

# IMPACTO DA TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS NA AQUICULTURA: EFICIÊNCIA, AUTOMAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

## IMPACT OF BIOFLOC TECHNOLOGY IN AQUACULTURE: EFFICIENCY, AUTOMATION, AND SUSTAINABILITY

Autor (Isabella Minto Martins)<sup>1</sup>  
 Autor (Maria Lucia Rocha Lima)<sup>2</sup>  
 Autor (Kalena Thais da Silva Oliveira)<sup>3</sup>  
 Autor (Maria Milena de Oliveira Lima)<sup>4</sup>  
 Autor (Alice Katrícia Mendes Carvalho de  
 Farias)<sup>5</sup>  
 Autor (Luana Oeiras Porfírio)<sup>6</sup>  
 Autor (Lian Valente Brandão)<sup>7</sup>

Área Temática 05: Meio ambiente, Mudanças Climáticas e Sustentabilidade  
 Modalidade: Resumo expandido

### 1. Introdução

A A aquicultura é essencial para atender à demanda por pescado, mas os sistemas tradicionais enfrentam desafios como alto consumo de água e emissão de efluentes (Hargreaves, 2013; Ogello et al., 2021). A tecnologia de bioflocos (Biofloc Technology - BFT) é uma alternativa inovadora que reduz o consumo de água e melhora sua qualidade ao converter compostos nitrogenados em biomassa microbiana (Crab et al., 2012).

O BFT utiliza a relação C/N para estimular bactérias heterotróficas, equilibrando o ambiente e reduzindo efluentes (Barbosa et al., 2017). É aplicado na piscicultura e carcinicultura, melhorando a conversão alimentar e o crescimento de tilápias e camarões (García-Ríos et al., 2019; Wasielesky et al., 2013). Além disso, os bioflocos servem como fonte proteica alternativa, diminuindo os custos com ração (Rodrigues et al., 2015).

A viabilidade econômica do BFT é amplamente debatida, pois, apesar dos altos custos iniciais, a economia com água e ração compensa os investimentos (Silva et al., 2022). Porém,

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará; isabellamartins17092000@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará; rochalimalucia@gmail.com

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará; kalenathays@gmail.com

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará; milenalimaoliva@gmail.com

<sup>5</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará; katriciaalice@gmail.com

<sup>6</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará; luanaoeras020@gmail.com

<sup>7</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará; lian.brandao@ifpa.edu.br

desafios como o controle de sólidos e a estabilidade da microbiota ainda exigem mais estudos (Souza et al., 2019).

O estudo avaliou a tecnologia de bioflocos na aquicultura, focando na eficiência zootécnica, sustentabilidade e automação. Foram analisados os efeitos do BFT na qualidade da água, no desempenho dos organismos cultivados e no uso de tecnologias como IoT e inteligência artificial para otimizar o manejo e reduzir custos.

## 2. Metodologia

O estudo é uma revisão sistemática da literatura sobre a Tecnologia de Bioflocos (BFT) na aquicultura, focando em sustentabilidade, desempenho zootécnico e avanços tecnológicos. Foram selecionados 18 artigos, publicados entre 2012 e 2025, em bases como Scopus, Web of Science, ScienceDirect e Google Scholar, usando descritores relacionados ao BFT. A análise abordou temas como crescimento, conversão alimentar, relação C/N, viabilidade econômica, IoT e inteligência artificial, destacando os principais benefícios e desafios do uso do BFT.

## 3. Resultados/Discussões

### 3.1 Influência do BFT na Qualidade da Água e Eficiência da Relação C/N

A qualidade da água é vital na aquicultura intensiva, e o BFT melhora esse aspecto ao transformar resíduos em biomassa microbiana. A relação carbono/nitrogênio (C/N) é fundamental para a estabilidade do sistema, favorecendo a conversão de amônia em biomassa e a formação de bioflocos (Crab et al., 2012; Hargreaves, 2013; Jung et al., 2020).

No estudo de casos, a Tabela 1 apresenta um resumo das principais influências do BFT na qualidade da água, destacando as interações entre a relação C/N, o tipo de biofloco e os efeitos na microbiota e na imunidade dos organismos cultivados:

**Tabela 1.** Influência do BFT na Qualidade da Água e nos Organismos Cultivados.

| Fator Analisado                | Impacto na Qualidade da Água   | Impacto nos Organismos Cultivados   | Referência   |
|--------------------------------|--|---|--|
| Relação C/N                    | Regula a conversão de amônia em biomassa bacteriana, reduzindo a toxicidade da água.                     | Favorece o crescimento de bactérias heterotróficas benéficas.             | Crab et al. (2012); Garcia-Rios et al. (2019)        |
| Fonte de Carbono               | Açúcar proporciona maior eficiência na remoção de amônia; farinha de milho gera bioflocos mais estáveis. | Influencia a taxa de consumo dos bioflocos pelos peixes.                  | Garcia-Rios et al. (2019)                            |
| Tamanho dos Bioflocos          | Não afeta a nitrificação diretamente, mas sua manipulação pode reduzir a atividade microbiana.           | Bioflocos intactos promovem maior estabilidade na microbiota aquática.    | Souza et al. (2019)                                  |
| Sólidos Suspensos Totais (SST) | SST elevados comprometem a troca gasosa e aumentam a turbidez.   | Redução da taxa de respiração e aumento do estresse metabólico.           | De Assis et al. (2024)                               |
| Microbiota do BFT              | Favorece o desenvolvimento de bactérias probióticas e melhora a qualidade da água.                       | Redução de patógenos e fortalecimento da imunidade dos peixes e camarões. | Oliveira et al. (2024); Yu et al. (2024)             |
| Idade dos Bioflocos            | Bioflocos jovens possuem maior digestibilidade; bioflocos envelhecidos acumulam matéria refratária.      | Melhor aproveitamento nutricional em fases iniciais do cultivo.           | Krummenauer et al. (2012); Stockhausen et al. (2021) |

### 3.2 Desempenho Zootécnico de Peixes e Camarões Criados em BFT

A Tecnologia de Bioflocos (BFT) impacta positivamente o desempenho zootécnico de espécies como tilápias, pacus e camarões (*Litopenaeus vannamei* e *Macrobrachium amazonicum*). Fatores como qualidade dos bioflocos, densidade de estocagem e composição nutricional do ambiente influenciam o crescimento, a conversão alimentar e a sobrevivência dos organismos cultivados.

O BFT das Tilápias-do-Nilo têm crescimento e conversão alimentar superiores às tilápias vermelhas (Brol et al., 2017). A densidade ideal de estocagem gira em torno de 40 peixes/m<sup>3</sup>, equilibrando crescimento e qualidade da água (Oliveira et al., 2024). Os bioflocos contribuem com até 20% da ingestão proteica das tilápias.

Na carcinicultura, camarões *Litopenaeus vannamei* mostram alta produtividade, eficiência alimentar e sobrevivência em sistemas BFT, com redução de 90% no uso de água (Wasielisky et al., 2013). A presença de bioflocos melhora a resposta imune dos camarões (Yu et al., 2024). Pacus criados em BFT apresentaram menores níveis de estresse oxidativo e melhor eficiência alimentar (Da Rocha et al., 2025). Camarões-da-Amazônia também têm desempenho promissor, embora necessitem de ajustes na ração e qualidade da água (Stockhausen et al., 2021).

### 3.3 Impactos Ambientais e Sustentabilidade do BFT

Um dos principais atrativos do BFT é a redução do impacto ambiental, eliminando a troca de água e reutilizando resíduos nitrogenados. Segundo Ogello et al. (2021), o sistema pode diminuir a pegada de carbono ao reduzir o uso de fertilizantes e a liberação de efluentes. No entanto, ainda enfrenta desafios como o manejo de sólidos e o alto consumo de energia para aeração contínua.

**Tabela 2.** Comparação dos Impactos Ambientais do BFT e Sistemas Tradicionais

| Parâmetro           | BFT                          | Sistemas Convencionais                                  | Referência                                     |
|---------------------|------------------------------|---|--|
| Consumo de Água     | Redução de 60 – 90%          | Alta demanda hídrica                                    | Wasielisky et al. (2013); Ogello et al. (2021) |
| Efluentes Liberados | Quase zero (sistema fechado) | Alto impacto na eutrofização                            | Ferri et al. (2018)                            |
| Uso de Antibióticos | Reduzido                     | Alto (devido a surtos de doenças)                       | Oliveira et al. (2024); Yu et al. (2024)       |
| Pegada de Carbono   | Reduzida                     | Alta (devido à dependência de fertilizantes sintéticos) | Ogello et al. (2021)                           |
| Consumo Energético  | Alto (aeração contínua)      | Moderado  | De Assis et al. (2024); Yu et al. (2023)       |

### 3.4 Aplicação de IoT e Inteligência Artificial no BFT

O avanço das tecnologias digitais possibilitou a integração da Internet das Coisas (IoT) e da Inteligência Artificial (IA) no manejo do BFT, aumentando a eficiência e o controle ambiental. Sensores IoT monitoram em tempo real parâmetros como oxigênio dissolvido e amônia,

permitindo que sistemas de IA ajustem automaticamente o fornecimento de carbono e aeração, otimizando a estabilidade microbiológica e a produtividade (Yu et al., 2023).

A automação em sistemas híbridos (BFT + RAS) pode economizar até 25% de energia ao ajustar a oxigenação conforme a demanda, economizando até 25% de energia (De Assis et al., 2024). A IA otimiza a formulação alimentar com base nos bioflocos, reduzindo desperdícios e melhorando a conversão (Oliveira et al., 2024). Essas inovações, embora ainda experimentais, tornam o BFT mais sustentável e competitivo.

#### 4. Conclusão

A tecnologia de bioflocos (BFT) é uma alternativa sustentável e eficiente para a aquicultura intensiva, melhorando a qualidade da água, o desempenho zootécnico e reduzindo os impactos ambientais. Apesar dos desafios, como altos custos iniciais e consumo energético, o BFT mostra grande potencial quando bem manejado. A integração com IoT e inteligência artificial amplia sua eficiência, tornando a aquicultura mais moderna, sustentável e competitiva.

#### 5. Referências Bibliográficas

- Barbosa, L. M., Costa, R. H. R., & Furtado, P. S. (2017). Sistema Bioflocos: Alternativa para a Sustentabilidade na Aquicultura. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 10(2), 25-38.
- Brol et al. (2017) Brol, J., Pinho, S. M., Sgnaulin, T., Pereira, K. da R., Thomas, M. C., Mello, G. L. de, Miranda-Baeza, A., & Emerenciano, M. G. C. (2017). Tecnologia de bioflocos (BFT) no desempenho zootécnico de tilápias: efeito da linhagem e densidades de estocagem. *Archivos de Zootecnia*, 66(254), 229-235.
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. (2012). Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 356–357, 351–356. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>.
- Da Rocha, G. H., Povh, J. A., Spica, L. N., Brasileiro, L. O., Salve, L. V., Melo, M. L., Sousa, R. M., Cleveland, H. P. K., Ferreira, R. M., Corrêa Filho, R. A., & Teixeira, S. A. (2025). Comparative evaluation of Biofloc technology (BFT) and RAS on growth performance, water quality, and innate immune response in Pacu. *Aquaculture*, 602, 742325. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2025.742325>.
- Da Silva, L. R. B., Brabo, M. F., Santos, M. A. S., Pereira, M. C., Costa, B. G. B., & Silva, K. C. A. (2022). Tilapicultura em Sistema de Bioflocos: um Investimento Rentável no Estado do Pará. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 11(1), 302-314. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2022v11i1.p302-314>.
- De Assis et al. (2024) De Assis, A., Rocha, A. F., Abreu, P. C., Wasielesky Jr., W., & Tesser, M. B. (2024). Importância do controle de sólidos na produção de camarões e peixes em sistema de bioflocos. *Atlântica*, 34(1), 63-74. <https://doi.org/10.5088/atl.2012.34.1.63>.
- García-Ríos, L., Miranda-Baeza, A., Emerenciano, M. G. C., Huerta-Rábago, J. A., & Osuna-Amarillas, P. (2019). Biofloc technology (BFT) applied to tilapia fingerlings production using different carbon sources: Emphasis on commercial applications. *Aquaculture*, 502, 26-31.

- Hargreaves, J. A. (2013). Biofloc production system for aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center Publication, 4503, 1-10.
- Jung, J.-Y., Hur, J. W., Kim, K., & Han, H.-S. (2020). Evaluation of floc-harvesting technologies in biofloc technology (BFT) system for aquaculture. *Bioresource Technology*, 314, 123719. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123719>.
- Krummenauer, D., Seifert Júnior, C. A., Poersch, L. H., Foes, G. K., Lara, G. R., & Wasielesky Júnior, W. (2012). Cultivo de camarões marinhos em sistema de bioflocos: análise da reutilização da água. *Atlântica*, 34(2), 103-111. <https://doi.org/10.5088/atl.2012.34.2.103>.
- Ogello, E. O., Outa, N. O., Obiero, K. O., Kyule, D. N., & Munguti, J. M. (2021). The prospects of biofloc technology (BFT) for sustainable aquaculture development. *Scientific African*, 14, e01053. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e01053>.
- Oliveira, L. K., Wasielesky Jr., W., & Tesser, M. B. (2024). Fish culture in biofloc technology (BFT): Insights on stocking density, carbon sources, C/N ratio, fish nutrition and health. *Aquaculture and Fisheries*, 9, 522-533. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2022.08.010>.
- Rodrigues, R. B., Meurer, F., Silva, D. M., Uczay, M., & Boscolo, W. R. (2015). Tecnologia de bioflocos no cultivo de tilápia do Nilo. *Revista Acta Tecnológica*, 10(2), 75-86.
- Silva, L. R. B., Brabo, M. F., Santos, M. A. S., Pereira, M. C., Costa, B. G. B., & Silva, K. C. A. (2022). Tilapicultura em Sistema de Bioflocos: um Investimento Rentável no Estado do Pará. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 11(1), 302-314. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2022v11i1> p.302-314.
- Souza, J., Cardozo, A., Wasielesky Jr., W., & Abreu, P. C. (2019). Does the biofloc size matter to the nitrification process in Biofloc Technology (BFT) system? *Aquaculture*, 500, 443-450. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.10.051>.
- Stockhausen, L., Pereira, M. O., Rodhermel, J. C. B., Silva, L. R., Moreira, L. S., Andrade, J. I. A., & Bezerra, A. J. M. (2021). Cultivo do *Macrobrachium amazonicum* em sistema bioflocos. *Anais do Congresso Brasileiro de Aquicultura*, 1(1), 45-52.
- Wasielesky, W., Krummenauer, D., Lara, G., Foes, G., & Poersch, L. (2013). Cultivo de camarões em sistema de bioflocos: realidades e perspectivas. *Revista ABCC*, 15(2), 30-35.
- Yu, Y.-B., Choi, J.-H., Lee, J.-H., Jo, A.-H., Lee, J.-W., Choi, H. J., Kang, Y. J., Choi, C. Y., Kang, J.-C., Lee, K. M., & Kim, J.-H. (2024). The use, application and efficacy of biofloc technology (BFT) in shrimp aquaculture industry: A review. *Environmental Technology & Innovation*, 33, 103345. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103345>.