

OS BENEFÍCIOS DO USO DE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO E SAÚDE DE PEIXES: UMA REVISÃO DESCRITIVA

Joana Paula de Souza Cornélio¹

RESUMO: Os aditivos são uma alternativa para a prevenção de doenças e melhoria do desempenho na aquicultura, sendo uma estratégia profilática focada na nutrição que vêm sendo testada como estimulantes da imunidade para melhoria do desempenho de peixes. Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o estado da arte das pesquisas que avaliaram os benefícios do uso de aditivos na alimentação de peixes como alternativa aos antibióticos. Para tal foi realizada revisão narrativa da literatura, onde as buscas ocorreram nas principais bases de dados (Scielo e Scopus), além da ferramenta do Google Acadêmico, disponíveis de forma digital, em formato completo. Para dimensionar a pesquisa, as palavras-chave utilizadas, em diferentes combinações, foram: aditivos; prebióticos; nutrição; patógenos; desempenho produtivo; enzimas exógenas; imunoestimulantes e saúde animal. Foram selecionados 7 artigos que se adequaram a pesquisa e atenderam aos critérios de inclusão e exclusão e compuseram a amostra final. Os aditivos utilizados foram: probióticos, prebióticos, simbióticos, imunoestimulantes; aminoácidos; fitoterápicos (farinha de curcuma) e extrato bruto de uva. Dentre os principais benefícios atribuídos aos aditivos e constatados nesta revisão elencamos: 1) Melhora no desempenho zootécnico; 2) Aumento nas variáveis hematológicas e bioquímicas importante aos peixes; 3) Aumento da imunidade; 4) Aumento na composição corporal; 5) Melhora e aumento da histomorfologia intestinal; 6) Melhora na eficiência alimentar; e 7) Respostas enzimáticas digestivas positivas. As espécies utilizadas foram: *Betta splendens*, *Colossoma macropomum*, *Brycon amazonicus*, *Pseudoplatystoma reticulatum* e *Arapaima gigas*. Novas pesquisas científicas devem ser incentivadas para comprovação e validação da ação de aditivos com potencial para a produção de espécies de peixes com cadeias produtivas importantes no cenário nacional.

478

Palavras-chave: desempenho zootécnico, imunoestimulantes, nutrição, probióticos, saúde animal.

Área Temática: medicina veterinária e afins – nutrição animal

¹Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia.

ABSTRACT: Additives are an alternative for disease prevention and performance improvement in aquaculture, being a prophylactic strategy focused on nutrition and which have been tested as immunity stimulants to improve fish performance. Thus, the objective of this work was to verify the state of the art of research that evaluated the benefits of using additives in fish feed as an alternative to antibiotics. For this, a narrative review of the literature was carried out, where the searches took place in the main databases (Scielo and Scopus), in addition to the Google Scholar tool, available digitally, in full format. To scale the research, the keywords used, in different combinations, were: additives; prebiotics; nutrition; pathogens; productive performance; exogenous enzymes; immunostimulants and animal health. Seven articles were selected that suited the research and met the inclusion and exclusion criteria and made up the final sample. The additives used were: probiotics, prebiotics, symbiotics, immunostimulants; amino acids; herbal medicines (turmeric flour) and raw grape extract. Among the main benefits attributed to additives and found in this review, we list: 1) Improvement in zootechnical performance; 2) Increase in hematological and biochemical variables important to fish; 3) Increased immunity; 4) Increase in body composition; 5) Improvement and increase in intestinal histomorphology; 6) Improved feed efficiency; and 7) Positive digestive enzyme responses. The species used were: *Betta splendens*, *Colossoma macropomum*, *Brycon amazonicus*, *Pseudoplatystoma reticulatum* and *Arapaima gigas*. New scientific research should be encouraged to prove and validate the action of additives with potential for the production of fish species with important production chains on the national scene.

479

Keywords: zootechnical performance, immunostimulants, nutrition, probiotics, animal health.

INTRODUÇÃO

A demanda crescente do mercado mundial por produtos de alta qualidade tem estimulado o crescimento da aquicultura nos últimos anos, o observável na produção global do pescado oriundo da aquicultura, que em todo o mundo alcançou a estabilidade em 2020 (SOFIA 2022). No cenário nacional, o Brasil produziu 841.005 toneladas de peixes de cultivo (tilápia, peixes nativos e outras espécies), em 2021, o que representou o crescimento da piscicultura de 4,7% sobre a produção de 2020 (802.930 t).

Rodrigues et al.(2015) afirmam que esse crescimento decorre graças à evolução dos estudos em nutrição, melhoramento genético, sanidade e ambiência. Todavia, com o desenvolvimento do setor aquícola houve uma intensificação dos sistemas de criação, com

exposição contínua dos peixes a alterações na qualidade de água e a práticas de manejo tais como manuseio excessivo, transporte e adensamento, que induzem respostas de estresse, com consequências negativas sobre o desempenho produtivo, resposta imune e resistência dos peixes a patógenos (Ferreira et al., 2014; Rodrigues et al., 2015).

Muitos piscicultores têm usado antibióticos de forma indiscriminada, como medida profilática, o que pode resultar em efeitos adversos, incluindo resistência a patógenos e contaminação ambiental (Van -Doan et al., 2017). No entanto, há atualmente uma preocupação com o uso indiscriminado desses compostos e a tendência mundial é na diminuição da suplementação desses produtos para as dietas, devido a possível contaminação de produtos cárneos com resíduos de antibióticos, bem como o aumento da resistência bacteriana aos mesmos. Além disso, um número crescente de consumidores, particularmente nos países importadores, tem restringido o consumo de animais alimentados com dietas contendo antibióticos (Van-Doan et al., 2017).

Nesse contexto, os aditivos surgiram como uma alternativa para a prevenção de doenças e melhoria do desempenho na aquicultura, sendo uma estratégia profilática focada na nutrição e que vêm sendo testada como estimulantes da imunidade para melhoria do desempenho, diminuição do estresse pela maior resistência a enfermidades e melhor saúde do trato gastrointestinal e conseqüentemente, melhor eficiência dos nutrientes das rações. Portanto, há uma necessidade do estudo de aditivos alimentares alternativos aos antibióticos como promotores da saúde e crescimento animal.

Entre os mais estudados atualmente, estão os probióticos, prebióticos, ácidos orgânicos, enzimas exógenas, extratos vegetais e os alimentos funcionais e fitoterápicos. Os prováveis substitutos promotores de crescimento devem manter as ações benéficas dos antibióticos e eliminar as indesejáveis, como a resistência bacteriana (Loddi et al., 2000).

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o estado da arte das pesquisas que avaliaram os benefícios do uso de aditivos na alimentação de peixes como alternativa aos antibióticos, identificando as espécies de peixes utilizadas, a origem dos aditivos e suas ações nas espécies de peixes nos quais foram testados. As informações desta revisão poderão proporcionar uma atualização do panorama dos últimos cinco anos de como o uso de aditivos pode contribuir para o fortalecimento da cadeia produtiva das espécies de peixes estudadas, assim como nortear novas pesquisas acerca deste tema.

METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma revisão narrativa da literatura a qual aborda os aspectos relacionados ao uso de aditivos na alimentações de peixes e seus respectivos benefícios. Os estudos de revisão narrativa são textos que constituem a análise da literatura científica na interpretação e análise crítica do autor. Baseiam-se em publicações amplas apropriadas para descrever e discutir o desenvolvimento ou o ‘estado da arte’ de um determinado assunto, no âmbito teórico ou conceitual (Rother, 2007).

As buscas ocorreram nas principais bases de dados (Scielo e Scopus), além da ferramenta do Google Acadêmico, disponíveis de forma digital, em formato completo. Para dimensionar a pesquisa, as palavras-chave utilizadas, em diferentes combinações, foram: aditivos; prebióticos; nutrição; patógenos; desempenho produtivo; enzimas exógenas; imunostimulantes e saúde animal. Com relação aos critérios de inclusão, consideraram-se artigos disponíveis eletronicamente na íntegra, gratuitamente, cujas pesquisas avaliaram o uso de aditivos na alimentação e nutrição de peixes e os seus benefícios, e que tenham sido realizados no Brasil, nos idiomas português, inglês e espanhol publicados no período de 2018 a 2022. Excluíram-se os artigos repetidos em mais de uma base, bem como, teses, dissertações e monografias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados inicialmente 20 trabalhos nas bases de dados utilizadas (Scielo e Scopus) e na ferramenta Google acadêmico. Desses, foram excluídos 5, após a leitura dos títulos, 2 duplicados e 2 entre dissertações e teses. Logo, um total de 11 artigos foi selecionado para a leitura na íntegra e após análise e leitura minuciosa, selecionou-se 7 artigos que se adequaram a pesquisa e atenderam aos critérios de inclusão e exclusão e compuseram a amostra final. As informações contidas nos 7 artigos selecionados para o estudo foram organizadas por ordem decrescente pelo ano de publicação (Quadro 1).

Quadro 1. Descrição dos artigos selecionados para o estudo, segundo autor (es), aditivo, espécie de peixe e fatores analisados.

Autor/Ano	Aditivo	Espécie de peixe	Fatores analisados
Gomes et al. (2018)	Enzimas	<i>Betta splendens</i>	Desempenho zootécnico
	Bactéria probiótica		Desempenho zootécnico,

Dias et al. (2018)	autóctone <i>Bacillus cereus</i>	<i>Colossoma macropomum</i>	parâmetros hematológicos e sobrevivência
Biller et al. (2019)	Imunoestimulante	<i>Brycon amazonicus</i>	Imunidade inata, variáveis hematológicas e bioquímicas
Ramos et al. (2020)	Glutamina	<i>Arapaima gigas</i>	Desempenho de crescimento, composição corporal, morfologia intestinal e aspectos enzimáticos
Oliveira et al. (2020)	Probióticos, prebióticos e simbióticos	<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>	Desempenho de crescimento, sobrevivência e histomorfometria intestinal
Oktavianti et al. (2020)	Farinha de curcuma (<i>Curcuma xanthorrhiza</i>)	<i>Colossoma macropomum</i>	Taxa de crescimento e eficiência alimentar
Morante et al.(2021)	Extrato bruto de uva (CGEs)	<i>Colossoma macropomum</i>	Desempenho zootécnico, hematologia bioquímica e as respostas enzimáticas digestivas.

Fonte: Autora, 2022.

Na pesquisa realizada por Gomes et al. (2018) foram avaliados parâmetros de desempenho (peso, consumo de ração, conversão alimentar, comprimento, altura, largura e sobrevivência) do peixe ornamental *Betta splendens* alimentado com dietas suplementadas pelas enzimas alfaamilase e protease. Os autores utilizaram 120 alevinos distribuídos em 5 tratamentos com 4 repetições. Os tratamentos consistiram no fornecimento de uma ração comercial farelada com 55% de proteína bruta e suplementação enzimática (Tabela 1).

Tabela 1. Níveis de suplementação com enzimas exógenas alfa-amilase e protease nas dietas experimentais para o peixe ornamental *Betta splendens*.

Enzimas exógenas	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5
Alfa-amilase	0	100ppm	0	100ppm	200ppm
Protease	0	0	100ppm	200ppm	400ppm

Fonte: Gomes et al. (2018).

Segundo Gomes et al. (2018) a suplementação enzimática não influenciou o peso final (g), ganho de peso (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar, o que pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Desempenho de *Betta splendens* alimentados com dietas contendo enzimas digestivas.

Variáveis	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5	CV (%)
Peso inicial (g)	0,0250 ^a	0,0251 ^a	0,0253 ^a	0,0263 ^a	0,261 ^a	3,64
Peso final (g)	0,087 ^a	0,085 ^a	0,086 ^a	0,094 ^a	0,096 ^a	8,50
Ganho de peso (g)	0,063 ^a	0,060 ^a	0,061 ^a	0,068 ^a	0,073 ^a	13,58
Consumo de ração (g)	0,178 ^a	0,168 ^a	0,162 ^a	0,143 ^a	0,172 ^a	16,92
Conversão alimentar	2,699 ^a	2,854 ^a	2,689 ^a	2,345 ^a	2,867 ^a	23,55

Fonte: Gomes et al. (2018)

Por outro lado, a adição das enzimas exógenas alfa-amilase (100ppm) e protease (200ppm) nas dietas influenciou positivamente o comprimento total dos peixes betas (Tabela 3).

Tabela 3. Medidas morfométricas e sobrevivência do *Betta splendens* alimentados com dietas contendo enzimas digestivas

Variáveis	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5	CV (%)
Comprimento total (mm)	18,103 ^b	18,073 ^b	19,009 ^{ab}	19,356 ^a	19,563 ^a	3,05
Altura Final (mm)	4,533 ^a	4,335 ^a	4,491 ^a	4,241 ^a	4,564 ^a	6,10
Largura (mm)	3,353 ^a	3,401 ^a	3,374 ^a	3,230 ^a	3,345 ^a	5,80
Sobrevivência (%)	95,83 ^a	95,83 ^a	95,83 ^a	100,00 ^a	91,66 ^a	8,10

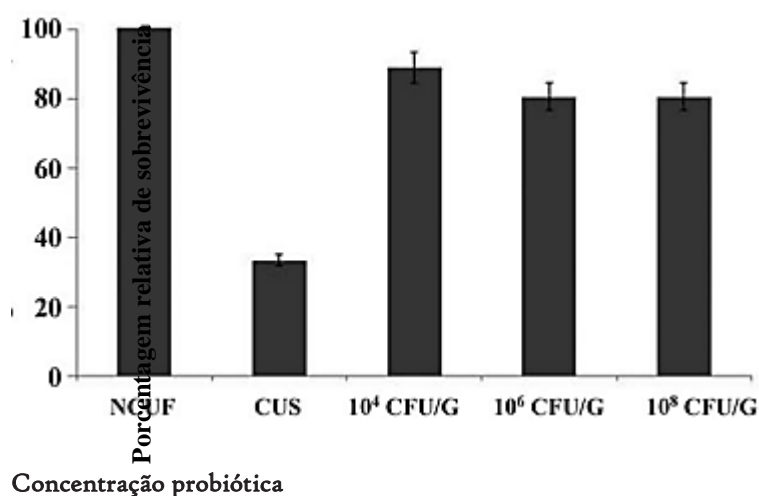
Fonte: Gomes et al. (2018)

Dias et al. (2018) avaliaram o efeito da suplementação alimentar com a bactéria probiótica autóctone *Bacillus cereus* sobre o desempenho zootécnico, parâmetros hematológicos e sobrevivência do tambaqui (*Colossoma macropomum*). Para tal, alevinos de tambaqui (0,94 ± 0,02 g) foram alimentados durante 120 dias com as seguintes dietas: basal (sem probiótico) e três dietas suplementadas ($4,2 \times 10^4$; $3,9 \times 10^6$ e $3,3 \times 10^8$ UFC/g). O desempenho de crescimento e os parâmetros hematológicos foram avaliados a cada 30 dias. Em seguida, os peixes foram expostos a *Aeromonas hydrophila* para avaliação da sobrevivência.

Os autores afirmam que os resultados indicam que o probiótico *B. cereus* melhorou os ganhos de peso ($38,6 \pm 0,6$ g) e comprimento ($44,5 \pm 1,8$ mm) ($p < 0,05$) e aumentou a contagem de neutrófilos ($3,0 \pm 1,1 (\times 10^3 \mu\text{l}^{-1})$) e trombócitos ($60,8 \pm 10,7 \times 10^3 \mu\text{l}^{-1}$) ($p < 0,05$) em tambaqui suplementado com $3,9 \times 10^6$ UFC/g de dieta.

Já os peixes alimentados com dieta não suplementada apresentaram a menor taxa de sobrevivência, enquanto peixes alimentados com dietas suplementadas em $4,2 \times 10^4$; $3,9 \times 10^6$ e $3,3 \times 10^8$ UFC/g *B. cereus* tiveram melhores resultados de sobrevivência relativa respectivamente (Figura 1).

Figura 1. Valores médios de porcentagem relativa de sobrevivência (RPS) em tambaqui *Colossoma macropomum* alimentados com dietas suplementadas com *Bacillus cereus* (CFU/g) após exposição a *Aeromonas hydrophila* (CFU/g).



Fonte: Dias et al. (2018)

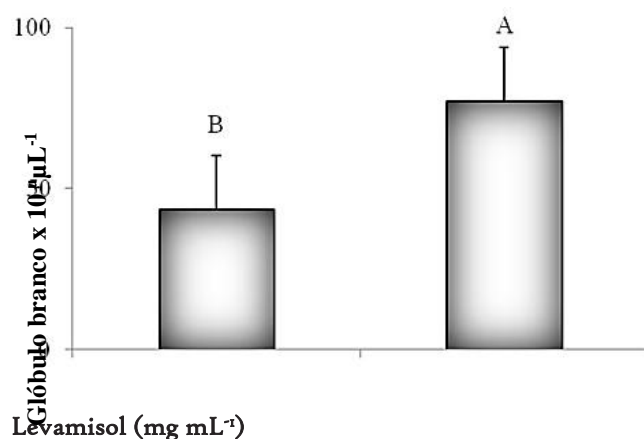
Assim os autores afirmam que estes resultados demonstraram que *B. cereus* suplementado como probiótico para *C. macropomum* por 120 dias melhorou as respostas fisiológicas e hematológicas, levando a uma maior sobrevivência nesta espécie de peixe.

Na pesquisa realizada por Biller et al. (2019) foram avaliados os efeitos do levamisol na dieta sobre a imunidade inata e variáveis hematológicas e bioquímicas de matrinxã (*Brycon amazonicus*), onde os peixes foram alimentados com 500 mg kg^{-1} de levamisol na dieta durante sete dias. Após este período os peixes foram submetidos à colheita de sangue. Variáveis imunes, tais como a atividade respiratória de leucócitos, proteína total sérica, albumina, globulina, índice albumina: globulina e os parâmetros

hematológicos, tais como hematócrito, hemograma completo, hemoglobina, número de eritrócitos e o volume corpuscular médio dos eritrócitos foram avaliados.

Conforme os resultados do trabalho, os glóbulos brancos dos peixes alimentados com 500 mg kg⁻¹ de levamisol na dieta foi aumentado em comparação com o grupo controle (Figura 1). A utilização do levamisol aumentou a contagem dos leucócitos do sangue, indicando que o imunestimulante modulou a imunidade mediada por células, entretanto, nenhuma alteração foi observada nas demais variáveis. De acordo com os autores, o aumento dos leucócitos do sangue indica que os peixes alimentados com levamisol estão em uma condição corporal melhor, e em um possível surto terão mais resistência às doenças e potencial para ativação da fagocitose e de granulação de neutrófilos. Além disso, os mesmos afirmam que os resultados são importantes para novos projetos sobre a produção de vacinas, e sobre a compreensão mais profunda da imunidade mediada por células em peixes.

Figura 1. Glóbulo branco (GB) de matrinxã, *Brycon amazonicus*, alimentado com levamisol por sete dias.



Nota: Barras com letras maiúsculas diferentes denotam diferenças significativas (calculado T = 3,462; P = 0,0030). Os valores são médias ± erro padrão. **Fonte:** Biller et al. (2019).

Já em relação às variáveis imunológicas, Biller et al. (2019) discorrem que o teste de explosão respiratória de leucócitos não detectou diferença entre os tratamentos (Tabela 4). Assim como variáveis hematológicas, o glóbulo vermelho (RBC), o hematócrito, a hemoglobina, os índices de Wintrobe não apresentaram diferença entre os tratamentos. Dentre

as variáveis bioquímicas, a proteína total, a albumina, a globulina e o índice A:G não apresentaram diferença quando comparadas com o tratamento controle (Tabela 4).

Tabela 4. Variáveis imunológicas, hematológicas e bioquímicas (médias ± erro padrão) de matrinxã, *Brycon amazonicus*, alimentados com levamisol por sete dias.

	Levamisole (mg kg ⁻¹ diet)		T calculated	P value
	0	500		
BURST (DO)	0.43 ± 0.01	0.45 ± 0.03	1.060	0.3041
RBC (x 10 ⁶ µL ⁻¹)	2.68 ± 0.13	2.92 ± 0.16	1.157	0.2629
Hematocrit (%)	28.5 ± 1.52	30.4 ± 1.64	0.901	0.3805
Hemoglobin (g dL ⁻¹)	13.4 ± 2.20	15.0 ± 2.8	1.447	0.1658
MCV (fl)	106 ± 1.54	106 ± 0.86	0.490	0.6314
MCHC (g dL ⁻¹)	47.1 ± 3.45	49.9 ± 2.56	0.985	0.4256
MCH (pg cell ⁻¹)	49.1 ± 1.49	51.2 ± 2.33	0.875	0.2582
Erythroblast (x10 ³ µL ⁻¹)	38.3 ± 7.08	57.3 ± 9.45	1.610	0.1265
Thrombocyte (x10 ³ µL ⁻¹)	22.2 ± 3.15	27.9 ± 3.59	1.206	0.2438
Protein (g dL ⁻¹)	3.37 ± 0.14	3.60 ± 0.10	1.348	0.1963
Albumin (g dL ⁻¹)	1.11 ± 0.06	1.15 ± 0.06	0.470	0.6441
Globulin (g dL ⁻¹)	2.30 ± 0.09	2.48 ± 0.07	1.527	0.1465
A:G index	0.47 ± 0.02	0.44 ± 0.01	1.221	0.2381

Values are means ± standard error. BURST = Leukocyte respiratory burst activity; RBC = red blood cell; MCV = mean corpuscular volume; MCHC = mean corpuscular hemoglobin concentration; MCH = mean corpuscular hemoglobin; A:G = Albumin:Globulin.

Fonte: Biller et al. (2019).

Desta forma, os autores concluíram que o efeito do levamisol é dose e tempo dependente, e que talvez doses maiores ou administração mais demorada possam promover um resultado mais expressivo. Todavia, a fim de aumentar esta questão, técnicas apropriadas devem ser aplicadas para determinar a composição completamente celular do sangue após a administração de levamisol, como o desenvolvimento de anticorpos monoclonais para reconhecimento de subconjuntos de leucócitos por marcadores de superfície específicos.

A avaliação dos efeitos da suplementação de glutamina sobre variáveis de desempenho de crescimento, composição corporal, morfologia intestinal e aspectos enzimáticos de juvenis de *Arapaima gigas*, foi realizada por Ramos et al. (2020) onde foram utilizados 60 exemplares de pirarucu (82,12g) distribuídos em 15 tanques de polietileno (310L), em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições (quatro peixes por unidade experimental). Os autores testaram dietas experimentais elaboradas com cinco níveis de inclusão do aminoácido glutamina (0,0, 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0%), que foi fornecida três vezes ao dia durante 45 dias.

Os dados demonstrados na Tabela 5 indicaram que as variáveis GP, CA, FC, SGR e PER tiveram os melhores resultados com a inclusão de 1,0% de glutamina, a partir da derivação da fórmula quadrática. Além disso, os autores relatam que os resultados indicam que a

suplementação da dieta com aumento dos níveis de glutamina não afetou ($P > 0,05$) a composição química de juvenis de pirarucu para as variáveis analisadas (Tabela 6). Quanto à análise histológica das diferentes regiões intestinais, considerando as medidas da altura das vilosidades, os mesmos observaram que a suplementação com níveis crescentes de glutamina teve efeito positivo ($P \leq 0,05$) na morfologia das vilosidades intestinais (região anterior) de juvenis de pirarucu (Tabela 7). A altura máxima das vilosidades intestinais também foi obtida no nível de inclusão de 1,02%. Contudo, a altura média das vilosidades intestinais *A. gigas* juvenis não diferiu significativamente.

Tabela 5. Variáveis produtivas de crescimento (Média \pm SEM) de juvenis de pirarucu submetidos a níveis aumentados de glutamina

	Níveis de glutamina (%)					P-valor
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Ganho de peso (g)*	70,5 \pm 6,8	115,3 \pm 2,8	129,6 \pm 3,4	116,7 \pm 2,6	74,7 \pm 2,6	0,0000
Consumo alimentar (g)*	215,9 \pm 22,7	315,8 \pm 5,2	341,1 \pm 11,4	296,0 \pm 3,2	234,0 \pm 7,9	0,0000
Conversão alimentar *	3,1 \pm 0,1	2,7 \pm 0,1	2,6 \pm 0,1	2,5 \pm 0,1	3,1 \pm 0,1	0,0000
Taxa de crescimento específica (%)*	1,4 \pm 0,1	2,0 \pm 0,0	2,1 \pm 0,0	2,0 \pm 0,0	1,4 \pm 0,0	0,0000
Taxa de eficiência de proteína (%)*	1,6 \pm 0,2	2,6 \pm 0,1	2,9 \pm 0,1	2,6 \pm 0,1	1,7 \pm 0,1	0,0000
Taxa de eficiência de proteína (%)*	88,3 \pm 0,2	100,0 \pm 0,0	100,0 \pm 0,0	100,0 \pm 0,0	100,0 \pm 0,0	0,2596

Fonte: Ramos et al. (2020)

Tabela 6. Valores médios da composição química corporal (Média \pm SEM) de juvenis de pirarucu suplementados com níveis crescentes de glutamina

	Níveis de glutamina (%)					P-valor
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Matéria seca (%)	25,0 \pm 1,6	24,8 \pm 1,4	24,9 \pm 1,6	24,8 \pm 1,4	24,9 \pm 1,4	0,8287
Proteína bruta (%)	66,9 \pm 1,1	64,3 \pm 1,1	68,3 \pm 0,2	66,4 \pm 2,0	65,5 \pm 2,0	0,4249
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	4373 \pm 26,2	4363 \pm 23,7	4419 \pm 36,0	4421 \pm 4,6	4413 \pm 8,7	0,5768
Extrato etéreo (%)	14,9 \pm 0,1	14,7 \pm 0,2	15,2 \pm 0,5	15,3 \pm 0,1	15,2 \pm 0,2	0,9769
Matéria mineral (%)	20,8 \pm 0,1	24,3 \pm 0,5	20,2 \pm 0,1	21,1 \pm 0,3	22,0 \pm 1,1	0,9496

Fonte: Ramos et al. (2020).

Tabela 7. Valores médios da altura das vilosidades intestinais (Média \pm SEM) de juvenis de pirarucu suplementados com níveis crescentes de glutamina.

		Níveis de glutamina (%)					P-valor
		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Intestino anterior (μm)*		82,67 \pm 4,0	90,48 \pm 5,8	113,42 \pm 3,1	87,72 \pm 5,9	86,25 \pm 0,4	0,0021
Intestino Médio (μm)		41,41 \pm 1,6	37,41 \pm 1,0	39,01 \pm 0,7	40,75 \pm 1,1	39,55 \pm 0,9	0,1662

Fonte: Ramos et al. (2020).

Tabela 8. Valores médios da atividade enzimática (Média \pm SEM) de juvenis de pirarucu submetidos a níveis crescentes de glutamina.

(U mg ⁻¹ de proteína)	Níveis de glutamina (%)					P- valor
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Proteases alcalinas *	1,31 \pm 0,0	1,70 \pm 0,0	1,88 \pm 0,0	1,63 \pm 0,1	1,53 \pm 0,1	0,0001
Lipase*	4,26 \pm 0,0	4,55 \pm 0,0	4,65 \pm 0,1	4,53 \pm 0,1	4,41 \pm 0,0	0,0003
Amilase*	0,42 \pm 0,1	0,72 \pm 0,0	0,88 \pm 0,1	0,70 \pm 0,0	0,56 \pm 0,0	0,0001
Aspartato Aminotransferase*	1,67 \pm 0,2	0,19 \pm 0,1	0,19 \pm 0,1	0,21 \pm 0,0	0,37 \pm 0,2	0,0001

Fonte: Ramos et al. (2020).

Oliveira et al. (2020) avaliaram o efeito do alimento vivo *Artemia*, enriquecida com aditivos probióticos, prebióticos e simbióticos sobre o desempenho de crescimento, sobrevivência e histomorfometria intestinal de larvas de *Pseudoplatystoma reticulatum*. Para tal as larvas foram distribuídas em 12 incubadoras na densidade de 35 larvas L⁻¹, (0,4 mg e 3,20 \pm 0,26 mm). Após a desencapsulação dos náuplios de *Artemia*, os organismos foram colocados em recipientes com água salinizada e aeração por 6 h de enriquecimento. Os tratamentos testados foram: controle (sem aditivos), *Bacillus subtilis*, inulina e simbiótico (*B. subtilis* + inulina) 7 gL⁻¹ dia por 12 dias.

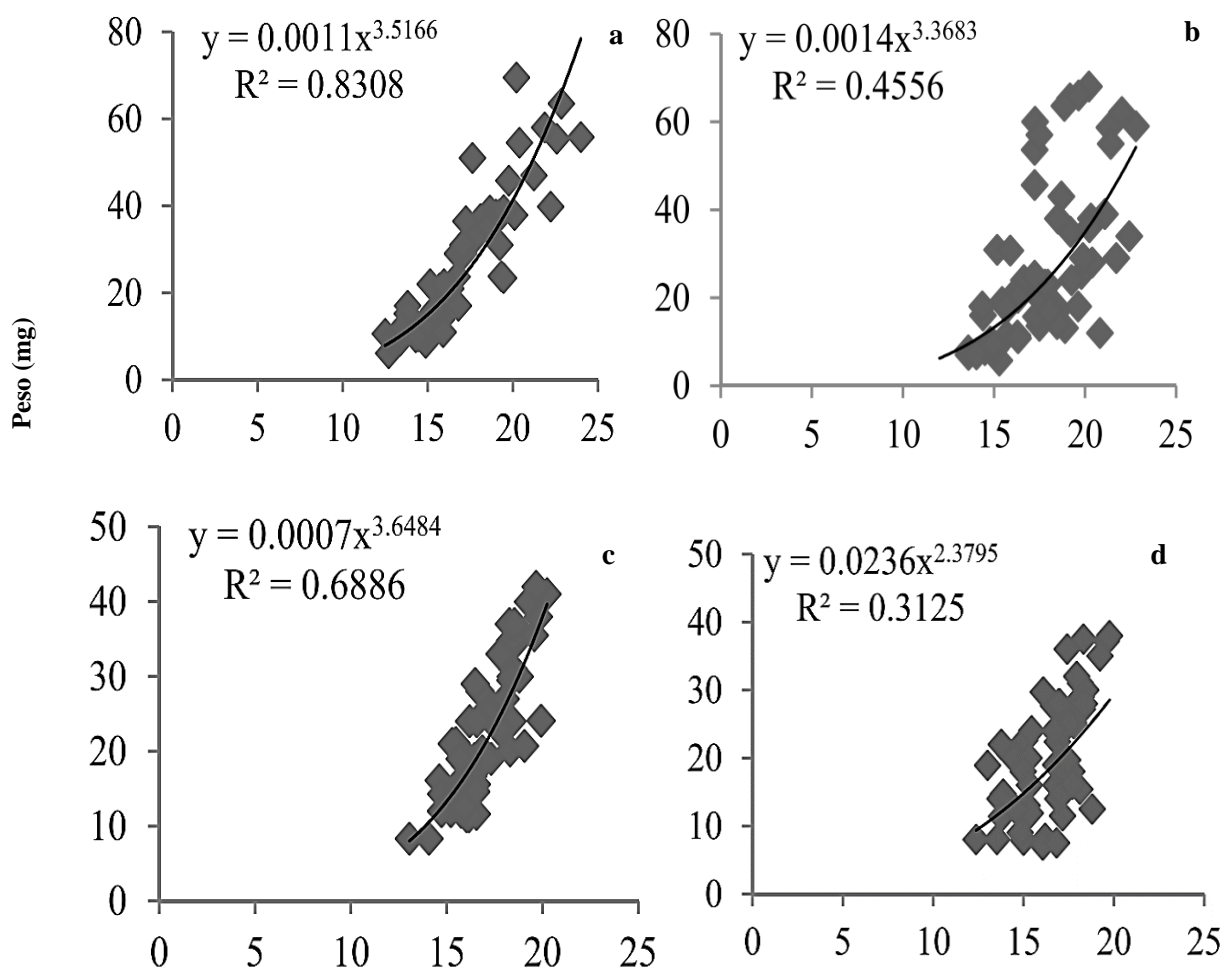
Oliveira et al (2020) afirmam que independentemente dos tratamentos, a sobrevivência foi baixa no experimento, variando de 14% a 25%, onde os grupos controle (24, 24%), inulina (25, 17%) e simbiótico (20, 46%) tiveram uma maior taxa de sobrevivência, mas sem diferenças significativas. Já o fator de condição alométrico teve resultados diferentes (P < 0,05) entre as dietas: controle: 0,0011^c; *B. subtilis*: 0,0016^b; inulina: 0,006^d; simbiótico: 0,0251^a.

O grupo de larvas alimentado com simbiótico tem melhor relação peso-comprimento. Quando b é menor que 3, o crescimento é alométrico negativo, indicando que o comprimento

aumenta mais que o peso, e quando b é maior que 3, o crescimento é positivo, indicando que o peso aumenta mais que o comprimento.

O enriquecimento de náuplios de *A. salina* com *B. subtilis* influenciou positivamente a altura total de vilosidades e a altura de vilosidades (Tabela 9), aumentando a área de absorção de nutrientes. Os autores observaram que as larvas do grupo suplementado com *B. subtilis* apresentaram maior comprimento entre todos os tratamentos (Figura 3).

Figura 2. Relação peso-comprimento de larvas de *P. reticulatum*, grupo controle (a), alimentadas com náuplios de *Artemia* enriquecidos com *B. subtilis* (b), inulina (c) e simbiótico (d) por 12 dias.



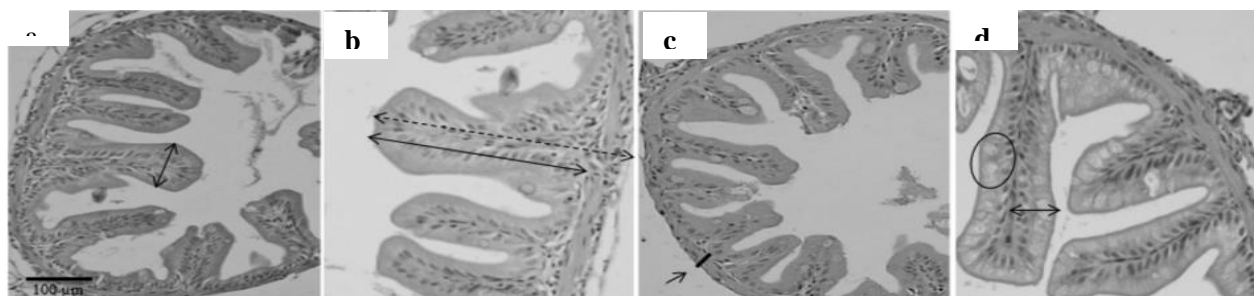
Fonte: Oliveira et al (2020).

Tabela 9. Histomorfometria intestinal de larvas de *Pseudoplatystoma reticulatum* alimentadas com Artemia, enriquecida com aditivos probióticos, prebióticos e simbióticos.

Parâmetros	Tratamentos			
	Controle	<i>B. subtilis</i>	Inulina	Simbiótico
Altura total das vilosidades, μm	22,57 \pm 0,66 ^b	24,4 \pm 0,76 ^a	20,85 \pm 0,56 ^c	21,82 \pm 0,65 ^{bc}
Altura das vilosidades, μm	21,50 \pm 0,66 ^b	23,53 \pm 0,74 ^a	19,63 \pm 0,54 ^c	20,88 \pm 0,65 ^{bc}
Largura das vilosidades, μm	10,11 \pm 0,31 ^a	9,94 \pm 0,28 ^a	9,65 \pm 0,26 ^{ab}	9,33 \pm 0,29 ^b
Espessura epitelial, μm	2,50 \pm 0,08 ^a	2,47 \pm 0,06 ^a	2,62 \pm 0,07 ^a	2,32 \pm 0,09 ^b
Espessura da camada muscular, μm	2,37 \pm 0,09 ^{ab}	2,21 \pm 0,08 ^b	2,72 \pm 0,13 ^a	2,23 \pm 0,07 ^b
Número de células caliciformes/vilosidades	2,13 \pm 0,16 ^a	1,95 \pm 0,12 ^a	1,73 \pm 0,09 ^b	1,83 \pm 0,15 ^a

Fonte: Oliveira et al (2020).

Figura 3. Fotomicrografia da mucosa intestinal de larvas de *Pseudoplatystoma reticulatum* e suas medidas histomorfométricas.



Nota: (a) tratamento sem aditivo, seta destacando a largura das vilosidades; (b) *B. subtilis*, seta pontilhada destacando a altura total das vilosidades e seta inteira destacando a altura das vilosidades; (c) inulina, seta indicando a espessura da camada muscular; (d) simbiótico, seta destacando a espessura do epitélio e círculo destacando as células caliciformes. **Fonte:** Oliveira et al. (2020).

Oktavianti et al. (2020) determinaram a taxa de crescimento e eficiência alimentar em tambaqui (*Colossoma macropomun*) com aditivos alimentares de farinha de curcuma (*Curcuma*

xanthorhiza) em ração comercial. O experimento foi completamente Randomizado (CRD) com 5 tratamentos e 4 repetições: P₁ (2,5%), P₂ (5%), P₃ (7,5%), P₄ (10%) e P₀ (100% ração comercial). Os principais parâmetros observados foram a taxa de crescimento e a eficiência alimentar.

Oktavianti et al. (2020) encontraram nesse experimento que o uso do aditivo alimentar de curcuma na ração comercial de tambaqui apresentaram o maior valor médio de taxa de crescimento no tratamento P₀, mas não significativamente diferente ($P > 0,05$) com o tratamento P₁, P₂, P₃ e P₄ (Tabela 10). Já os valores de eficiência alimentar tiveram o maior valor médio no tratamento P₂, mas não diferiram significativamente ($P > 0,05$) com os tratamentos P₀, P₁, P₃ e P₄, como pode ser observado na Tabela 11.

Tabela 10. Taxa média de crescimento do tambaqui.

Tratamento	Taxa de crescimento \pm SD (g.dia ⁻¹)
P ₀ (0%)	1,35 \pm 0,346
P ₁ (2,5%)	1,18 \pm 0,454
P ₂ (5%)	1,13 \pm 0,441
P ₃ (7,5%)	1,27 \pm 0,469
P ₄ (10%)	1,05 \pm 0,319

Fonte: Oktavianti et al. (2020).

Tabela 11. Eficiência alimentar média no tambaqui

Tratamento	Eficiência Alimentar \pm SD (%)
P ₀ (0%)	70,34 \pm 23,17
P ₁ (2,5%)	62,87 \pm 27,13
P ₂ (5%)	72,62 \pm 8,77
P ₃ (7,5%)	47,15 \pm 24,57
P ₄ (10%)	68,73 \pm 8,29

Fonte: Oktavianti et al. (2020).

Morante et al. (2021) avaliaram o efeito do extrato bruto de uva (CGEs) como aditivo alimentar em juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Foi analisado o desempenho zootécnico, a hematologia bioquímica e as respostas enzimáticas digestivas de juvenis de tambaqui alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de CGE (0, 20, 40, 60 e 80 g por kg).

Segundo os autores, o ensaio fitoquímico qualitativo apresentou maiores concentrações de lignanas e mono-, sequi- e diterpenos. A inclusão de 80 g CGE por kg de dieta produziu os melhores resultados para ganho de peso ($44,60 \pm 2,05\text{g}$), taxa de crescimento específico ($0,92 \pm 0,16\%/dia$) e fator de condição ($1,87 \pm 0,05 \text{ g cm}^{-3} *100$) do tambaqui.

Além disso, os peixes alimentados com a dieta de 80 g CGE por kg também apresentaram valores mais elevados de triglicerídeos plasmáticos ($194,91 \pm 14,69$), albumina ($1,30 \pm 0,10$) e lisozima ($0,15 \pm 0,05$). Por outro lado, os parâmetros hematológicos não foram diferentes. Juvenis alimentados com 60 g CGE por kg de dieta apresentaram maior atividade de protease ($1,00 \pm 0,14$). Dessa forma, os autores concluíram que a inclusão de 80 g CGE por kg de dieta tem potencial para uso na produção de tambaqui, uma vez que melhorou o desempenho zootécnico e a imunidade (níveis de albumina plasmática e atividade de lisozima) e, em geral, não afetou os parâmetros metabólicos e hematológicos.

CONCLUSÃO

492

Conforme os trabalhos revisados, podemos inferir que os aditivos apresentam várias potencialidades para a piscicultura com destaque para probióticos, prebióticos, simbióticos, imunoestimulantes; aminoácidos; fitoterápicos (farinha de cúrcuma) e extrato bruto de uva. Dentre os principais benefícios atribuídos aos aditivos e constatados nesta revisão elencamos: 1) Melhora no desempenho zootécnico; 2) Aumento nas variáveis hematológicas e bioquímicas importante aos peixes; 3) Aumento da imunidade; 4) Aumento na composição corporal; 5) Melhora e aumento da histomorfologia intestinal; 6) Melhora na eficiência alimentar; e 7) Respostas enzimáticas digestivas positivas.

Destaca-se ainda que as espécies de peixes utilizadas nos 7 trabalhos revisados foram nativas e com destaque na piscicultura nacional e regional (ornamental e consumo): *Betta splendens*, *Colossoma macropomum*, *Brycon amazonicus*, *Pseudoplatystoma reticulatum* e *Arapaima gigas*.

Desta forma, as pesquisas científicas devem ser incentivadas para comprovação e validação da ação de aditivos com potencial para a produção de espécies de peixes com cadeias produtivas importantes no cenário nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BILLER, J.D. *et al.* Levamisole modulates the cell-mediated immunity of matrinxã, *Brycon amazonicus*. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 45, n. 2, p. 1-6, 2019.

DIAS, J.A.R. *et al.* Dietary supplementation with autochthonous *Bacillus cereus* improves growth performance and survival in tambaqui *Colossoma macropomum*. **Aquaculture Research**, v. 49, p.1-8, 2018.

FAO. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO

FERREIRA, C. M. *et al.* Características histomorfológicas do intestino de juvenis de tambaqui após uso de probiótico na dieta e durante transporte. **Pesq. Vet. Bras**, v.34, n. 12, p.1258-1264, 2014.

GOMES, V. D. S. *et al.* Índices de desenvolvimento em juvenis betta splendens alimentados com aditivos enzimáticos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, n.4, v.19, p. 46 - 54, 2018.

LODDI, M.M.N. . *et al.* Uso de probiótico e antibiótico sobre o desempenho, o rendimento e a qualidade de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1124-1131, 2000.

MORANTE, V. H. P. Assessment the crude grape extract as feed additive for tambaqui (*Colossoma macropomum*), an omnivorous fish. **Aquaculture**, v.544, p. 1-7, 2021.

OLIVEIRA, F. *et al.* Probiotic, prebiotic and symbiotics supplementation on growth performance and intestinal histomorphometry *Pseudoplatystoma reticulatum* larvae. **Journal of applied Aquaculture**, v. 34, n.2, p. 279-293, 2020.

OKTAVIANTI, I; AGUSTONO; LAMID, M. Feed additive of curcuma flour (*Curcuma xanthorrhiza*) in commercial feed to growth rate and feed efficiency of tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Earth and Environmental Science**, v. 441, p.1-6, 2020.

RAMOS, A.P.S. *et al.* Glutamine use in feeding juvenile pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.72, n.5, p.1789-1796, 2020.

RODRIGUES, R.; MEURER, F.; BOSCOLO, W. R. Aditivos na nutrição de peixes. **Rev Colombiana Ciencia Animal**, v.7, n.2, p. 228-236, 2015.

ROTHER, E.T. Revisão sistemática x revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, v.20, n.2, p. 1-6, 2007.

VAN DOAN, H. *et al.* The effects of dietary kefir and low molecular weight sodium alginate on serum immune parameters, resistance against *Streptococcus agalactiae* and growth performance in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish Shellfish Immunol**, v.62, p.139-146, 2017.