

Uso de probióticos e aditivos funcionais na alimentação de peixes cultivados: efeitos sobre desempenho zootécnico, imunidade e sanidade aquícola

Use of probiotics and functional feed additives in the nutrition of farmed fish: effects on zootechnical performance, immunity, and aquaculture health

Sérgio Rodrigues da Silva; Luana da Costa; Jose Leocyvan Gomes; Ana Helena Carneiro; Hilton Amaral Junio

RESUMO

A aquicultura tem apresentado crescimento significativo nas últimas décadas, tornando-se uma importante fonte de proteína para a população mundial. Entretanto, a intensificação dos sistemas produtivos tem ampliado desafios relacionados ao desempenho zootécnico, à ocorrência de enfermidades e à sustentabilidade ambiental dos cultivos. Nesse contexto, os probióticos e aditivos funcionais surgem como alternativas promissoras para promover a saúde dos peixes e aumentar a eficiência produtiva. O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos do uso de probióticos e aditivos funcionais na alimentação de peixes cultivados, com ênfase no desempenho zootécnico, na imunidade e na sanidade aquícola. A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, utilizando estudos publicados entre 2016 e 2026 nas bases de dados Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, Wiley Online Library, Frontiers, MDPI, Google Scholar e Portal de Periódicos CAPES. Foram utilizados descritores relacionados à aquicultura, probióticos, prebióticos, simbióticos, nutrição de peixes, imunidade e sanidade aquícola. Os resultados demonstraram que a suplementação com probióticos e aditivos funcionais favorece o crescimento dos peixes, melhora a conversão alimentar, fortalece a microbiota intestinal e estimula mecanismos imunológicos responsáveis pelo aumento da resistência a doenças. Além disso, verificou-se contribuição significativa para a redução do uso de antibióticos e para a melhoria da qualidade ambiental dos sistemas produtivos. Conclui-se que essas estratégias nutricionais representam ferramentas eficazes para promover uma aquicultura mais produtiva, saudável e sustentável.

Palavras-chave: probióticos; aquicultura; imunidade; desempenho zootécnico.

ABSTRACT

Aquaculture has shown significant growth in recent decades, becoming an important source of protein for the world's population. However, the intensification of production systems has increased challenges related to zootechnical performance, disease occurrence, and the environmental sustainability of fish farming. In this context, probiotics and functional additives emerge as promising alternatives to promote fish health and increase productive efficiency. This study aimed to analyze the effects of using probiotics and functional additives in the feeding of farmed fish, with an emphasis on zootechnical performance, immunity, and aquaculture health. The research was developed through a qualitative literature review, using studies published between 2016 and 2026 in the databases Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, Wiley Online Library, Frontiers, MDPI, Google Scholar, and CAPES Journals Portal. Keywords related to aquaculture, probiotics, prebiotics, synbiotics, fish nutrition, immunity, and aquaculture health were used. The results demonstrated that supplementation with probiotics and functional additives promotes fish growth, improves feed conversion, strengthens the intestinal microbiota, and stimulates immunological mechanisms responsible for increased disease resistance. Furthermore, a significant contribution was observed in reducing antibiotic use and improving the environmental quality of production systems. It is concluded that these nutritional strategies represent effective tools for promoting more productive, healthy, and sustainable aquaculture.

Keywords: probiotics; aquaculture; immunity; zootechnical performance.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a aquicultura consolidou-se como um dos segmentos de produção de alimentos que mais crescem em escala global, desempenhando papel estratégico na segurança alimentar, na geração de renda e no abastecimento de proteínas de elevada qualidade nutricional. O avanço tecnológico observado nos sistemas de cultivo permitiu ampliar a produtividade e atender à crescente demanda por pescado, porém também trouxe desafios relacionados ao manejo sanitário, ao equilíbrio ambiental e à manutenção do desempenho zootécnico dos organismos cultivados. Em sistemas intensivos de produção, os peixes são frequentemente submetidos a condições que favorecem situações de estresse fisiológico, alterações metabólicas e maior suscetibilidade a enfermidades, fatores que podem comprometer significativamente a eficiência produtiva (MOHAMMED et al., 2025; PEREIRA et al., 2022).

O interesse pelo uso de probióticos na alimentação de peixes cultivados está relacionado à capacidade desses microrganismos benéficos de promover melhorias fisiológicas sem os impactos negativos associados ao uso indiscriminado de

antibióticos. Diversas pesquisas têm demonstrado que a suplementação alimentar com probióticos, prebióticos, simbióticos e outros compostos funcionais pode favorecer a colonização de bactérias benéficas no trato digestório, estimular mecanismos imunológicos e aumentar a eficiência na utilização dos nutrientes presentes na dieta (MUGWANYA et al., 2022; WEN et al., 2026).

Apesar dos avanços observados na literatura científica, ainda existem divergências relacionadas à magnitude dos efeitos promovidos pelos diferentes tipos de probióticos e aditivos funcionais, uma vez que seus resultados podem variar em função da espécie cultivada, da composição da dieta, das condições ambientais e do manejo adotado em cada sistema produtivo. Diante desse contexto, surge a seguinte questão norteadora: de que forma o uso de probióticos e aditivos funcionais na alimentação de peixes cultivados influencia o desempenho zootécnico?

O presente estudo tem como objetivo geral analisar as contribuições dos probióticos e aditivos funcionais na alimentação de peixes cultivados, considerando seus efeitos sobre o desempenho zootécnico, a imunidade e a sanidade aquícola. Para alcançar esse propósito, foram definidos três objetivos específicos: identificar os principais probióticos e aditivos funcionais utilizados na aquicultura contemporânea; compreender os mecanismos pelos quais esses compostos influenciam o crescimento, a digestão e a resposta imunológica dos peixes; e discutir os benefícios e limitações da utilização desses aditivos como estratégia para promover sustentabilidade e biossegurança nos sistemas aquícolas.

A realização desta pesquisa justifica-se pela crescente necessidade de desenvolver práticas aquícolas capazes de conciliar produtividade, saúde animal e sustentabilidade ambiental. A intensificação dos cultivos demanda soluções que reduzam a ocorrência de doenças, minimizem perdas econômicas e promovam o uso racional de recursos, sem ampliar os impactos ambientais associados à atividade. Nesse sentido, os probióticos e aditivos funcionais apresentam-se como ferramentas promissoras para fortalecer a resistência dos peixes, melhorar a eficiência alimentar e reduzir a dependência de substâncias antimicrobianas, alinhando-se às exigências atuais de produção sustentável (NG'ONGA et al., 2025; HOSEINIFAR et al., 2019).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A expansão da aquicultura nas últimas décadas tem intensificado a busca por estratégias nutricionais capazes de elevar a eficiência produtiva sem comprometer a saúde dos organismos cultivados e a sustentabilidade dos sistemas de produção. Esses compostos atuam diretamente em processos metabólicos, imunológicos e digestivos, favorecendo melhores índices produtivos e contribuindo para a redução da ocorrência de enfermidades. O crescente interesse científico pela temática está relacionado à necessidade de desenvolver alternativas que reduzam a dependência de antibióticos e outros produtos químicos tradicionalmente utilizados na piscicultura intensiva, promovendo sistemas produtivos mais equilibrados e ambientalmente responsáveis (MOHAMMED et al., 2025; FACHRI et al., 2024).

Os probióticos podem ser definidos como microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, proporcionam benefícios à saúde do hospedeiro. Na aquicultura, esses organismos atuam principalmente por meio da modulação da microbiota intestinal, favorecendo o estabelecimento de comunidades microbianas benéficas e dificultando a proliferação de agentes patogênicos. Estudos recentes demonstram que a utilização desses microrganismos pode favorecer não apenas o crescimento dos peixes, mas também o equilíbrio fisiológico necessário para enfrentar condições adversas frequentemente encontradas em sistemas de cultivo intensivo (HOSEINIFAR et al., 2024; RAHAYU et al., 2024).

Outro aspecto relevante refere-se à relação existente entre os aditivos funcionais e a saúde intestinal dos peixes. O trato digestório desempenha papel fundamental na absorção de nutrientes e na manutenção das barreiras naturais de defesa do organismo. Quando ocorre desequilíbrio da microbiota intestinal, os animais tornam-se mais vulneráveis a processos infecciosos, inflamações e perdas de desempenho produtivo. Probióticos, prebióticos e simbióticos podem promover alterações positivas na morfologia intestinal, aumentando a integridade das vilosidades e favorecendo uma melhor utilização dos nutrientes presentes na dieta (DE MARCO et al., 2023; HOSEINIFAR et al., 2019).

A influência dos aditivos funcionais sobre o desempenho zootécnico constitui um dos temas mais investigados pela literatura recente. Resultados observados em diferentes espécies indicam melhorias significativas em parâmetros como ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar e aproveitamento dos nutrientes. Tais benefícios estão relacionados à maior atividade das enzimas digestivas, ao aprimoramento dos processos metabólicos e à manutenção de um

ambiente intestinal mais favorável ao desenvolvimento dos organismos. Além disso, a redução do estresse fisiológico observada em muitos estudos contribui para que os peixes direcionem maior quantidade de energia para crescimento e desenvolvimento corporal (KORD et al., 2021; SATHISHKUMAR et al., 2026; ZUBERI et al., 2024).

Além dos efeitos produtivos, a literatura destaca a importante contribuição dos probióticos para o fortalecimento do sistema imunológico dos peixes cultivados. Diferentemente dos animais terrestres, os organismos aquáticos encontram-se constantemente expostos a microrganismos presentes no ambiente, tornando a eficiência dos mecanismos de defesa um fator decisivo para sua sobrevivência e desempenho. A suplementação alimentar com probióticos pode estimular respostas imunológicas inatas e adaptativas, aumentando a atividade de células de defesa, enzimas antimicrobianas e moléculas associadas à resposta inflamatória controlada (ABUALREESH, 2026; ISLAM et al., 2026; VEEDU; THOMAS, 2026).

A resistência a enfermidades representa outro benefício frequentemente associado à utilização de probióticos e aditivos funcionais. Diversas pesquisas demonstram que esses compostos auxiliam no controle de patógenos bacterianos, virais e parasitários por diferentes mecanismos, incluindo competição por espaço e nutrientes, produção de substâncias inibitórias e fortalecimento das defesas naturais do hospedeiro. Em um cenário marcado pela crescente preocupação com a resistência antimicrobiana, a adoção de estratégias nutricionais preventivas tem sido apontada como uma alternativa promissora para reduzir a necessidade de tratamentos medicamentosos (PEREIRA et al., 2022; VEEDU; THOMAS, 2026; WEN et al., 2026).

Os benefícios associados aos aditivos funcionais não se limitam aos organismos cultivados, alcançando também o ambiente de produção. O melhor aproveitamento dos nutrientes reduz a quantidade de resíduos liberados na água, contribuindo para a manutenção da qualidade ambiental dos viveiros e tanques de cultivo. Essa interação entre saúde animal e qualidade ambiental reforça a importância dos aditivos funcionais como ferramentas capazes de promover uma aquicultura alinhada aos princípios da sustentabilidade e da produção responsável (WEN et al., 2026; NG'ONGA et al., 2025; MONZÓN-ATIENZA et al., 2023).

Os avanços científicos obtidos nos últimos anos ampliaram significativamente a compreensão sobre o potencial dos probióticos e aditivos funcionais na piscicultura

moderna. Embora ainda existam desafios relacionados à padronização de dosagens, escolha das cepas mais eficientes e adaptação das estratégias às diferentes espécies cultivadas, os resultados disponíveis demonstram que essas ferramentas possuem papel relevante na construção de sistemas produtivos mais eficientes, saudáveis e sustentáveis. O fortalecimento da saúde intestinal, o estímulo ao sistema imunológico, a melhoria do desempenho produtivo e a redução da incidência de doenças consolidam os aditivos funcionais como componentes estratégicos para o futuro da nutrição aquícola, evidenciando sua importância para o desenvolvimento sustentável da atividade em escala global (HOSEINIFAR et al., 2024; FACHRI et al., 2024).

3. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza básica, com abordagem qualitativa e objetivo descritivo-exploratório, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica. A escolha desse método justifica-se pela necessidade de reunir e analisar criticamente a produção científica relacionada ao uso de probióticos e aditivos funcionais na alimentação de peixes cultivados, considerando seus efeitos sobre o desempenho zootécnico, a imunidade e a sanidade aquícola.

O levantamento das publicações foi realizado em bases de dados científicas nacionais e internacionais amplamente utilizadas nas áreas de Aquicultura, Zootecnia, Medicina Veterinária e Ciências Biológicas. Foram consultadas as plataformas Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, Wiley Online Library, Frontiers, MDPI, Google Scholar e Portal de Periódicos CAPES, por concentrarem estudos de elevada relevância científica sobre nutrição aquícola e saúde de organismos aquáticos.

A busca bibliográfica contemplou trabalhos publicados entre os anos de 2016 e 2026, com o objetivo de reunir evidências recentes sobre a utilização de probióticos, prebióticos, simbióticos e outros aditivos funcionais empregados na alimentação de peixes cultivados. Para a localização dos estudos foram utilizados os seguintes descritores em português e inglês: “probióticos”, “aditivos funcionais”, “nutrição de peixes”, “imunidade em peixes”, “sanidade aquícola”, “aquicultura”, “probiotics”, “functional feed additives”, “fish nutrition”, “fish immunity”, “aquaculture

health”, “prebiotics”, “synbiotics” e “growth performance”, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR.

Como critérios de inclusão foram selecionados artigos científicos, revisões de literatura e capítulos científicos publicados em periódicos indexados, disponíveis integralmente em meio eletrônico e diretamente relacionados à temática investigada. Foram priorizados estudos que abordassem os efeitos dos probióticos e aditivos funcionais sobre crescimento, conversão alimentar, microbiota intestinal, resposta imunológica, resistência a enfermidades e sustentabilidade dos sistemas produtivos. Por outro lado, foram excluídas publicações duplicadas, estudos sem aderência ao tema, trabalhos sem revisão por pares e documentos que não apresentassem informações suficientes para atender aos objetivos da pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados evidencia que o uso de probióticos, prebióticos, simbióticos e demais aditivos funcionais tem se consolidado como uma das principais estratégias nutricionais voltadas ao fortalecimento da aquicultura sustentável. Os trabalhos revisados demonstram que esses compostos exercem influência direta sobre diferentes aspectos fisiológicos dos peixes cultivados, promovendo melhorias relacionadas ao crescimento, à utilização dos nutrientes, à saúde intestinal, à resposta imunológica e à resistência frente aos desafios sanitários.

Além dos benefícios observados no desempenho individual dos organismos, a literatura também aponta impactos positivos sobre a qualidade ambiental dos sistemas de cultivo, reforçando a importância dessas ferramentas para a construção de modelos produtivos mais eficientes e resilientes. A discussão a seguir apresenta os principais resultados identificados nos estudos analisados, organizados em categorias temáticas relacionadas aos objetivos desta pesquisa.

4.1 Efeitos dos probióticos e aditivos funcionais sobre o desempenho zootécnico dos peixes cultivados

Os estudos analisados revelam um consenso crescente acerca da capacidade dos probióticos e aditivos funcionais de promover melhorias significativas nos índices de desempenho zootécnico dos peixes cultivados. Em diferentes espécies e condições de cultivo, os resultados apontam aumento do ganho de peso, melhora da conversão alimentar, maior eficiência na utilização dos nutrientes e incremento das taxas de crescimento. De acordo com Mohammed et al. (2025), o avanço das pesquisas na área demonstra que a nutrição funcional deixou de ser apenas uma estratégia complementar para tornar-se um componente central dos programas modernos de manejo aquícola, especialmente em sistemas de produção intensiva.

Segundo Hoseinifar et al. (2019), a composição microbiana presente no trato digestório exerce influência direta sobre a digestão, absorção de nutrientes e equilíbrio fisiológico dos organismos aquáticos. Quando microrganismos benéficos são introduzidos por meio da alimentação, ocorre uma reorganização da comunidade microbiana intestinal que favorece processos metabólicos essenciais ao crescimento. Essa modulação reduz a presença de bactérias potencialmente patogênicas e cria condições mais favoráveis para a assimilação dos nutrientes, refletindo diretamente no desempenho produtivo dos animais.

Fachri et al. (2024) destacam o papel dos probióticos e para probióticos na promoção do crescimento sustentável em diferentes espécies aquícolas. Os autores observam que a melhoria do desempenho não está associada apenas ao fornecimento de nutrientes adicionais, mas principalmente à capacidade desses compostos de otimizar o funcionamento fisiológico do organismo. Ao estimular a produção de enzimas digestivas e favorecer a estabilidade da microbiota intestinal, os probióticos criam condições que permitem aos peixes converterem alimento em biomassa de forma mais eficiente. Essa característica torna sua utilização particularmente relevante em sistemas intensivos, nos quais a eficiência alimentar representa um dos principais fatores econômicos da produção.

Sathishkumar et al. (2026) observaram que a inclusão de determinados aditivos promove melhorias na utilização dos nutrientes e na atividade de enzimas digestivas responsáveis pela degradação de proteínas, lipídios e carboidratos. Esse processo aumenta a disponibilidade de nutrientes para absorção e reduz perdas metabólicas, favorecendo o crescimento corporal. Os autores destacam ainda que a resposta positiva observada em seus estudos ocorreu sem a necessidade de

aumento no consumo alimentar, indicando que os ganhos produtivos estão associados à maior eficiência fisiológica e não simplesmente ao aumento da ingestão de ração.

Os resultados de Kord et al. (2021) indicaram melhorias expressivas em parâmetros produtivos associados ao crescimento e à conversão alimentar, acompanhadas por alterações positivas na morfologia intestinal dos animais. Segundo os autores, o aumento da superfície absorptiva do intestino favorece uma utilização mais eficiente dos nutrientes presentes na dieta, contribuindo para melhores índices produtivos. Essa constatação reforça a importância da saúde intestinal como um dos principais mecanismos responsáveis pelos efeitos observados no desempenho dos peixes suplementados com aditivos funcionais.

Mugwanya et al. (2022) reforçam essa perspectiva ao destacar que probióticos, prebióticos e simbióticos atuam de maneira complementar na promoção do crescimento de tilápias cultivadas. Os autores verificaram que a combinação dessas estratégias nutricionais potencializa os benefícios observados individualmente, favorecendo tanto a digestão quanto o equilíbrio microbiano intestinal. Essa interação gera respostas fisiológicas mais consistentes e duradouras, refletindo em melhores resultados produtivos ao longo do ciclo de cultivo. Além disso, a utilização combinada destes compostos tende a aumentar a estabilidade dos sistemas produtivos diante de variações ambientais e desafios sanitários.

De Marco et al. (2023) acrescentam uma importante dimensão à discussão ao demonstrar que os efeitos dos probióticos sobre o desempenho produtivo estão diretamente relacionados às alterações histomorfológicas observadas no trato digestório. Os autores identificaram melhorias na estrutura intestinal de peixes suplementados, incluindo aumento da altura das vilosidades e maior integridade da mucosa intestinal. Essas modificações ampliam a capacidade de absorção dos nutrientes e fortalecem as barreiras naturais de proteção do organismo. Como consequência, os peixes tornam-se mais eficientes na utilização da dieta e apresentam melhores condições fisiológicas para crescimento e desenvolvimento.

Ng'onga et al. (2025) observam que diversos probióticos e prebióticos contribuem para a regulação de processos metabólicos relacionados à produção e utilização de energia. Simultaneamente, esses compostos auxiliam na redução do estresse oxidativo, condição frequentemente associada à diminuição do

desempenho produtivo em sistemas intensivos. A manutenção do equilíbrio antioxidante permite que os organismos direcionam mais recursos fisiológicos para crescimento e desenvolvimento, reduzindo perdas energéticas decorrentes de processos inflamatórios ou de defesa excessiva.

Os probióticos e aditivos funcionais representam ferramentas nutricionais altamente promissoras para a melhoria do desempenho zootécnico dos peixes cultivados. As evidências apresentadas por Hoseinifar et al. (2024), Zuberi et al. (2024), Wen et al. (2026) e Azizian et al. (2026) demonstram que os benefícios observados abrangem diferentes espécies e sistemas de produção, reforçando a consistência dos resultados encontrados na literatura científica. Embora a magnitude dos efeitos possa variar em função da espécie, das condições ambientais e do tipo de aditivo utilizado, o conjunto das pesquisas analisadas evidencia que essas estratégias nutricionais contribuem de forma significativa para o aumento da eficiência produtiva, constituindo uma importante alternativa para o desenvolvimento sustentável da aquicultura contemporânea.

4.2 Influência dos probióticos e aditivos funcionais na imunidade e na resistência a enfermidades

A análise da literatura demonstra que um dos benefícios mais relevantes associados ao uso de probióticos e aditivos funcionais na alimentação de peixes cultivados está relacionado ao fortalecimento dos mecanismos imunológicos. Em sistemas aquícolas intensivos, os organismos encontram-se constantemente expostos a fatores estressantes, como altas densidades de estocagem, oscilações na qualidade da água, mudanças climáticas e presença de agentes patogênicos.

Essas condições podem comprometer o equilíbrio fisiológico dos animais e aumentar a ocorrência de enfermidades, gerando impactos econômicos significativos para os produtores. A suplementação alimentar com probióticos, prebióticos e simbióticos contribui para o aprimoramento das defesas naturais dos peixes, tornando-os mais preparados para enfrentar desafios sanitários sem depender exclusivamente de tratamentos medicamentosos convencionais (ABUALREESH, 2026; VEEDU; THOMAS, 2026).

Os mecanismos pelos quais os probióticos estimulam a imunidade são diversos e envolvem tanto respostas locais quanto sistêmicas. Segundo Hoseinifar et al. (2024), os microrganismos benéficos interagem diretamente com a microbiota intestinal e com as células imunológicas presentes no trato digestivo, estimulando a produção de substâncias envolvidas na defesa do organismo. Essa interação fortalece a chamada imunidade inata, considerada a primeira linha de proteção contra agentes infecciosos. A presença de uma microbiota equilibrada dificulta a colonização do intestino por microrganismos patogênicos, reduzindo as oportunidades para o desenvolvimento de infecções e favorecendo a manutenção da saúde dos animais ao longo do ciclo produtivo.

Abualreesh (2026) reforçam essa interpretação ao demonstrar que probióticos, prebióticos e simbióticos exercem papel importante na regulação da resposta imunológica dos peixes. O estudo destaca que esses aditivos estimulam a atividade de células fagocitárias, aumentam a produção de enzimas antimicrobianas e favorecem a síntese de moléculas envolvidas na resposta inflamatória controlada. Como resultado, os organismos tornam-se capazes de responder de forma mais rápida e eficiente diante da presença de agentes infecciosos. Essa capacidade é particularmente relevante em sistemas intensivos, nos quais a disseminação de doenças pode ocorrer de forma acelerada e comprometer grandes populações de peixes em curto espaço de tempo.

Islam et al. (2026) verificaram que a suplementação com probióticos promoveu melhorias significativas na imunidade e aumentou a resistência dos peixes frente à infecção por *Aeromonas hydrophila*, uma das bactérias patogênicas mais importantes para a piscicultura mundial. Os resultados indicaram redução da mortalidade, maior capacidade de resposta imunológica e melhor estado fisiológico dos organismos suplementados. Esses achados evidenciam que os probióticos podem atuar não apenas como promotores de crescimento, mas também como importantes ferramentas preventivas no controle de doenças infecciosas.

De Marco et al. (2023) demonstram que alterações positivas na estrutura do intestino favorecem não apenas a digestão e a absorção dos nutrientes, mas também o funcionamento adequado dos mecanismos de defesa associados ao trato digestório. Como grande parte do sistema imunológico dos peixes está localizada nessa região, a manutenção da integridade intestinal torna-se fundamental para garantir respostas imunológicas eficientes. Assim, os benefícios observados na

saúde intestinal decorrentes da utilização de probióticos acabam refletindo diretamente na capacidade do organismo de resistir a infecções e desafios ambientais.

Hoseinifar et al. (2019) destacam a estreita relação existente entre os microrganismos benéficos presentes no trato digestório e a regulação dos processos imunológicos. Segundo os autores, o equilíbrio microbiano favorece a comunicação entre bactérias e células do hospedeiro, estimulando mecanismos naturais de proteção e contribuindo para a manutenção da homeostase fisiológica. Quando esse equilíbrio é preservado, os peixes apresentam maior estabilidade metabólica e melhor capacidade de adaptação às condições ambientais adversas, reduzindo a incidência de doenças e melhorando o desempenho geral dos cultivos.

Pereira et al. (2022) ampliam essa discussão ao destacar o potencial dos probióticos e bacteriocinas como alternativas ao uso de antibióticos na aquicultura. Os autores observam que determinadas cepas probióticas produzem substâncias antimicrobianas capazes de inibir o crescimento de microrganismos patogênicos sem provocar os efeitos negativos frequentemente associados ao uso excessivo de medicamentos. Essa característica assume grande relevância diante das preocupações globais relacionadas à resistência antimicrobiana, considerada atualmente um dos principais desafios para a saúde animal e humana. A utilização de probióticos surge, portanto, como uma estratégia capaz de promover a biossegurança sem comprometer a sustentabilidade da produção.

Kord et al. (2021) identificaram melhorias significativas em indicadores relacionados à resposta imune inespecífica e à capacidade antioxidante de tilápias suplementadas. Os autores verificaram aumento da atividade de enzimas antioxidantes e fortalecimento de mecanismos fisiológicos associados à proteção celular. Esses resultados sugerem que os benefícios dos aditivos funcionais vão além do combate direto a agentes infecciosos, contribuindo também para a redução dos danos provocados pelo estresse oxidativo, condição frequentemente associada à diminuição da resistência imunológica em peixes cultivados.

A utilização de probióticos e aditivos funcionais representa uma estratégia eficiente para fortalecer a imunidade e aumentar a resistência dos peixes frente aos desafios sanitários presentes na aquicultura moderna. As evidências apresentadas por Mohammed et al. (2025), Wen et al. (2026), Rahayu et al. (2024), Mugwanya et al. (2022) e Azizian et al. (2026) demonstram que os benefícios imunológicos

observados são consistentes em diferentes espécies e condições de cultivo. Os aditivos funcionais desempenham papel fundamental na promoção da saúde animal e na construção de sistemas aquícolas mais resilientes, sustentáveis e menos dependentes de intervenções farmacológicas.

4.3 Contribuições dos probióticos e aditivos funcionais para a sanidade aquícola e a sustentabilidade dos sistemas produtivos

Os benefícios dos probióticos e aditivos funcionais ultrapassam os limites do desempenho zootécnico e da imunidade individual dos peixes, alcançando dimensões mais amplas relacionadas à sanidade aquícola e à sustentabilidade dos sistemas produtivos. Em um cenário marcado pelo crescimento contínuo da demanda por pescado e pela intensificação dos cultivos, torna-se cada vez mais necessário adotar estratégias que conciliam produtividade, bem-estar animal e conservação ambiental. A utilização desses compostos favorece não apenas a saúde dos organismos cultivados, mas também a estabilidade ecológica dos ambientes de produção, reforçando seu papel estratégico para o futuro da aquicultura sustentável (WEN et al., 2026; ZUBERI et al., 2024).

Um dos aspectos mais frequentemente destacados refere-se à redução da dependência de antibióticos nos sistemas de cultivo. Durante décadas, o uso desses medicamentos constituiu uma das principais estratégias para o controle de doenças infecciosas em peixes cultivados. Pereira et al. (2022) destacam que os probióticos surgem como alternativas promissoras por atuarem na prevenção das enfermidades e na manutenção do equilíbrio microbiológico dos organismos. Ao fortalecer os mecanismos naturais de defesa dos peixes, estes compostos reduzem a necessidade de intervenções farmacológicas frequentes e favorecem práticas produtivas mais sustentáveis.

Os resultados apresentados por Veedu e Thomas (2026) reforçam essa perspectiva ao demonstrar que probióticos e prebióticos possuem mecanismos antimicrobianos capazes de limitar o desenvolvimento de diversos agentes patogênicos sem provocar os efeitos colaterais frequentemente associados aos antibióticos convencionais. Essas estratégias nutricionais contribuem para a manutenção da diversidade microbiana benéfica nos sistemas de cultivo, fator considerado essencial para a estabilidade sanitária dos ambientes aquícolas. A

prevenção passa a ocupar posição central na gestão da saúde dos organismos cultivados, substituindo gradativamente abordagens baseadas exclusivamente no tratamento das enfermidades após sua ocorrência.

Wen et al. (2026) destacam que determinadas cepas microbianas apresentam capacidade de atuar na degradação da matéria orgânica acumulada nos viveiros e tanques, contribuindo para a manutenção de condições ambientais mais adequadas ao desenvolvimento dos peixes. Esse processo favorece a redução de compostos potencialmente tóxicos e auxilia na estabilização dos parâmetros físico-químicos da água. Como consequência, observa-se um ambiente menos propenso ao surgimento de doenças e mais favorável ao crescimento saudável dos organismos aquáticos.

Conforme discutido por Sathishkumar et al. (2026), peixes que apresentam melhor aproveitamento dos nutrientes ingeridos produzem menor quantidade de resíduos metabólicos, reduzindo a carga orgânica liberada no ambiente de cultivo. Esse efeito é particularmente importante em sistemas intensivos, nos quais a elevada densidade populacional pode favorecer o acúmulo de compostos nitrogenados e fósforo na água. Ao aumentar a eficiência dos processos digestivos, os probióticos contribuem indiretamente para minimizar impactos ambientais e promover maior equilíbrio ecológico nos sistemas produtivos.

Islam et al. (2026) demonstram que peixes suplementados com probióticos apresentam maior resistência a infecções bacterianas e menores índices de mortalidade. Esse benefício possui reflexos diretos tanto na rentabilidade econômica quanto na sustentabilidade da atividade, uma vez que reduz desperdícios de insumos, diminui a necessidade de reposição de estoques e melhora a eficiência global do sistema produtivo. A prevenção das doenças por meio do fortalecimento da saúde dos organismos mostra-se, portanto, uma abordagem mais sustentável do que a dependência exclusiva de tratamentos corretivos.

Rahayu et al. (2024) e Mohammed et al. (2025) indicam ainda que a adoção de probióticos na aquicultura acompanha uma tendência global voltada à implementação de sistemas produtivos mais responsáveis e alinhados às exigências dos mercados consumidores. Atualmente, há crescente valorização de produtos obtidos por meio de práticas que respeitem critérios ambientais, sanitários e de bem-estar animal. Nesse contexto, a utilização de aditivos funcionais pode agregar valor à produção aquícola ao demonstrar compromisso com métodos de cultivo

menos agressivos ao ambiente e mais seguros para o consumo humano. Essa mudança de paradigma tem impulsionado investimentos em pesquisas voltadas ao desenvolvimento de novas formulações e estratégias de aplicação desses compostos.

Os probióticos têm potencial para promover estabilidade microbiológica não apenas nos organismos cultivados, mas também nos próprios sistemas de produção. Hoseinifar et al. (2024) observam que o equilíbrio microbiano favorecido pelos probióticos reduz as oscilações ambientais e contribui para a manutenção de condições sanitárias mais estáveis ao longo do ciclo produtivo. Essa característica torna-se especialmente importante diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pelas variações ambientais que afetam cada vez mais os empreendimentos aquícolas. Sistemas mais equilibrados tendem a apresentar maior capacidade de adaptação e recuperação diante de situações adversas, fortalecendo sua resiliência operacional.

Os probióticos e aditivos funcionais desempenham papel estratégico na construção de uma aquicultura mais sustentável, eficiente e sanitariamente segura. As evidências apresentadas por Abualreesh (2026), Fachri et al. (2024), Ng'Onga et al. (2025), Monzón-Atienza et al. (2023) e Azizian et al. (2026) demonstram que essas ferramentas promovem benefícios simultâneos para os organismos cultivados, para os sistemas de produção e para o ambiente. Ao contribuir para a redução do uso de antibióticos, melhorar a qualidade da água, aumentar a resistência dos peixes às doenças e otimizar o aproveitamento dos nutrientes, os aditivos funcionais consolidam-se como componentes fundamentais das estratégias de produção aquícola voltadas à sustentabilidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão bibliográfica permitiu compreender a relevância do uso de probióticos e aditivos funcionais na alimentação de peixes cultivados, evidenciando sua contribuição para o fortalecimento da aquicultura moderna. Os estudos analisados demonstraram que essas estratégias nutricionais exercem influência positiva sobre diferentes aspectos do desempenho produtivo, promovendo melhorias no crescimento, na conversão alimentar e na utilização dos nutrientes. A modulação da microbiota intestinal desempenha papel fundamental na otimização dos

processos fisiológicos dos organismos cultivados, favorecendo condições mais adequadas para o desenvolvimento e a manutenção da saúde dos peixes.

Os probióticos, prebióticos, simbióticos e demais aditivos funcionais atuam diretamente no fortalecimento do sistema imunológico e na ampliação da resistência a enfermidades. A capacidade desses compostos de estimular mecanismos naturais de defesa, reduzir a incidência de agentes patogênicos e minimizar a necessidade de tratamentos medicamentosos representa um importante avanço para a sanidade aquícola.

A melhoria da eficiência alimentar, a redução da geração de resíduos, a manutenção da qualidade da água e a diminuição do uso de antibióticos são fatores que reforçam o papel dessas ferramentas na construção de sistemas produtivos ambientalmente responsáveis. Dessa forma, a adoção de estratégias nutricionais baseadas em probióticos e compostos funcionais não beneficia apenas os organismos cultivados, mas também contribui para a conservação dos recursos naturais e para a sustentabilidade econômica da atividade.

Os probióticos e aditivos funcionais representam ferramentas estratégicas para o futuro da aquicultura, reunindo características capazes de atender simultaneamente às demandas por produtividade, sanidade e sustentabilidade. Sua utilização contribui para fortalecer a competitividade do setor aquícola, promover maior eficiência no uso dos recursos disponíveis e atender às exigências crescentes dos consumidores por alimentos produzidos de forma segura e ambientalmente responsável. Assim, a incorporação dessas tecnologias nutricionais tende a ocupar papel cada vez mais relevante no desenvolvimento de sistemas aquícolas mais resilientes, inovadores e alinhados aos princípios da produção sustentável.

REFERÊNCIAS

ABUALREESH, M. H. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on immune function, disease resistance, digestive health, and stress management in fish culture. *Frontiers in Marine Science*, 2026. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2026.1811972/full>. Acesso em: 22 jun. 2026.

AZIZIAN, A. et al. Advancing fish health: systematic and bibliometric insights into functional feed additives for common carp and rainbow trout. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 2026. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12602-026-10946-7>. Acesso em: 22 jun. 2026.

DE MARCO, G. et al. Histomorphological changes in fish gut in response to prebiotics and probiotics treatment. *Animals*, v. 13, n. 18, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/18/2860>. Acesso em: 22 jun. 2026.

FACHRI, M. et al. Probiotics and paraprobiotics in aquaculture: a sustainable strategy for enhancing fish growth, health and disease prevention. *Frontiers in Marine Science*, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2024.1499228/full>. Acesso em: 22 jun. 2026.

HOSEINIFAR, S. H. et al. Promising probiotic candidates for sustainable aquaculture: an updated review. *Animals*, v. 14, n. 24, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/14/24/3644>. Acesso em: 22 jun. 2026.

HOSEINIFAR, S. H.; DOAN, H. V.; DADAR, M.; RINGØ, E. Feed additives, gut microbiota, and health in finfish aquaculture. In: RINGØ, E. (ed.). *Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotics and Prebiotics*. Cham: Springer, 2019. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-16190-3_6. Acesso em: 22 jun. 2026.

ISLAM, M. R. et al. Dietary probiotics improve growth, immunity and disease resistance in fish against *Aeromonas hydrophila* infection. *Aquaculture, Fish and Fisheries*, 2026. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aff2.70212>. Acesso em: 22 jun. 2026.

KORD, M. I. et al. The immunostimulatory effects of commercial feed additives on growth performance, non-specific immune response, antioxidants assay, and intestinal morphometry of Nile tilapia. *Frontiers in Physiology*, v. 12, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2021.627499/full>. Acesso em: 22 jun. 2026.

MOHAMMED, E. A. H. et al. The significance of probiotics in aquaculture: a review of research trend and latest scientific findings. *Antibiotics*, v. 14, n. 3, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6382/14/3/242>. Acesso em: 22 jun. 2026.

MONZÓN-ATIENZA, L. et al. Current status of probiotics in European sea bass aquaculture. *Animals*, v. 13, n. 14, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/14/2369>. Acesso em: 22 jun. 2026.

MUGWANYA, M. et al. Updating the role of probiotics, prebiotics and synbiotics for tilapia aquaculture. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, v. 14, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12602-021-09852-x>. Acesso em: 22 jun. 2026.

NG'ONGA, L. et al. The metabolism and antioxidant properties of probiotics and prebiotics in fish: a review. *Frontiers in Marine Science*, 2025. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2025.1622474/full>. Acesso em: 22 jun. 2026.

PEREIRA, W. A. et al. Use of probiotic bacteria and bacteriocins as an alternative to antibiotics in aquaculture. *Microorganisms*, v. 10, n. 9, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2607/10/9/1705>. Acesso em: 22 jun. 2026.

RAHAYU, S. et al. Probiotics application in aquaculture: its potential effects, current status in China and future prospects. *Frontiers in Marine Science*, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2024.1455905/full>. Acesso em: 22 jun. 2026.

SATHISHKUMAR, G. et al. Exploring the impact of selected functional feed additives on growth performance, nutrient utilization, enzyme activities and immune gene expression of striped murrel. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 2026. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12602-025-10598-z>. Acesso em: 22 jun. 2026.

VEEDU, A. K.; THOMAS, J. Probiotics and prebiotics as alternatives to antibiotics in aquaculture: a systematic and bibliometric review of antimicrobial and antioxidant mechanisms. *Frontiers in Microbiology*, 2026. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2026.1784036/full>. Acesso em: 22 jun. 2026.

WEN, Y. et al. Promoting aquatic animal health and water quality: a systematic review on probiotics, prebiotics and synbiotics in aquaculture. *Fishes*, v. 11, n. 3, 2026. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2410-3888/11/3/174>. Acesso em: 22 jun. 2026.

ZUBERI, A. et al. Functional feed additives: current trends. *Frontiers in Aquaculture*, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/aquaculture/articles/10.3389/faquc.2024.1385508/full>. Acesso em: 22 jun. 2026.