCHUERE, L. ROMBAUT, G. SORGELOOS, P. VERSTRAETE, W. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture, **Microbiology and Molecular Biology Reviews**. Cap. 64, p. 655–671. 2000.> Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC99008/>.> Acesso em 07 de ju. 2024.

VINDEROLA, C. and G.; REINHEIMER, J. A. Lactic acid starter and probiotic bacteria: A comparative “in vitro” study of probiotic characteristics and biological barrier resistance. **Food Research International**, v.36, n.9–10, p.895–904, 2003.> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096399690300098X>.> Acesso em: 9 de mai. 2024.

VINDEROLA, C. G.; REINHEIMER, J. A. Lactic acid starter and probiotic bacteria: A comparative “in vitro” study of probiotic characteristics and biological barrier

- resistance. **Food Research International**, v. 36, n. 9–10, p. 895–904, 2003.> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096399690300098X>.> Acesso em: 05 de mai. 2024.
- VINE, N.G., LEUKES, W.D. KAISER, H. Probiotics in marine larviculture, **FEMS Microbiology Reviews**,v. 30 p. 404–427. 2006.> Disponível em: <https://academic.oup.com/femsre/article/30/3/404/547054>.> Acesso em 09 de abr. 2024.
- WANG Y-B, LI J-R, LIN J. 2007. Probiotics in aquaculture: challenges and outlook. **Aquaculture**, 2007.> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848608004109>.> Acesso em: 08 de jun. 2024.
- WANG, M., LU, M. Tilapia polyculture: a global review. **Aquaculture Research**. Cap. 47, p. 2363– 2374. 2016.> Disponível em: <https://doi.org/10.1111/are.12708>.> Acesso em 04 de jul. 2024.
- WANG, X., et al. Microbial flora in the digestive tract of adult penaeid shrimp (*Penaeus chinensis*), **Journal of Ocean University of China**, v. 30, p. 493–498. 2000.> Disponível em: <https://europepmc.org/article/cba/338145>.> Acesso em 08 de abr. 2024.
- WANG, Y. -B. et al. Effect of probiotics, *Enterococcus faecium*, on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. **Aquaculture**, v. 277, n.3-4, p.203-207, 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/223042650\\_Effect\\_of\\_probiotics\\_Enterococcus\\_faecium\\_on\\_tilapia\\_Oreochromis\\_niloticus\\_growth\\_performance\\_and\\_immune\\_response](https://www.researchgate.net/publication/223042650_Effect_of_probiotics_Enterococcus_faecium_on_tilapia_Oreochromis_niloticus_growth_performance_and_immune_response)>. Acesso em: 14 de mai.2024.
- WANG, Y.B., TIAN, Z.Q., YAO, J.T., LI, W.F. Effect of probiotics, *Enterococcus faecium*, on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. **Aquaculture**, p. 203-207. 2008.> Disponível em: 06 de mai. 2024.
- WATANABE, W.O., LOSORDO, T.M., FITZSIMMONS, K., HANLEY, F. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends, and challenges. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**. Cap. 10, p. 465–498. 2002.> Disponível em: <https://doi.org/10.1080/20026491051758>.> Acesso em 03 de jul. 2024.
- WU, G. Functional amino acids in nutrition and health. **Amino Acids**, v.45, n.3, p.407–411, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00726-013-1500-6>>. Acesso em: 1 mai. 2024.
- WU, Y. R., et al. Effect of *Sophora flavescens* on non-specific immune response of tilapia (GIFT *Oreochromis niloticus*) and disease resistance against *Streptococcus agalactiae* **Journal of the International Society of Fish and Shellfish Immunology**, v.34, n.1, p.220-227, 2013.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23092731/>.> Acesso em 07 de mai. 2024.

XUE, M. LIANG, H. HE, Y. WEN, C. Characterization and in-vivo evaluation of potential probiotics of the bacterial flora within the water column of a healthy shrimp larviculture system. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**, p. 484–491. 2016.> Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00343-016-5024-2>.> Acesso em: 19 de jun. 2024.

Y. TAOKA, et al., Growth, stress tolerance and non-specific immune response of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* to probiotics in a closed recirculating system, **Fisheries Science**. 2006.> Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1111/j.1444-2906.2006.01152.x>.> Acesso em: 25 de mai. 2024.

YADAV, R.; SHUKLA, P. An overview of advanced technologies for selection of probiotics and their expediency: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.57, n.15, p.3233-3242, 2017.> Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9992678/>.> Acesso em: 08 de mai. 2021.

YADAV, R.; SHUKLA, P. An overview of advanced technologies for selection of probiotics and their expediency: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.57, n.15, p.3233-3242, 2017. Disponível em: <<https://sci-hub.se/10.1080/10408398.2015.1108957>>. Acesso em: 15 de mai. 2024.

ZHAO, C. Effects of dietary *Bacillus pumilus* on growth performance, innate immunity and digestive enzymes of giant freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*), **Aquaculture Nutrition**. v. 25, p. 712–720. 2019.>Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019AqNut..25..712Z/abstract>.> Acesso em: 11 de ju. 2024.

ZHOU, X. TIAN, Z. WANG, Y. LI, W. Effect of treatment with probiotics as water additives on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response, **Fish Physiology. Biochemistry**. v. 36 p. 501–509. 2010.> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19363655/>.> Acesso em 14 de abr. 2024.