

Fundamentos técnico científico aplicado a tecnologia de bioflocos em formas jovens na piscicultura

Technical scientific fundamentals applied to technology of bioflocs in young forms in fish farming

Fundamentos técnicos científicos aplicados a la tecnología de biofloc en formas jóvenes en la piscicultura

Recebido: 18/08/2023 | Revisado: 20/09/2023 | Aceitado: 21/09/2023 | Publicado: 27/11/2023

David Borovicz Carvalho da Silva de Jesus

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4819-7264>
Instituto Federal do Paraná, Brasil
E-mail: davideng.aqui@gmail.com

Sidnei Klein

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1164-3434>
Instituto Federal do Paraná, Brasil
E-mail: sidnei.klein@ifpr.edu.br

Adilson Reidel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1450-9268>
Instituto Federal do Paraná, Brasil
E-mail: adilson.reidel@ifpr.edu.br

Bruno Estevão de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1831-0061>
Instituto Federal do Paraná, Brasil
E-mail: bruno.souza@ifpr.edu.br

Guilherme Henrique de Paula

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4516-8751>
Instituto Federal do Paraná, Brasil
E-mail: depaulahguilherme@gmail.com

Arcangelo Augusto Signor

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4686-3488>
Instituto Federal do Paraná, Brasil
E-mail: arcangelo.signor@ifpr.edu.br

Resumo

O objetivo do presente estudo foi investigar por meio de revisão sistemática científica informações publicadas em periódicos sobre a temática de utilização da tecnologia de bioflocos em formas jovens de peixes. Buscou-se examinar de forma qualitativa e quantitativa documentos relacionados ao assunto adotado, coletados na base de dados da Scopus e Web of Science, no período de 2015 até o período de maio de 2023. Compreendeu-se que trabalhos científicos que envolvam tecnologias intensivas de produção com intuito de reduzir o uso de recursos hídricos e espaços de terra necessários para a atividade, podem ser trabalhados em maior escala experimental, através de parceiras com empresas e propriedades privadas, como são denotadas em instituições de pesquisa no exterior. Conclui-se apesar do assunto ser relativamente recente no domínio da pesquisa científica, proponha-se novas pesquisas com parcerias e acompanhamento técnico-científico, que possam ser realizadas com base no uso sustentável da tecnologia de bioflocos aplicada de forma econômica e social na piscicultura.

Palavras-chave: Piscicultura; Bioflocos; Sustentabilidade; Juvenil; Berçário.

Abstract

The objective of the present study was to investigate, through a systematic scientific review, information published in journals on the theme of using biofloc technology in young fish. We sought to examine qualitatively and quantitatively documents related to the subject adopted, collected in the Scopus and Web of Science databases, from 2015 to May 2023. It was understood that scientific works involving intensive technologies of production in order to reduce the use of water resources and land spaces necessary for the activity, can be worked on a larger experimental scale, through partnerships with companies and private properties, as they are denoted in research institutions abroad. In conclusion, although the subject is relatively recent in the field of scientific research, new research is proposed with partnerships and technical-scientific follow-up, which can be carried out based on the sustainable use of biofloc technology applied in an economic and social way in fish farming.

Keywords: Fish farming; Biofloc; Sustainability; Juvenile; Nursery.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo investigar, a través de una revisión científica sistemática, informaciones publicadas en revistas sobre el tema del uso de la tecnología biofloc en alevines. Buscamos examinar cualitativa y cuantitativamente documentos relacionados con el tema adoptado, recopilados en las bases de datos Scopus y Web of Science, desde 2015 hasta mayo de 2023. Se entendió que los trabajos científicos que involucran tecnologías intensivas de producción para reducir el uso de recursos hídricos y los espacios de terreno necesarios para la actividad, pueden ser trabajados en mayor escala experimental, a través de alianzas con empresas y propiedades privadas, como se les denomina en instituciones de investigación en el extranjero. En conclusión, si bien el tema es relativamente reciente en el campo de la investigación científica, se proponen nuevas investigaciones con alianzas y seguimiento técnico-científico, que se pueden realizar a partir del uso sustentable de la tecnología biofloc aplicada de manera económica y social en la piscicultura.

Palabras clave: Piscicultura; Biofloc; Sostenibilidad; Juvenil; Guardería.

1. Introdução

A nutrição provida de alimentos à base de pescado, estão por sua parte mais caracterizados pela sua atribuição primordial na segurança alimentar e nutricional, não tão somente como fonte de proteína, mas como provisor de nutrientes balanceados e essenciais. A prevalência de incluir produtos de base do pescado em planejamentos políticos públicos, induzem ao processo de renovação tecnológica de sistemas de produção aquícola.

No decorrer de um prognóstico até o ano de 2030, segundo a FAO (2022), a produtividade de alimentos aquáticos deve-se aumentar em mais de 13%, se decorrer sobretudo o processo de intensificação e ampliação de sistemas produtivos de aquicultura mais sustentáveis. Este crescimento deve conservar a vitalidade dos ecossistemas aquáticos, precaver poluições aquáticas, preservar a biodiversidade e a igualdade social. Para que se tenha êxito, sistemas de produção aquícolas sustentáveis, programas governamentais, investimentos e programas de capacitações técnicas devem ser tratadas. O desenvolvimento de sistemas de aquicultura demanda inovações técnicas e tecnológicas, associado a programas de melhoramento genético, nutrição com rações balanceadas, biossegurança e controle de sanidade, bem como políticas de abastecimento da cadeia produtiva.

De acordo com Tavares (2013), a aquicultura faz uso irracional da água, tendo perdas por evaporação ou infiltração, esporadicamente a aquicultura devolve o recurso para corpos d'água receptores de forma degradada. A atividade de aquicultura pode impactar negativamente ou positivamente, sendo desta última, a diminuição da poluição ambiental, através de técnicas de uso racional de resíduos gerados na produção, correspondendo ao: resíduos alimentares, naturais e químicos.

O principal impacto gerado pela piscicultura é consequência dos resíduos metabólicos, fezes e restos de alimentos não digeridos presentes na água (Talbot; Hole, 1994). Diante disso, tecnologias e técnicas de manejo, podem ser aplicadas para minimizar os riscos ambientais e melhorar a produtividade com mínimo uso do recurso água e mínimo impacto ambiental nos corpos hídricos.

Perante o aumento da demanda de alimentos nos próximos anos, produtores de proteína aquática optaram por intensificar suas produções, diante destes problemas gerados pela intensificação advém problemas como surtos de doenças, desafios sanitários, econômicos e ambientais. Uma tecnologia que busca reduzir a prática de renovação de água e melhorar a produtividade, obtiveram atenção não somente nas produções, mas também em ramos acadêmicos e científicos. Ciência e pesquisas buscam implementar informações perante o uso da tecnologia denominado "Bioflocos" ou "Biofloc Technology".

Conforme Scopel (2022), a tecnologia de bioflocos – BFT, é uma técnica revolucionária que busca a melhoria da produtividade e redução do uso de água, que já se faz uso no mundo todo em produções intensivas de camarões marinhos. Afirma-se que no Brasil, resultados benéficos tem sido obtidos por laboratórios e centros de pesquisa com pequenas fazendas comerciais. Todavia conclui-se que ainda há falta de informações e pesquisas inovadoras desta tecnologia, tratando de assuntos básicos, como dinâmica microbiológica e química que são discutidos em sistemas como recirculação de água - RAS, e a dificuldade de acessibilidade de informações técnicas aos produtores.

Fundamentos básicos e históricos da tecnologia de bioflocos

De acordo com Emerenciano et al., (2011) o termo “flocos” é uma intitulação que pode ser determinada como o processo de floculação de material orgânico existente no meio de cultivo, tornando-se em uma biomassa orgânica particulada, onde um grupo de pesquisadores da AQUACOP em 1975 denominaram de sistema de cultivo “moulinettes”, que consiste em uma coluna de água em constante movimentação referente a uma forte aeração no meio de cultivo.

O sistema de cultivo em flocos foi desenvolvido na década de 1970, com intuito de aperfeiçoar a produção das espécies de camarões peneídeos, através da IFREMER/COP (French Research Institute for Exploitation of the Sea, Oceanic Center of Pacific), conjuntamente uma empresa Ralston Purina desenvolveu um sistema de cultivo de camarões fundamentado nas bactérias nitrificantes, mantidos em locais totalmente escuros. Diversos estudos foram realizados para abordar de forma extensiva o “flocos” e explicar a complexa interação com material orgânico particulado, substratos físicos e microrganismos como bactérias, protozoários, rotíferos entre outros que fornecem uma biomassa como alimento para espécie principal, ou seja, os estudos se direcionaram para explicar as relações com a água e as bactérias presentes no meio de cultivo (Emerenciano et al., 2011; Emerenciano et al., 2013).

Wasielesky et al., (2013) destaca que nos anos 90 em Israel, o pesquisador Dr. Avnimelech, iniciou diversos experimentos e trabalhos com intuito de formar uma comunidade microbiana, por meio de uma relação Carbono/Nitrogênio na água de cultivo. Em conjunto nos Estados Unidos da América, o pesquisador Dr. Hopkins e colaboradores no centro de pesquisa Weddel Mariculture Center buscam tecnologias de melhorar o uso da água de cultivo com mínima troca de água utilizando a tecnologia de flocos microbianos.

Em um encontro de produtores, técnicos e pesquisadores da tecnologia de bioflocos, Emerenciano, (2021;2022), destaca o êxito da tecnologia de bioflocos praticada no berçário de tilápias, e sua potencialidade para espécies nativas como pacu e lambaris, além da empregabilidade de tecnologias multitróficas com uso de peixes e plantas comestíveis. A tecnologia de bioflocos na piscicultura comprovam diversas vantagens de produção, são elas: a) baixo uso de recursos naturais (água); b) baixo custo em rações (diminuição de exigência de proteína nas rações); c) ação probiótica e imunostimulante (resistência a doenças). Porém, para a fase de terminação, os custos de produção se elevam, quando comparado com sistemas tradicionais de cultivo.

De acordo com Schneider et al., (2005), na condição de os elementos carbono e nitrogênio no meio aquático estiverem em equilíbrio, o processo seriam então a conversão de compostos nitrogenados em biomassa microbiana. Em estudo realizado por Avnimelech (1999) determinou-se que quando adicionado uma fonte de carbono ao ambiente de cultivo, o carbono estimula o desenvolvimento de bactérias heterotróficas, que se nutrem dos compostos nitrogenados transformando-os em biomassa microbiana ou flocos microbianos.

É importante destacar que em sistemas de cultivo, sendo eles tanques ou viveiros, em consequência da entrada de alimentos externos (rações), há um processo de formação natural de algas, quando o sistema se caracteriza como baixa troca de água ou mínima descarte de efluente. Sendo assim, em ambientes que passam pelo processo natural de formação de algas, inicia-se o processo natural de formação de bactérias, que com o processo de aeração empregada, alta entrada de alimentos e material de origem particulado, ocorre o processo de floculação, que permanecem na coluna da água, que em tal caso denominou-se partículas de bioflocos por apresentarem microrganismos aderidos (Avnimelech, 2015; Browdy et al., 2012).

Conforme relatado por Scopel (2022), o processo de formação natural de bioflocos, se trata de um balanço microbiológico natural que em consequência de alto acúmulo de matéria orgânica, elevando a relação de carbono/nitrogênio associado com intensa aeração e sem troca de água pode intensificar o processo de formação dos bioflocos. Desta forma, para que haja desenvolvimento dos bioflocos, é necessário estabelecer a fertilização orgânica através de uma fonte de carbono, que controla os níveis de amônia na água. A quantidade de carbono a ser inserida no sistema de cultivo, irá depender da quantidade

de ração fornecida pela alimentação, estabelecendo assim uma relação carbono nitrogênio (C/N) e quando os níveis de amônia estiverem altos. Estima-se que para cada 1 grama de nitrogênio amoniacal (amônia total dissolvida na água), devem ser fornecidos 6 gramas de carbono. Entretanto, pode-se afirmar que os bioflocos formam-se através das sobras de ração e excretas de peixes e camarões cultivados, gerando amônia, sendo utilizado como insumo para conversão de uma proteína microbiana (Ebeling et al., 2006; Hargreaves, 2006; Wasielesky et al., 2013).

Salienta-se até o presente momento a importância das universidades no desenvolvimento de pesquisas, incrementando a utilidade da tecnologia em empreendimentos do setor aquícola. Embora a tecnologia necessite-se de estudos contínuos, desde os meados de 1970 até aos dias atuais, muitas pesquisas obtiveram sucessos e fracassos, para que o corpo técnico tivesse dominância e bases de aperfeiçoamento na criação de organismos aquáticos com uso da tecnologia dos bioflocos. O objetivo do presente estudo foi investigar por meio de revisão sistemática científica informações publicadas em periódicos sobre a temática de utilização da tecnologia de bioflocos em formas jovens de peixes.

2. Metodologia

No que se refere ao método, esta pesquisa está classificada como uma revisão bibliográfica sistemática, que busca examinar e analisar um determinado assunto com base em artigos científicos em periódicos, revistas e outros. Este modelo de pesquisa tem por finalidade trazer em forma de análise, uma revisão narrativa de assuntos científicos relacionados ao tema abordado (Marconi & Lakatos, 2003; Martins & Pinto, 2001).

Neste estudo buscou-se examinar de forma qualitativa e quantitativa, de modo que na forma quantitativa examinou-se entre o assunto determinado, palavras-chaves, revista e base de dados. Enquanto de forma qualitativa, buscou-se analisar a relevância da pesquisa e os resultados alcançados pelos autores. As referências primárias, são obtidas através termos determinados como palavras-chave, onde buscou-se através de documentos informações relacionadas aos fundamentos da “tecnologia de bioflocos aplicada a formas juvenis na piscicultura”, coletadas a partir da base de dados da Scopus e na Web of Science, no período de 2015 até o ano de 2023.

Sendo utilizado como termos de inclusão, “biofloc system” e “fish juvenile”. Devido à alta quantidade de documentos relacionando o uso da tecnologia de bioflocos na carcinicultura, determinou-se como termos de exclusão na pesquisa, as seguintes palavras-chaves, “shrimp”, “macrobrachium”, “raceway”, “flocoponic”, “bioras” e “recirculating aquaculture”. Portanto os artigos selecionados apresentavam apenas fases larvais e juvenis de peixes, aplicando-se a tecnologia de bioflocos. Os critérios de inclusão e exclusão de documentos foram aplicados em ambas as bases de dados Scopus e Web of Science no período determinado. O presente trabalho analisou-se periódicos que aplicassem o uso da tecnologia de bioflocos em formas jovens de peixes.

3. Resultados e Discussão

Após a listagem dos documentos publicados nos periódicos, notou-se através da amplitude da temática, apenas 141 artigos abordaram estudos e aplicação da tecnologia de bioflocos em formas jovens de peixes. Embora que a tecnologia seja mais pesquisada e aplicada na carcinicultura, considerou-se que o índice de utilização de sistemas mais intensivos na piscicultura tem-se elevado, buscando novas tecnologias e técnicas. Os principais periódicos da listagem são apresentados de acordo com a Quadro 1.

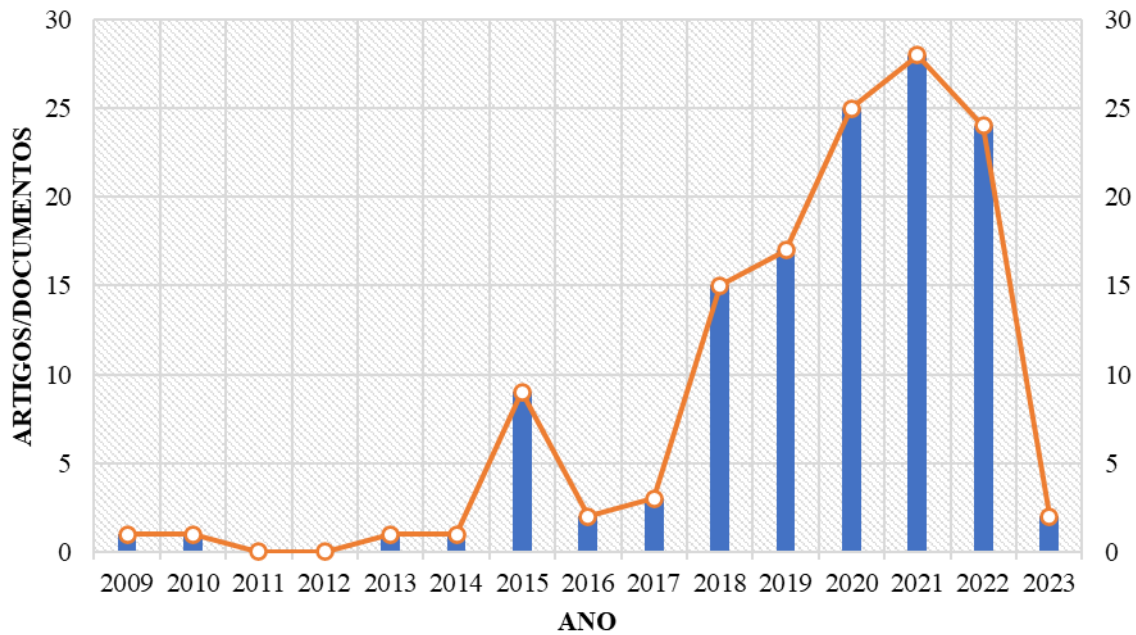
Quadro 1 - Principais periódicos com abrangência em tecnologia de bioflocos na piscicultura.

REVISTAS/PERIÓDICOS	EDITORAS	FATOR DE IMPACTO
<i>Aquaculture</i>	ELSEVIER	38.40
<i>Aquaculture Research</i>	WILEY	14.40
<i>Aquaculture International</i>	SPRINGER NATURE	7.20
<i>Fish Shellfish Immunology</i>	MDPI	5.60
<i>Aquaculture Reports</i>	TAYLOR & FRANCIS	4.00
<i>Aquaculture Nutrition</i>	WILEY	3.20
<i>Latin American Journal Of Aquatic Research</i>	UNIVERSIDADE CATÓLICA DE VALPARAÍSO	2.40
<i>Boletim do Instituto de Pesca</i>	INSTITUTO DE PESCA DE SÃO PAULO	1.60
<i>Ciência e Agrotecnologia</i>	UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS – UFLA	1.60
<i>Iranian Journal Of Fisheries Sciences</i>	IRANIAN FISHERIES SCIENCE RESEARCH INSTITUTE	1.60

Coletados na base de dados da *Web of Science* e na *Scopus* (2023). Fonte: Autoria própria (2023).

Pode-se afirmar de acordo com o período selecionado para listagem de documentos do ano de 2015 a 2023, constatou-se que os anos de 2020, 2021 e 2022 foram os períodos em que houve maior frequência de publicações sobre a temática de tecnologia de bioflocos aplicada a formas jovens de peixes. Assim como observado por Tavares et al. (2021), o período de 2017 apresentou o marco de maior frequência de pesquisas e aplicação da tecnologia de bioflocos em tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*). Neste presente estudo, observa-se o mesmo caso relacionado, afirmando a maior frequência de aplicabilidade da tecnologia de bioflocos em peixes no período determinado (Figura 1).

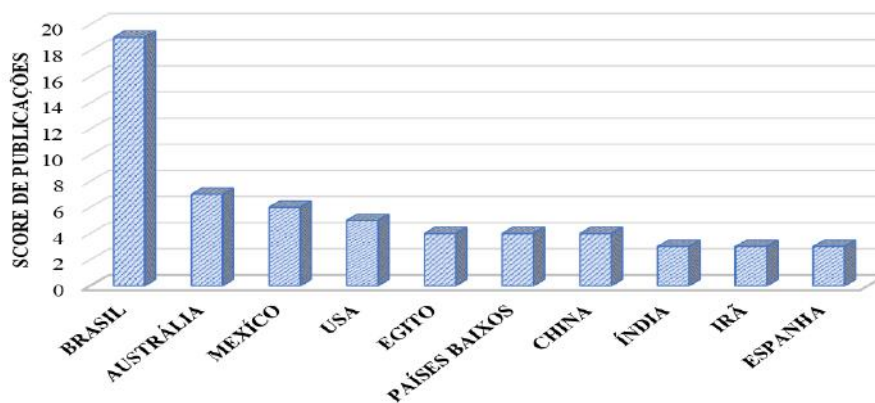
Figura 1 - Períodos de publicações com temática de “aplicabilidade da tecnologia de bioflocos em formas jovens de peixes”.



Fonte: Autoria própria (2023).

O Brasil é o país com grande amplitude de pesquisas, análises e publicações relacionadas à tecnologia de bioflocos voltada para piscicultura (Figura 2). Diante deste ponto, pode-se dizer que a cadeia produtiva de piscicultura no Brasil, demanda formas jovens e alevinos de peixes para o crescimento do setor e oferta de produtos de origem do pescado no país. Portanto, relaciona-se que a indústria da piscicultura demanda tecnologias intensivas e amigáveis com o meio ambiente devido a legislação ambiental, correspondendo a necessidade de pesquisas em aplicações de tecnologias intensivas com baixa renovação de água na piscicultura, onde na qual a tecnologia de bioflocos se destaca.

Figura 2 - Índice de documentos publicados relacionados ao tema determinado pelo estudo.

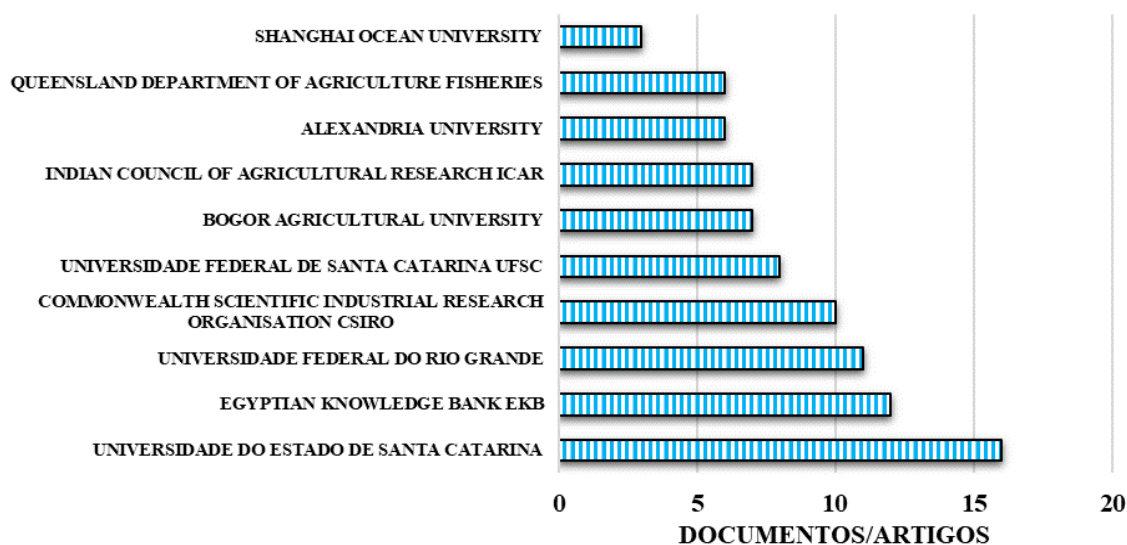


Fonte: Autoria própria (2023).

As instituições e universidades possuem ampla importância no desenvolvimento e propagação de pesquisas, tecnologias e informações técnico-científicas, ainda que o Brasil possua maior apelo em assistência de instituições, universidades e laboratórios. Na cadeia da carcinicultura, nota-se maior produtividade e participação destes polos técnicos e científicos, justificando o nível tecnológico do país no setor. No entanto, para produção de peixes, nota-se que as instituições

de produção técnico e científico, estão com menos aproximação do setor, indicando possibilidade de que tecnologias intensivas para peixes ainda estão sendo investigadas e trabalhadas para melhor atender o cenário atual da indústria. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDSC), Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) demonstram ter maior produtividade científica da tecnologia de bioflocos em formas jovens de peixes (Figura 3).

Figura 3 - Índice de instituições de produções técnico-científico da tecnologia de bioflocos em formas jovens de peixes.



Fonte: Autoria própria (2023).

Após aplicar o critério de exclusão de palavras-chave em ambas as bases de dados coletados (Quadro 2), os artigos selecionados para análise e discussão perante a temática da tecnologia de bioflocos em formas jovens de peixes.

Quadro 2 - Artigos selecionados para análise de revisão sobre a tecnologia de bioflocos em formas jovens de peixes.

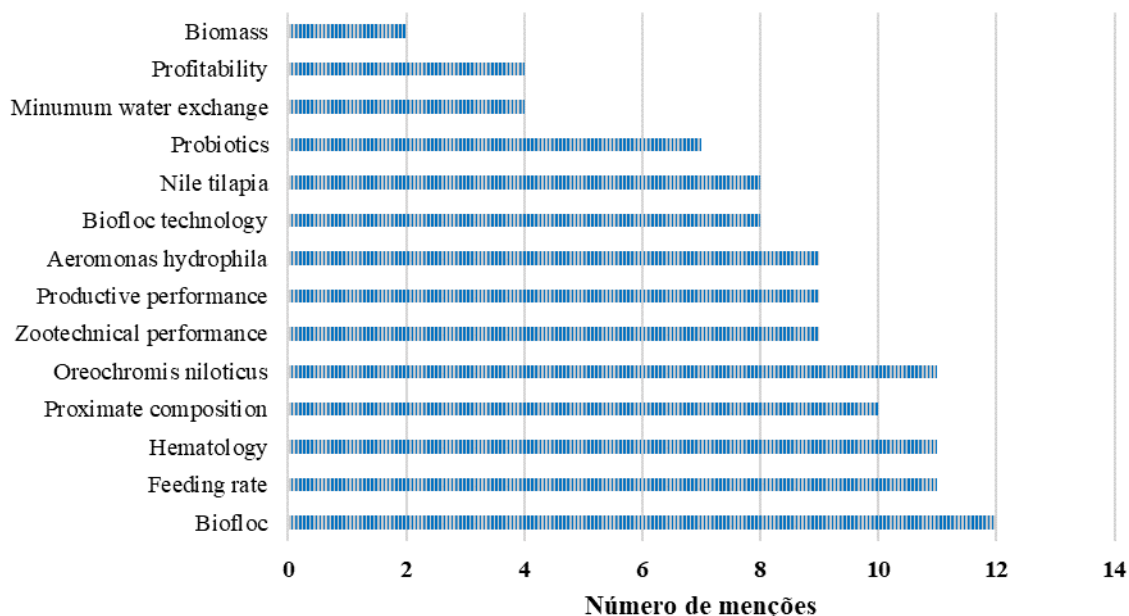
TÍTULO DA PESQUISA	AUTOR(ES)	ANO	REVISTA
<i>Influence of carbon/nitrogen ratios on biofloc production and biochemical composition and subsequent effects on the growth, physiological status and disease resistance of African catfish (Clarias gariepinus) cultured in glycerolbased biofloc systems</i>	Dauda et al.	2018	Aquaculture
<i>Tenebrio molitor meal in diets for Nile tilapia juveniles reared in biofloc system</i>	Tubin et al.	2020	Aquaculture
<i>Use of symbiotics in biofloc (BFT)-based Nile tilapia culture: Production performance, intestinal morphometry and hematological parameters</i>	Laice et al.	2021	Aquaculture
<i>Effects of different stocking densities on Nile tilapia performance and profitability of a biofloc system with a minimum water exchange</i>	Manduca et al.	2021	Aquaculture
<i>Optimal dietary protein level for pacu Piaractus mesopotamicus juveniles reared in biofloc system</i>	Pires et al.	2022	Aquaculture
<i>Influence of stocking density on growth, digestive enzyme activities, immune responses, antioxidant of Oreochromis niloticus fingerlings in biofloc systems</i>	Liu et al.	2018	Fish & Shellfish Immunology

<i>Farming tambaqui (Colossoma macropomum) in static clear water versus a biofloc system with or without Bacillus subtilis supplementation</i>	Santos et al.	2021	Aquaculture International
<i>Applying biofloc technology in the culture of juvenile of Piaractus brachypomus (Cuvier, 1818): Effects on zootechnical performance and water quality</i>	Sandoval-vargas et al.	2020	Aquaculture Research
<i>Assessing the Impact of using biofloc system with different feeding rates on Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) Performance</i>	Magouz et al.	2021	Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society
<i>Compensatory growth of Nile tilapia Oreochromis niloticus, L. subjected to cyclic periods of feed restriction and feeding in a biofloc system</i>	Gallardo-collí et al.	2020	Aquaculture Research
<i>Nile tilapia nursery feeding management in a biofloc system</i>	Silva et al.	2022	Ciência e Agrotecnologia
<i>Culture of pacu Piaractus mesopotamicus in biofloc technology (BFT): insights on dietary protein sparing and stomach content</i>	Sgnaulin et al.	2021	Aquaculture International

Fonte: Autoria própria (2023).

Para melhor visualizar o efeito dos critérios de inclusão e exclusão de palavras-chave em documentos científicos, foi elaborado um índice, contendo as palavras-chave que mais se destacaram nos artigos selecionados, onde pode ser notado que as palavras-chave mais mencionadas são “biofloc”, “feeding rate”, “Oreochromis niloticus” e “hematology” (Figura 4).

Figura 4 - Índice de palavras-chave dos artigos selecionados para a pesquisa.



Fonte: Autoria própria (2023).

Dauda et al. (2018) avaliaram os efeitos do aumento da relação carbono/nitrogênio (C/N) de 0, 10, 15 e 20, quando utilizado glicerol como fonte de carbono no sistema de bioflocos, avaliando produção e composição bioquímica do bioflocos na dinâmica da qualidade de água, desempenho no crescimento, composição bioquímica das atividades enzimáticas digestivas de juvenis de bagres africanos (*Clarias gariepinus*), e sua resistência a uma bactéria patogênica *Aeromonas hydrophila* em sistema

com tecnologia bioflocos. Os autores chegaram ao resultado de que o volume de bioflocos foi significativamente maior na relação carbono/nitrogênio de 20, porém a biomassa microbiana foi maior na relação 15 C/N. Devido ao volume maior de flocos na relação 20:1 C/N, o seu nível de oxigênio dissolvido foi menor ao longo do experimento, o nível de amônia-nitrogênio da relação controle (0 C/N) foi gradativamente maior que comparados aos sistemas com bioflocos. Os níveis de sobrevivência e crescimento relativo foram semelhantes em ambos os tratamentos com bioflocos. O nível de colesterol muscular foram menores nos peixes submetidos em ambos os tratamentos com bioflocos. Após acometer os bagres africanos a uma bactéria patogênica *A. hydrophila*, o nível de sobrevivência foi maior nas relações 15 C/N e 20 C/N, que comparadas aos danos histopatológicos do fígado em relações 10 C/N e relação controle 0 C/N. Como conclusão os autores indicam que o uso de glicerol na formação de bioflocos deve-se manter uma relação C/N de 15:1, por manter maior equilíbrio da qualidade de água, bem como sua resistência a bactéria patogênica *Aeromonas hydrophila*.

Tubin et al. (2020) avaliaram diferentes níveis de inclusão de farinha de *Tenebrio molitor* (TM), 0 (controle), 5, 10, 15 e 20%, em rações fornecidas para juvenis de tilápias (*Oreochromis niloticus*) criadas em sistemas de bioflocos. Avaliando-se parâmetros zootécnicos, hematológicos e bioquímicos, assim como a qualidade de água, composição centesimal de carcaça da tilápia e do bioflocos, da comunidade planctônica e perfil de ácidos graxos do *Tenebrio molitor*. Os parâmetros de qualidade de água foram mantidas dentro das exigências da espécie estudada e não houve diferenças em ambos os tratamentos. O sistema de bioflocos foi mantido numa relação inicial de carbono/nitrogênio de 15C:1N e posteriormente 12C:1N, em nível de macrocosmos (grande volume de água) e microcosmos (pequeno volume de água). Em relação ao desempenho zootécnico, o peso final, ganho de peso, consumo de ração e taxa de crescimento específico (SGR), tiveram efeito linear crescente conforme os níveis de inclusão da farinha de *T. molitor*. Contudo em relação ao fator de conversão alimentar (FCR), verificou-se um efeito linear decrescente conforme o aumento dos níveis de farinha de *T. molitor* nas dietas.

No estudo de Tubin et al., (2020), os níveis de inclusão acima de 10.83%, indicam uma queda na sobrevivência, e consequentemente, na produtividade. No monitoramento das comunidades planctônicas associadas ao bioflocos, cinco grupos de microorganismos foram identificados, dentre eles, protozoários, microalgas em geral, diatomáceas, rotíferos e dinoflagelados, apresentando oscilações ao longo da realização do experimento, definindo total presença de protozoários e microalgas. Os níveis de ácidos graxos foram predominante os de cadeias longas, devido ao fato da influência do substrato onde os insetos foram mantidos, logo os autores recomendam melhores avaliações e futuros trabalho sobre o perfil de ácidos graxos nas farinhas de insetos. Enquanto a composição centesimal do bioflocos, respectivamente indicou valores semelhantes ao de outros trabalhos em sistema de bioflocos com valores de proteína (21.30%) e cinzas (33.49%), mas no presente estudo apresentou alto teor de lipídeos, devido à alta concentração de diatomáceas e microalgas, fonte natural de lipídeos. Portanto, os níveis aceitáveis, segundo os autores é incluir até 10% de farinha de *T. molitor* em dietas de juvenis para tilápias criadas em sistemas de bioflocos.

Laice et al. (2021) buscaram avaliar o desempenho produtivo, parâmetros hematológicos e morfometria intestinal de juvenis de tilápia do nilo (33 gramas) criadas em sistemas de bioflocos com uso de simbiótico comercial. Os peixes foram avaliados em sistemas de bioflocos com e sem simbióticos. Os simbióticos foram adicionados na proporção de 0,2 mg/L. Os autores chegaram ao resultado de que o peso final, ganho de peso e a taxa de crescimento específico foram maiores em sistema de bioflocos com uso de simbióticos, do que naqueles em sistema com bioflocos sem uso de simbióticos. Apesar de que, a conversão alimentar foi maior em sistema de bioflocos sem uso de simbióticos (1,02) quando comparados ao com uso de simbióticos (0,94). O comprimento total e a sobrevivência não diferem entres os grupos. Os parâmetros hematológicos foram melhores em peixes criados em bioflocos com simbióticos. A inclusão de simbióticos na água de sistemas de bioflocos melhorou o desempenho e os parâmetros hematológicos de tilápias em fase inicial, sem causar diferenças significativas na morfometria intestinal dos peixes.

Manduca et al. (2021) verificaram os efeitos de diferentes níveis de densidades de estocagem de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), 18.75, 37.50, 56.25, e 75.00 peixes/m³, em fase de crescimento para terminação criada em sistemas de bioflocos com taxas de renovação de água de 5% por dia, por um período de 260 dias. Analisando os parâmetros de qualidade da água, desempenho zootécnico, sobrevivência, composição corporal, morfometria das brânquias e qualidade nutricional do bioflocos. Além disso, o presente estudo realizou análise de rentabilidade econômica em dois cenários com estimativas de preço de venda para estabelecer melhor índice de densidade de estocagem para tilápias em sistemas de bioflocos. Em presente estudo, conforme o aumento da densidade de estocagem, houve redução de oxigênio dissolvido e níveis de pH, como esperado pelos autores. Com a taxa renovação diária de 5%, os autores conseguiram reduzir os níveis de sólidos sedimentáveis no sistema em até 23,75%, porém, não foi apresentado no presente trabalho o volume total de água descartado ao final do experimento, o que poderia indicar como um fator insustentável ao uso da tecnologia de bioflocos. A maior taxa de ganho de peso foi obtida na menor densidade de estocagem, de 2,84 gramas/dia, resultando em maior peso final de 842,26 gramas ao final do experimento. Quanto a avaliação de rentabilidade econômica, os autores concluíram que a densidade de estocagem intermediária, ou seja, 33 peixes/m³, teve maior rentabilidade por apresentarem pesos corporais mais aceitáveis e possíveis preços de venda elevados. Porém os autores não deixam informações relevantes quanto ao custo de aeração, que pode inibir a rentabilidade econômica do possível estudo, sem uma avaliação prévia do consumo de oxigênio pelas bactérias degradadoras de matéria orgânica no sistema, onde na qual foi obtida um volume superior de 1000 mg/l de sólidos, acima do recomendado para operação sustentável do sistema com uso de tecnologia de bioflocos.

Pires et al. (2022) buscaram avaliar os efeitos de níveis de proteína sobre o desempenho zootécnico, parâmetros hematológicos e bioquímicos, índices somáticos e rendimentos de carcaça e filé de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) criados em sistema de bioflocos. Cinco dietas experimentais foram formuladas com níveis crescentes de proteína bruta (PB) sendo 194, 232, 278, 316 e 359 g.kg⁻¹. Índices zootécnicos, como ganho de peso, taxa de crescimento específico, valor de proteína na carcaça e rendimento de carcaça, aumentaram significativamente conforme os níveis crescentes de proteína na dieta. Entretanto, o nível de eficiência proteica diminuiu de acordo com níveis crescentes de proteína na ração, o que precisa ser melhor investigado em sistemas de cultivo intensivo de peixes utilizando tecnologia de bioflocos. Parâmetros hematológicos e bioquímicos não diferiram. Concluíram que os níveis ideais de proteína na dieta para melhor crescimento e desenvolvimento de juvenis de pacu cultivados em sistema de bioflocos são 310 g.kg⁻¹ de proteína bruta.

Liu et al. (2018) estudaram o crescimento, atividade enzimática digestiva, imunológica e status antioxidantes de alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes densidades de estocagem (166, 333 e 600 alevinos/m³), em sistema de bioflocos utilizando glicose como fonte de carbono. Os peixes mantidos em baixa densidade e média densidade apresentaram melhores índices de crescimento e atividade enzimática digestiva, enquanto peixes mantidos em alta densidade e controle, tiveram baixos índices. Em relação a resposta imunológica e antioxidante, apenas foram observadas diferenças significativas em peixes mantidos na densidade de 600 alevinos/m³ e no controle sem bioflocos. Sendo assim, a maior taxa de sobrevivência foi observada em grupos mantidos em baixa densidade e média densidade. Neste trabalho os autores realizaram um teste de reposta imunológica com patógeno *Vibrio harveyi*, onde na qual grupo controle e na maior densidade tiveram menores índices de sobrevivência e resposta imune. Logo os autores indicaram que os bioflocos em altas densidades para alevinos precisam ser melhor estudadas quando em situações estressantes a doenças.

Santos et al. (2021) avaliaram neste estudo, a eficácia de suplementação de *Bacillus subtilis* (BS) em sistema de cultivo estático de águas claras (CW), comparado com sistema de cultivo com tecnologia de bioflocos (BFT), avaliando crescimento, produtividade e composição corporal de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Em resultados, os autores revelaram que independente da suplementação de *B. subtilis* na água do sistema, peixes criados em sistema com tecnologia de bioflocos (BFT) apresentaram melhor desempenho zootécnico, do que aqueles que cultivados em sistema de

água clara (CW). Ganho de peso de juvenis de tambaqui em sistema com BFT (33,57 g) comparado com sistema CW (19,97 g), eficiência proteica (BFT 0,16; CW 0,11), conversão alimentar (BFT 0,71; CW 0,84), taxa de crescimento relativo (BFT 1,52; CW 1,06). Os autores concluem que a tecnologia de bioflocos pode economizar água, diminuir efluentes na aquicultura e promover um cultivo mais sustentável do tambaqui, embora a bactéria *B. subtilis* seja comum no trato intestinal do tambaqui, sua suplementação apenas melhorou o fator de bem-estar dos peixes.

Sandoval-Vargas et al. (2020) avaliaram o desempenho zootécnico e a qualidade da água no cultivo de juvenis de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) utilizando tecnologia de bioflocos (BFT), comparando com um sistema com troca diária de água (DWE), utilizando densidades de estocagem de 20 e 40 indivíduos por m³ e relação carbono/nitrogênio de 15C/1N. Não houve diferenças estatísticas significativas em ambos os sistemas quanto aos parâmetros de qualidade de água. Enquanto desempenho zootécnico foram significativamente influenciados pela densidade de estocagem quanto pelo sistema de cultivo, melhores resultados de ganho de peso diário, ganho de peso total e comprimento total foram obtidas do sistema de troca diária de água com densidade de 20 indivíduos por m³. Os autores concluem que o sistema de cultivo com tecnologia de bioflocos e sistema com troca diária de água são ambos efetivos para produção de *P. brachypomus* em cativeiro, enfatizando que a tecnologia de bioflocos pode ser aplicado em regiões com escassez hídricas.

Magouz et al. (2021) buscaram avaliar os efeitos da tecnologia de bioflocos no cultivo de juvenis de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes taxas de alimentação (0,5, 1 e 1,5%) com troca zero de água e seu impacto na criação de organismos aquáticos. Ademais os autores examinaram os efeitos no desempenho zootécnico, atividade enzimática, hematologia, resposta imunológica e composição dos flocos. Os peixes foram mantidos em escala de macrocosmos (grande volume de água) sendo 2 m³, alimentados duas vezes ao dia. Os parâmetros de qualidade da água não tiveram mudanças significativas, respeitando os níveis ótimos para espécie cultivada. O desempenho de crescimento e eficiência proteica melhoraram conforme o aumento das taxas de alimentação, enquanto a melhor taxa de conversão alimentar foi obtida no tratamento com 0,5% de taxa de alimentação. Houve melhoria nos parâmetros hematológicos e bioquímicos da tilápia, o que reflete o efeito positivo da proteína microbiana na condição de cultivo da tilápia. Em conclusão do presente estudo, os autores relatam que uma taxa de alimentação de 0,5% teve efeitos benéficos na qualidade de água, quantidade de ração ofertada e crescimento dos peixes, além de aumentar a taxa de proteína corporal, resposta imune e melhoria da microbiota intestinal.

Gallardo-Collí et al. (2020) determinaram o crescimento compensatório de juvenis de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidas a períodos cíclicos de restrição alimentar e alimentação em sistema de cultivo de bioflocos, determinado o efeito sobre o desempenho produtivo, composição proximal e índices somáticos. O experimento foi conduzido da seguinte forma: restrição alimentar (R) e alimentação (F) para cada tratamento foi de 1:3, sendo os tratamentos R1:F3 (restrição alimentar 1 dia, alimentação 3 dias), R3:F9 (restrição alimentar 3 dias, alimentação 9 dias), R6:F18, R8:F24 e R12:F36, enquanto o grupo de tratamento controle recebeu ração diariamente. O crescimento compensatório foi alcançada nos tratamentos R6:F18 e R12:F36, no entanto foi observado redução de 40% nos índices somáticos dos tratamentos em relação ao grupo controle. Conforme os resultados do experimento apontam, a alimentação cíclica de 12 dias de restrição alimentar e 36 dias de alimentação (R12F:36) induziu a uma compensação completa de ganho de peso e reserva energética durante o cultivo em bioflocos, obtendo desempenho produtivo semelhante do tratamento controle sem restrição. Os autores concluem que necessitam de melhores investigações de aplicação da técnica de crescimento compensatório em sistema com tecnologia de bioflocos.

Silva et al. (2022) avaliaram efeitos de diferentes manejos alimentares em cultivo de alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema de bioflocos por 49 dias, sendo cinco tratamentos diferentes de manejo alimentar. Logo observaram que conforme o aumento da taxa de alimentação provocaram aumento nos compostos nitrogenados e nível de sólidos na água, influenciando na taxa de conversão alimentar. Ademais, o excesso de ração fornecida para tilápias em

bioflocos aumentaram a massa do fígado e gordura visceral, aumentando os níveis de sólidos no sistema de cultivo e consumo de alcalinidade. Em contrapartida, taxa de alimentação muito baixa obtiveram diminuição do crescimento e uniformidade dos peixes. Os autores recomendam diante dos resultados obtidos do experimento, que na fase de berçário de tilápias em sistema de bioflocos o tratamento com 26% abaixo da maior taxa de alimentação proposta, obteve melhor resultado, enquanto o manejo alimentar de maior alimentação causa lesões histopatológicas, aumenta o nível de colesterol e possivelmente o fator de bem-estar dos peixes.

Sgnaulin et al. (2021) com o intuito de aumentar a sustentabilidade na criação de pacu, os autores compararam o desempenho de juvenis de pacus (*Piaractus mesopotamicus*) criados em sistema de bioflocos recirculado sem uso de filtros e troca de água, com sistema de cultivo em água limpa (CW). Foram estabelecidos três tratamentos, sendo eles: água limpa com dieta 27% PB (CW-27), bioflocos com 27% PB (BFT-27) e bioflocos com 22%PB (BFT-22). O desempenho de crescimento, todas as variáveis avaliadas foram superiores no tratamento BFT-27 E BFT-22, comparado ao tratamento de águas claras CW-27. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos com dietas diferentes nos sistemas com bioflocos, o que pode estar relacionado com a presença de microorganismos nos flocos microbianos, obtendo melhor desempenho produtivo comparado ao sistema de águas claras. Os autores enfatizam que embora o pacu não apresenta hábito filtrador, foi evidenciado consumo de bioflocos no conteúdo estomacal, indicando a viabilidade técnica do cultivo de pacus em sistema com bioflocos, reduzindo o nível de proteína na dieta de 27 para 22% de proteína bruta, sem afetar o desempenho zootécnico dos peixes.

4. Considerações Finais

Com a intensificação e aumento da demanda de alimentos de origem animal nos próximos anos, o setor de aquicultura demanda avanços tecnológicos que contribuem com uma produtividade responsável e consciente em âmbito ambiental. Diante disso, dos artigos selecionados do presente estudo, são comumente aplicados o desenvolvimento de novas técnicas de cultivo, relacionando fatores de bem-estar animal, desempenho zootécnico, redução de recurso hídrico e desenvolvimento sustentável da tecnologia de bioflocos aplicada a formas jovens de diversas espécies de peixes.

Portanto, diversos trabalhos ainda apresentam metodologias diversificadas e análises estatísticas variadas, obtendo resultados contrastantes ao que a tendência tecnológica condiz, é possível concluir que todos os trabalhos apresentam nível experimental, realizados a nível de microcosmos, ou seja, baixo volume de água. Os trabalhos que envolvem tecnologias intensivas na piscicultura que obtém o objetivo de reduzir recursos hídricos e espaços de terra necessários para atividade, podem ser trabalhados em maior escala, ou seja, com parcerias com empresas e propriedades privadas como são denotadas em instituições de pesquisa no exterior.

Conclui-se que, apesar do assunto ser relativamente recente no domínio da pesquisa científica, o setor demanda e aplicam a tecnologia muitas vezes sem embasamento técnico-científico, novas pesquisas com parcerias e acompanhamento técnico devem ser realizadas para que possibilitem o uso sustentável da tecnologia de bioflocos de forma econômica e social.

Referências

- Avnimelech, Y. (1999). Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176(3–4), 227–235. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00085-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00085-X)
- Avnimelech, Y. (2015). *Biofloc Technology - A Practical Guide Book* (3rd Edition). The World Aquaculture Society, Baton Rouge.
- Browdy, C. L., Ray, A. J., Leffler, J. W., & Avnimelech, Y. (2012). Biofloc-based Aquaculture Systems. Em *Aquaculture Production Systems* (p. 278–307).
- Dauda, A. B., Romano, N., Ebrahimi, M., Teh, J. C., Ajadi, A., Chong, C. M., Karim, M., Natrah, I., & Kamarudin, M. S. (2018). Influence of carbon/nitrogen ratios on biofloc production and biochemical composition and subsequent effects on the growth, physiological status and disease resistance of African catfish (*Clarias gariepinus*) cultured in glycerol-based biofloc systems. *Aquaculture*, 483, 120–130. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.016>

- Ebeling, J. M., Timmons, M. B., & Bisogni, J. J. (2006). Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257(1–4), 346–358. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2006.03.019>
- Emerenciano, M. (2021, outubro). *Berçário de tilápias em bioflocos: por que esta abordagem ainda não deslanchou? - Colunas - Aquaculture Brasil - O maior portal brasileiro sobre aquicultura*. Revista Aquaculture Brasil. <https://www.aquaculturebrasil.com/coluna/263/bercario-de-tilapias-em-bioflocos:-por-que-esta-abordagem-ainda-nao-deslanchou->
- Emerenciano, M. (2022). *III Workshop Sul-Brasileiro de Bioflocos: massa crítica de um continente! - Colunas - Aquaculture Brasil - O maior portal brasileiro sobre aquicultura*. Revista Aquaculture Brasil - Edição nº 25 - Outubro/Dezembro. <https://www.aquaculturebrasil.com/coluna/300/iii-workshop-sul-brasileiro-de-bioflocos:-massa-critica-de-um-continente->
- Emerenciano, M., Cuzon, G., Goguenheim, J., & Gaxiola, G. (2011). Floc contribution on spawning performance of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris*. *Aquaculture Research*, 1–11. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03012.x>
- Emerenciano, M., Gaxiola, G., & Cuzo, G. (2013). Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry. Em *Biomass Now - Cultivation and Utilization*. InTech. <https://doi.org/10.5772/53902>
- FAO. (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul*. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- Gallardo-Collí, A., Pérez-Fuentes, M., Pérez-Rostro, C. I., & Hernández-Vergara, M. P. (2020). Compensatory growth of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*, L. subjected to cyclic periods of feed restriction and feeding in a biofloc system. *Aquaculture Research*, 51(5), 1813–1823. <https://doi.org/10.1111/are.14530>
- Hargreaves, J. A. (2006). Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 34(3), 344–363. <https://doi.org/10.1016/J.AQUAENG.2005.08.009>
- Laice, L. M., Corrêa Filho, R. A. C., Ventura, A. S., Farias, K. N. N., Silva, A. L. do N., Fernandes, C. E., Silva, A. C. F., Barbosa, P. T. L., de Souza, A. I., Emerenciano, M. G. C., & Povh, J. A. (2021). Use of symbiotics in biofloc (BFT)-based Nile tilapia culture: Production performance, intestinal morphometry and hematological parameters. *Aquaculture*, 530. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735715>
- Liu, G., Ye, Z., Liu, D., Zhao, J., Sivaramasamy, E., Deng, Y., & Zhu, S. (2018). Influence of stocking density on growth, digestive enzyme activities, immune responses, antioxidant of *Oreochromis niloticus* fingerlings in biofloc systems. *Fish and Shellfish Immunology*, 81, 416–422. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.07.047>
- Magouz, F. I., El-Hamady, A. K., Moustafa, E. M., & Mansour, A. I. A. (2021). Assessing the Impact of using biofloc system with different feeding rates on Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Performance. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 72(2), 2935–2944. <https://doi.org/10.12681/jhvms.27535>
- Manduca, L. G., Silva, M. A. da, Alvarenga, É. R. de, Alves, G. F. de O., Ferreira, N. H., Teixeira, E. de A., Fernandes, A. F. A., Silva, M. de A. e., & Turra, E. M. (2021). Effects of different stocking densities on Nile tilapia performance and profitability of a biofloc system with a minimum water exchange. *Aquaculture*, 530. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735814>
- Marconi, M. de A., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica* (5a ed). Atlas.
- Martins, G. de A., & Pinto, R. L. (2001). *Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos*. Atlas.
- Pires, D. C., Bezerra, G. A., Watanabe, A. L., Neto, C. C. B., de Almeida Bicudo, Á. J., & Hisano, H. (2022). Optimal dietary protein level for pacu *Piaractus mesopotamicus* juveniles reared in biofloc system. *Aquaculture*, 556. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738274>
- Sandoval-Vargas, L. Y., Jiménez-Amaya, M. N., Rodríguez-Pulido, J., Guaje-Ramírez, D. N., Ramírez-Merlano, J. A., & Medina-Robles, V. M. (2020). Applying biofloc technology in the culture of juvenile of *Piaractus brachyomus* (Cuvier, 1818): Effects on zootechnical performance and water quality. *Aquaculture Research*, 51(9), 3865–3878. <https://doi.org/10.1111/are.14734>
- Santos, D. K. M., Kojima, J. T., Santana, T. M., de Castro, D. P., Serra, P. T., Dantas, N. S. M., da Fonseca, F. A. L., Mariúba, L. A. M., & Gonçalves, L. U. (2021). Farming tambaqui (*Colossoma macropomum*) in static clear water versus a biofloc system with or without *Bacillus subtilis* supplementation. *Aquaculture International*, 29(1), 207–218. <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00618-w>
- Schneider, O., Sereti, V., Eding, E. H., & Verreth, J. A. J. (2005). Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 32(3–4), 379–401. <https://doi.org/10.1016/J.AQUAENG.2004.09.001>
- Scopel, B. (2022). Sistemas Intensivos com mínimo uso de água para camarões: os conceitos básicos essenciais. *Panorama da Aquicultura*, edição 185, 44–51.
- Sgnaulin, T., Pinho, S. M., Durigon, E. G., Thomas, M. C., de Mello, G. L., & Emerenciano, M. G. C. (2021). Culture of pacu *Piaractus mesopotamicus* in biofloc technology (BFT): insights on dietary protein sparing and stomach content. *Aquaculture International*, 29(5), 2319–2335. <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00748-9>
- Silva, B. C. da, Rosa, K. V., Massago, H., Serafini, R. de L., & Vieira, F. D. N. (2022). Nile tilapia nursery feeding management in a biofloc system. *Ciencia e Agrotecnologia*, 46. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202246009422>
- Talbot, C., & Hole, R. (1994). Fish diets and the control of eutrophication resulting from aquaculture. *J. Appl. Ichthyol*, 10, 258–270.
- Tavares, L. H. S. (2013). *Uso racional da Água em Aquicultura*.
- Tavares, S. G., Queiroz, S. S. de, Bertolini, G. R. F., Grandi, A. M. de, Rodrigues, M. L., & Signor, A. (2021). A produção científica mundial sobre a tecnologia bioflocos na tilapicultura como propulsora do desenvolvimento sustentável. *Research, Society and Development*, 10(5). <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15200>

Tubin, J. S. B., Paiano, D., Hashimoto, G. S. de O., Furtado, W. E., Martins, M. L., Durigon, E., & Emerenciano, M. G. C. (2020). Tenebrio molitor meal in diets for Nile tilapia juveniles reared in biofloc system. *Aquaculture*, 519. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734763>

Wasielesky, W., Krummenauer, D., Lara, G., Fóes, G., & Poersch, L. (2013, junho). Cultivo de camarões em sistema de bioflocos: realidades e perspectivas. *Revista ABCC - ano XV n°2*.