INSTITUTO FEDERAL
Rondônia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

***Campus* Ariquemes**

Coordenação do Curso Bacharelado em Agronomia

FERNANDA SCHULTZ ALVES

CULTIVO DE PIRARUCU (*Arapaima gigas*) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES - RO.

ARIQUEMES - RO

2025

FERNANDA SCHULTZ ALVES

CULTIVO DE PIRARUCU (*Arapaima gigas*) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES - RO.

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Ariquemes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao Curso de Agronomia, sob a orientação da professora Juliana Minardi Galo e coorientação da professora Raica Esteves Xavier Meante.

ARIQUEMES - RO
2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

A474c

Alves, Fernanda Schultz.

Cultivo de pirarucu (Arapaima gigas) em sistema de bioflocos no município de Ariquemes - RO. / Fernanda Schultz Alves. - Ariquemes, 2025.

29 f. : il.

Orientador(a): Profª. Juliana Minardi Galo.

Coorientador(a): Profª. Raica Esteves Xavier Meante.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Ariquemes, 2025.

1. Alevinos. 2. Densidade de estocagem. 3. Qualidade da água. 4. Desempenho zootécnico. I. Galo, Juliana Minardi (orient.). II. Meante, Raica Esteves Xavier (coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Renilce Silva Morais, CRB-11/906

FERNANDA SCHULTZ ALVES

CULTIVO DE PIRARUCU (*Arapaima gigas*) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES - RO.

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Ariquemes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao Curso de Agronomia, sob a orientação do professor Juliana Minardi Galo e coorientação da professora Raica Esteves Xavier Meante.

Aprovado em: 12/12/2025 pela banca examinadora.

Documento assinado digitalmente
JOMEL FRANCISCO DOS SANTOS
Data: 26/12/2025 19:04:55-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Jomel Francisco Dos Santos

Profa. Stefanny Rochelly Klaus Sales

Documento assinado digitalmente
JULIANA MINARDI GALO
Data: 19/12/2025 18:52:57-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Juliana Minardi Galo

Documento assinado digitalmente
RAICA ESTEVES XAVIER MEANTE
Data: 22/12/2025 11:20:43-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Raica Esteves Xavier Meante

CULTIVO DE PIRARUCU (*Arapaima gigas*) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES - RO.

RESUMO

Este estudo avaliou o desempenho zootécnico de alevinos de Pirarucu (*Arapaima gigas*) cultivados em sistema de bioflocos (BFT) em duas densidades de estocagem (10 e 20 peixes/tanque), durante 76 dias. Os peixes foram mantidos em seis tanques suspensos de 4 m³ e alimentados com dietas contendo 45% e 40% de proteína bruta, ajustadas conforme o avanço do cultivo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento. Foram realizadas biometrias aos 30 e 60 dias, além do monitoramento contínuo dos parâmetros físico-químicos da água. Os resultados não mostraram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as densidades para peso, altura, comprimento padrão e comprimento total, indicando que, no período analisado, a densidade de estocagem não influenciou o crescimento dos peixes. Entretanto, durante o período experimental, foram registrados eventos ambientais adversos, como queda brusca de temperatura e presença de fumaça de queimadas, os quais coincidiram com alterações nos parâmetros físico-químicos da água, incluindo redução do oxigênio dissolvido (2,0 mg/L), aumento da amônia (2,0 mg/L), diminuição do consumo alimentar e elevação da mortalidade, evidenciando impacto negativo sobre a estabilidade do sistema de bioflocos. Essas alterações comprometeram a estabilidade do sistema de bioflocos e o ambiente de cultivo, criando condições semelhantes entre os tratamentos e reduzindo a expressão de possíveis efeitos da densidade de estocagem. Assim, embora não tenham sido observadas diferenças zootécnicas entre as densidades avaliadas, os resultados indicam que o desempenho dos alevinos esteve associado a limitações ambientais registradas durante o período experimental. O estudo evidencia que variações extremas nos parâmetros físico-químicos da água e nas condições climáticas podem interferir no funcionamento do BFT e no crescimento dos peixes, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo e manejo preventivo desses fatores em sistemas intensivos.

PALAVRAS - CHAVE: alevinos; densidade de estocagem; qualidade da água; desempenho zootécnico.

CULTIVATION OF PIRARUCU (*Arapaima gigas*) IN A BIOFLOC SYSTEM IN THE MUNICIPALITY OF ARIQUEMES - RO.

ABSTRACT

This study evaluated the zootechnical performance of Pirarucu (Arapaima gigas) fingerlings cultivated in a biofloc system (BFT) at two stocking densities (10 and 20 fish/tank) for 76 days. The fish were kept in six suspended tanks of 4 m³ and fed diets containing 45% and 40% crude protein, adjusted as the cultivation progressed. The experimental design was completely randomized, with three replicates per treatment. Biometric measurements were performed at 30 and 60 days, in addition to continuous monitoring of the physicochemical parameters of the water. The results showed no significant differences ($p > 0.05$) between densities for weight, height, standard length, and total length, indicating that, during the analyzed period, stocking density did not influence fish growth. However, during the experimental period, adverse environmental events were recorded, such as a sudden drop in temperature and the presence of smoke from wildfires, which coincided with changes in the physicochemical parameters of the water, including a reduction in dissolved oxygen (2.0 mg/L), an increase in ammonia (2.0 mg/L), a decrease in feed consumption, and an increase in mortality, evidencing a negative impact on the stability of the biofloc system. These changes compromised the stability of the biofloc system and the culture environment, creating similar conditions between treatments and reducing the expression of possible effects of stocking density. Thus, although no zootechnical differences were observed between the densities evaluated, the results indicate that the performance of the fry was associated with environmental limitations recorded during the experimental period. The study shows that extreme variations in the physicochemical parameters of the water and in climatic conditions can interfere with the functioning of the biofloc system and the growth of the fish, reinforcing the need for continuous monitoring and preventive management of these factors in intensive systems.

KEYWORDS: fingerlings; stocking density; water quality; zootechnical performance.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de organismos aquáticos como peixes, algas, moluscos e crustáceos tem apresentado expressivo avanço, consolidando-se como uma importante fonte de renda e geração de empregos. Além de favorecer práticas sustentáveis, essa atividade exerce papel fundamental na cadeia produtiva do país. As condições climáticas tropicais e a ampla área territorial brasileira são fatores que fortalecem e incentivam a expansão desse setor em crescimento (SEBRAE, 2022).

A piscicultura ocupa posição de destaque dentro da zootecnia no Brasil, e Rondônia sobressai-se como o maior produtor do país, no cultivo de espécies nativas. No estado, a atividade é fortemente baseada no tambaqui (*Colossoma macropomum*), que se consolida como a espécie mais cultivada, enquanto o pirarucu (*Arapaima gigas*) aparece com participação mais limitada na produção.

O nome pirarucu tem origem tupi, formado pela junção de “pira”, que significa peixe, e “urucu”, que remete ao vermelho, tonalidade típica das sementes de urucum (*Bixa orellana*). A denominação está relacionada à cor viva presente na borda posterior de suas escamas. Tanto a intensidade dessa coloração quanto a quantidade de escamas podem variar conforme o sexo do animal e o período reprodutivo (SOUZA et al., 2017).

Segundo LIMA et al. (2017), o pirarucu (*Arapaima gigas*) vem sendo reconhecido há décadas como uma espécie nativa de grande potencial para a piscicultura no Brasil, em razão de seu rápido crescimento, que pode alcançar cerca de 10 kg ao ano. Além disso, destaca-se por ser o maior peixe de escamas de água doce do mundo, ocorrendo naturalmente na Bacia Amazônica.

Em razão de seu elevado valor econômico, o pirarucu passou a ser explorado pelas populações nativas desde o século XVIII. Essa exploração intensa provocou uma expressiva redução de suas populações naturais, levando a espécie a ser considerada quase extinta em determinadas áreas (SEBRAE, 2013).

A piscicultura do pirarucu ainda enfrenta múltiplos desafios de ordem tecnológica, envolvendo aspectos relacionados à sanidade, reprodução, nutrição e à própria viabilidade econômica da produção (CARVALHO et al., 2022). Conforme apontam Lima et al. (2017), uma das principais limitações na criação em cativeiro é o domínio restrito das técnicas reprodutivas, o que acarreta baixa oferta, produção instável e elevados custos na obtenção de alevinos.

Com a implementação do novo Código Florestal e das restrições referentes ao uso de Áreas de Proteção Permanente (APP), o modelo produtivo de Rondônia, antes baseado em viveiros escavados instalados nos leitos de igarapés, passou a ser limitado às áreas já antropizadas antes de 22 de julho de 2008. Em decorrência dessas normas, a legislação estadual determinou a proibição da construção de novas barragens destinadas à piscicultura no estado a partir de 2022.

Esse conjunto de regras estimula a adoção de sistemas produtivos com menor impacto ambiental e menor demanda por recursos naturais. Nesse contexto, o uso de tanques suspensos em locais sem restrições ambientais surge como uma alternativa promissora, ganhando destaque na criação de peixes. Entre as tecnologias disponíveis, o sistema de bioflocos se apresenta como uma solução eficiente para áreas onde há limitações quanto ao uso de recursos hídricos próximos. Além disso, permite operar com mínima renovação de água, favorecendo a conservação hídrica e reduzindo drasticamente a quantidade de resíduos liberados no ambiente.

De acordo com MALINOSKI e VANSOLIN (2016), o sistema de bioflocos constitui uma tecnologia inovadora ainda pouco difundida no Brasil para a criação de peixes, apesar de já apresentar ampla aplicação e resultados expressivos na carcinicultura. Essa tecnologia busca reduzir de forma significativa o consumo de água e de ração na produção aquícola, possibilitando, simultaneamente, atingir níveis de produtividade elevados que seriam inviáveis em outros sistemas dentro da mesma área disponível.

Nos últimos anos, a tecnologia de bioflocos tem ganhado destaque nas discussões do setor aquícola. Esse sistema possibilita a criação intensiva de peixes com trocas de água mínimas ou até inexistentes, exigindo aeração eficiente e circulação constante da água durante todo o ciclo produtivo. Além disso, promove o desenvolvimento de uma microbiota balanceada, sustentada principalmente pelas relações C:N e N:P. Esses microrganismos desempenham papel fundamental na água, capturando e transformando compostos nitrogenados em proteína microbiana de alta qualidade, disponível de forma contínua para os animais (DURINGON et al., 2017).

A piscicultura é um setor em constante expansão, conquistando cada vez mais espaço no mercado nacional e internacional, tanto como fonte de geração de renda quanto como provedor de alimento de alta qualidade para o consumo humano. Dentre as espécies cultivadas, o pirarucu (*Arapaima gigas*), peixe nativo da região

amazônica, destaca-se por seu rápido crescimento, elevado valor comercial e carne apreciada, sendo frequentemente chamado de “bacalhau da Amazônia”. Contudo, a exploração intensiva dessa espécie em ambientes naturais resultou em declínio populacional, tornando seu manejo e reprodução desafios críticos para a aquicultura. Além disso, os custos elevados com nutrição e manejo ainda limitam a produção em larga escala.

Nesse contexto, o sistema de bioflocos (BFT) surge como uma alternativa promissora, uma vez que permite a reciclagem de nutrientes residuais e a utilização eficiente da biomassa microbiana como suplemento alimentar, reduzindo o custo com ração e melhorando a qualidade da água. O BFT também contribui para a sustentabilidade do cultivo, diminuindo o impacto ambiental e aumentando a produtividade por unidade de área, o que é especialmente importante para espécies de grande porte, como o pirarucu.

Diante do grande potencial econômico e nutricional do pirarucu, é fundamental estudar sistemas de produção mais eficientes, capazes de atender às necessidades fisiológicas da espécie e garantir a viabilidade técnica e econômica do cultivo. Este estudo tem como objetivo analisar o desempenho da criação de pirarucu (*Arapaima gigas*) em sistema de bioflocos no município de Ariquemes, Rondônia, fornecendo subsídios para a otimização do cultivo e promovendo a sustentabilidade ambiental e econômica da piscicultura amazônica.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi conduzida nas áreas experimentais do Instituto Federal de Rondônia *Campus* Ariquemes, localizado nas coordenadas geográficas 9°57'08.9"S e 62°57'26.6"W, a uma altitude média de 135 m, com apoio do Núcleo de Pesquisa Aplicada em Pesca e Aquicultura - NUPA Norte 04.

Os alevinos de pirarucu *(Arapaima gigas)* foram obtidos com aproximadamente 15 cm de comprimento em estabelecimento comercial local, na piscicultura Boa Esperança situada no município de Pimenta Bueno, Rondônia.

Os animais foram alocados em seis tanques suspensos, confeccionados em estrutura metálica circular revestida com lona vinílica, com aproximadamente 1,2 m de altura e capacidade para 4 m³ de água, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura do tanque suspenso: A e B - tela metálica para sustentação dos tanques; C - lona já instalada no suporte.

Fonte: NUPA Norte 04, 2024.

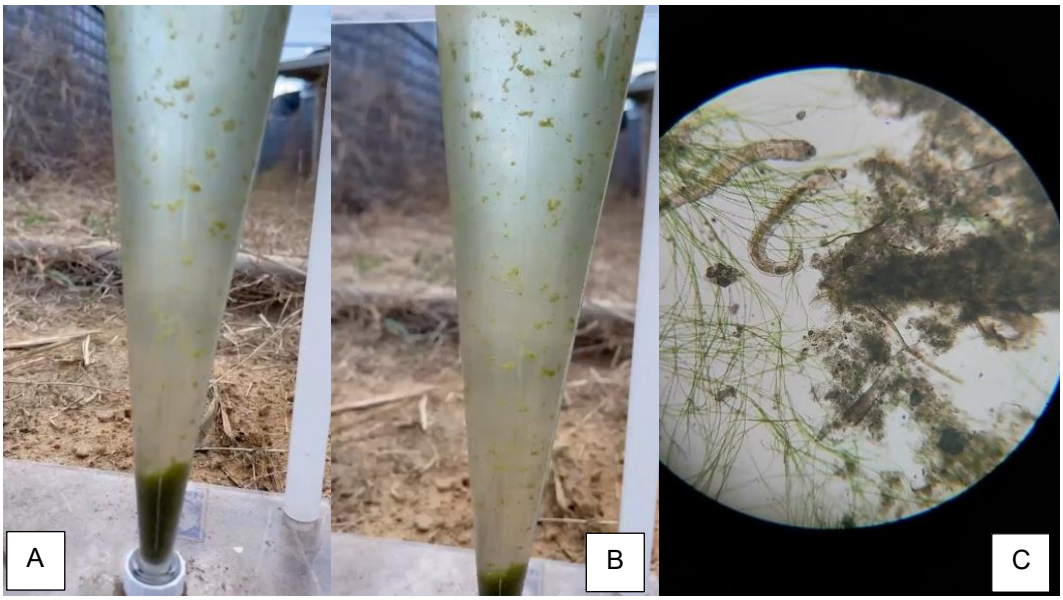
Após a montagem dos tanques, foram instalados aeradores confeccionados com mangueiras porosas em formato de estrela, sendo utilizados quatro aeradores por tanque. A dispersão do oxigênio foi realizada por meio de um soprador do tipo radial, conectado a tubulações de PVC. Fazendo com que a aeração fosse mantida de forma contínua.

Os tanques foram preparados antecipadamente com água de poço artesiano, apresentando pH inicial de 5,0. Para o estabelecimento da comunidade microbiana do sistema, adicionou-se uma fonte de nitrogênio e duas de carbono, utilizando-se 2 kg de ração para peixes com 32% de proteína bruta, responsável por fornecer nitrogênio para a multiplicação bacteriana e início das atividades microbianas, 1 kg de açúcar

cristal, como fonte de carbono de rápida disponibilização, e 300 ml de melaço, atuando como carbono de liberação gradual, contribuindo para o equilíbrio da relação carbono:nitrogênio (C:N) da água.

Esse preparo possibilitou a formação dos flocos microbianos característicos do sistema de bioflocos, permitindo ainda o monitoramento dos sólidos sedimentáveis por meio do cone de Imhoff, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Formação dos flocos microbianos: A e B – sólidos em suspensão através do cone de Imhoff; C – imagem microscópica da amostra de água dos tanques.



Fonte: Fernanda Schultz Alves, 2024.

O experimento adotou um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com duas densidades de estocagem distintas (D1 e D2), estabelecidas em 10 e 20 peixes por tanque, ou seja, 2,5 e 5 peixes/m3, cada um com três repetições, totalizando seis unidades experimentais. A dieta foi composta por ração contendo 45% e 40% de proteína bruta, sendo administrada na proporção de 20% em relação à biomassa inicial dos animais.

O arraçoamento foi realizado diariamente em dois horários distintos, dividindo-se igualmente a quantidade total de ração ofertada aos animais. Nos primeiros 30 dias, foram fornecidos 50 g de ração 45% de PB, nos tanques com densidade de 10 peixes e 100 g nos tanques com densidade de 20 peixes.

Após a primeira biometria (31º dia), as quantidades foram ajustadas para 100 g e 200 g de ração 40% de PB, respectivamente. Posteriormente, após a segunda

biometria (61º dia), o fornecimento passou a ser de 250 g para a densidade de 10 peixes e 500 g para a de 20 peixes, mantendo-se a divisão em dois tratos diários.

A pesquisa se estendeu por 76 dias, período no qual foram realizadas análises do desempenho zootécnico, incluindo conversão alimentar e avaliação do crescimento dos alevinos. Paralelamente, foi conduzido o monitoramento contínuo de parâmetros essenciais de qualidade da água, como temperatura, amônia, pH, nitrito, alcalinidade, dureza e nitrato. Para mensuração desses parâmetros físico-químicos nos tanques suspensos, utilizou-se um kit específico de análise de água, conforme ilustrado na Figura 3.

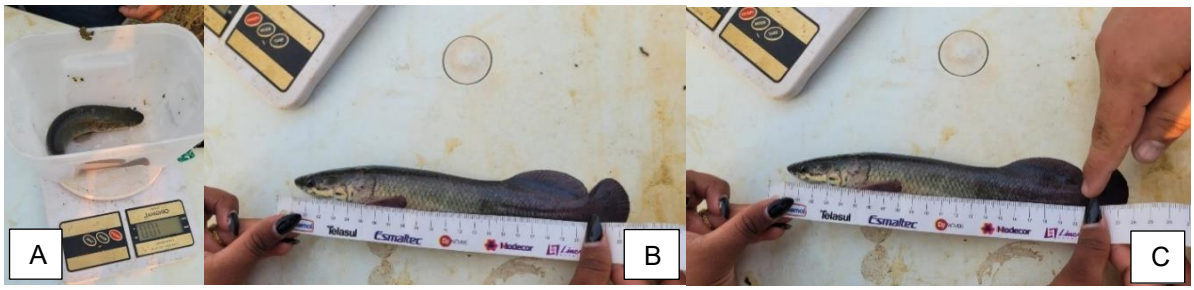
Figura 3 – Manutenção da qualidade da água: A) Kit de amônia utilizado; B) Teste de Amônia nos tanques, com bioflocos; C) Teste de nitrito.

Fonte: Fernanda Schultz Alves 2024.

As biometrias foram realizadas em intervalos de 30 dias. Em cada tanque, três peixes foram selecionados aleatoriamente para a avaliação, sendo mensurados peso (g), comprimento total (cm), comprimento padrão (cm) e altura (cm).

As medições foram feitas com auxílio de balança digital e fita métrica, conforme ilustrado na Figura 4. Para realização das biometrias, utilizou-se benzocaína como anestésico, na dosagem de 125 mg/L de água para cada 100 g de peso vivo, com temperatura entre 20°C e 30°C, aplicando-se o método de imersão (GOMES et al., 2001; FAÇANHA; GOMES, 2005).

Figura 4 – Biometria dos alevinos de pirarucu: A) Pesagem dos alevinos; B) Medição do comprimento total; C) Medição do comprimento padrão.



Fonte: Fernanda Schultz Alves 2024.

Os valores obtidos nos três peixes de cada repetição foram considerados subamostras. Assim, para cada atributo foi calculada a média por tanque, que passou a representar o valor final da repetição utilizada na análise estatística.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do software Statistical Analysis (SISVAR). O cálculo do custo de produção da criação de pirarucus em sistema de bioflocos foi realizado com base na metodologia proposta por Matsunaga et al. (1976), utilizando a estrutura do Custo Operacional Total (COT). Essa estrutura compreende as seguintes categorias: operações manuais (como manejo, arraçoamento e manutenção dos tanques), materiais utilizados (ração, melaço, açúcar e demais insumos), outras despesas, depreciações e juros de custeio.

O Custo Operacional Efetivo (COE) foi composto pelos gastos diretos com os insumos empregados no cultivo, incluindo a aquisição de alevinos, ração, melaço, açúcar cristal e energia elétrica. A partir do COE, foram adicionadas outras despesas indiretas relacionadas à manutenção do sistema, bem como a estimativa de depreciação dos materiais utilizados, obtendo-se assim o Custo Operacional Total (COT), que representa de forma abrangente o custo de produção do sistema experimental.

Considerando que o experimento foi conduzido em escala experimental e não envolveu custos com mão de obra ou juros de custeio, o Custo Operacional Total (COT) foi obtido pela soma do Custo Operacional Efetivo (COE) com o valor da depreciação das estruturas e equipamentos utilizados no sistema de cultivo. A depreciação para o período foi calculada com a seguinte formula.

Depreciação Período = Depreciação Anual / 365 dias x 76 dias, período do experimento.

Para organização e análise dos dados econômicos, foi elaborada uma planilha eletrônica contendo todos os componentes do custo de produção, permitindo calcular o custo total e o custo por peixe, com base na duração do experimento de 76 dias.

Todas as etapas do experimento foram conduzidas em conformidade com as normas éticas para uso de animais em pesquisa. Por se tratar de um estudo envolvendo organismos aquáticos, o projeto foi submetido à avaliação do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, sendo aprovado sob o protocolo nº **012/2025**. A partir dessa aprovação, foram realizados os procedimentos experimentais, incluindo a preparação dos tanques, o manejo dos peixes, as biometrias e o monitoramento da qualidade da água, conforme descrito anteriormente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desempenho zootécnico dos peixes

Aos 30 dias de cultivo, não foram observadas diferenças significativas entre as duas densidades para nenhuma das variáveis biométricas avaliadas (peso, altura, comprimento padrão CP e comprimento total – CT) ($p > 0,05$). As médias entre os tratamentos apresentaram valores muito próximos, e o teste de Tukey indicou que ambas as densidades pertenceram ao mesmo agrupamento estatístico. Esse comportamento evidencia que, na fase inicial do experimento, a densidade de estocagem não influenciou o desempenho dos peixes, possivelmente em razão da alta disponibilidade de proteína microbiana e estabilidade nutricional fornecidas pelo sistema de bioflocos (BFT), demonstrado na tabela 1.

Tabela 1 – Médias dos tratamentos para as variáveis biométricas aos 30 dias, com teste de tukey a 5% de probabilidade.

Variável (unidade)	D1	D2	CV%	p-valor
Peso (g)	76,11 a	76,07 a	11,96	0,9960
Altura	3,50 a	3,50 a	0,00	0,0000 *
Comprimento padrão – CP (cm)	20,00 a	19,11 a	4,07	0,2422
Comprimento total – CT (cm)	22,56 a	21,33 a	3,54	0,1260

Fonte Autoria própria, 2025.

Aos 60 dias, o comportamento se manteve: não foram constatadas diferenças significativas entre as densidades para nenhuma das variáveis avaliadas, valores relatados na tabela 2. Embora os valores médios de peso e comprimento tenham aumentado ao longo do período, indicando crescimento natural dos juvenis, esse aumento ocorreu de forma semelhante entre as duas densidades. Isso reforça que, no intervalo analisado, a densidade utilizada não impactou o desenvolvimento dos peixes.

Tabela 2 – Médias dos tratamentos para as variáveis biométricas aos 60 dias, com teste de tukey a 5% de probabilidade.

Variável (unidade)	D1	D2	CV%	p-valor
Peso (g)	80,22 a	90,89 a	21,53	0,5173
Altura	4,00 a	4,00 a	0,00	0,0000 *
Comprimento padrão – CP (cm)	20,39 a	20,94 a	6,66	0,6483
Comprimento total – CT (cm)	22,77 a	23,27 a	5,67	0,6634

Fonte: Autoria própria, 2025.

Comparando o desempenho entre 30 e 60 dias, observa-se crescimento contínuo ao longo do período para todas as variáveis biométricas. No entanto, esse crescimento ocorreu de maneira paralela entre as densidades, sem interação significativa entre tempo e tratamento. Dessa forma, dentro do período analisado, a densidade de estocagem não afetou o desempenho zootécnico dos alevinos de pirarucu demonstrado na tabela 3.

Tabela 3 – Comparação descritiva das médias por densidade entre 30 e 60 dias; % variação.

Variável (unidade)	DENSIDADE	30 DIAS	60 DIAS	VARIAÇÃO (%)
Peso (g)	D1	76,11	80,22	5,4%
	D2	76,07	90,89	19,5%
Altura	D1	3,50	4,00	14,3%
	D2	3,50	4,00	14,3%
Comprimento padrão – CP (cm)	D1	20,00	20,39	2,0%
	D2	19,11	20,94	9,6%
Comprimento total – CT (cm)	D1	22,56	22,77	1,0%
	D2	21,33	23,27	9,1%

Fonte: Autoria própria, 2025.

Em termos gerais, embora os incrementos percentuais tenham sido maiores na densidade D2 para peso, CP e CT, essas diferenças não foram estatisticamente significativas. Isso indica que, no curto prazo, ambas as densidades proporcionaram condições semelhantes de crescimento, o que corrobora estudos que apontam maior tolerância de espécies amazônicas a variações de densidade quando cultivadas em sistemas BFT, devido à melhora na disponibilidade nutricional e na qualidade da água proporcionada pelo biofilme microbiano.

3.2. Ocorrências e condições ambientais durante o experimento

Desde o início do cultivo, fatores ambientais adversos impactaram diretamente as condições físico-químicas dos tanques e o comportamento dos peixes. Nos primeiros 30 dias, a região enfrentou um período de frio intenso, comprometendo a estabilidade térmica da água. Para mitigar os efeitos, os tanques foram cobertos com lonas plásticas, mas os alevinos apresentaram forte redução no consumo de ração, levando à suspensão temporária da alimentação por cerca de 48 horas.

Antes do período de 60 dias, a intensificação das queimadas na região aumentou significativamente a concentração de fumaça no ambiente. Apesar da aeração contínua, observou-se queda nos níveis de oxigênio dissolvido, possivelmente devido ao acúmulo de partículas na superfície da água e à interferência da fumaça na respiração aérea, característica essencial do pirarucu. Essas condições aumentaram o estresse fisiológico dos peixes e afetaram seu comportamento alimentar.

Simultaneamente, foram registradas elevação gradual nos níveis de amônia e redução do pH, mesmo com manejos corretivos constantes. Alterações químicas dessa natureza comprometem o equilíbrio microbiano do sistema BFT, reduzindo sua capacidade de conversão de compostos nitrogenados e afetando a oferta nutricional. A combinação de temperatura baixa, queda de oxigênio, entrada de fumaça e desequilíbrios na água resultou em mortalidade crescente, superando os níveis esperados para esta fase do cultivo.

Diante do agravamento das condições e da mortalidade elevada, o experimento foi encerrado aos 76 dias, embora o planejamento inicial contemplasse 120 dias. Esse desfecho evidencia a sensibilidade dos sistemas de bioflocos a variações ambientais extremas e reforça a importância do monitoramento contínuo, especialmente em regiões sujeitas a eventos climáticos atípicos e impactos de queimadas.

3.3. Integração dos resultados com as condições ambientais

A ausência de diferenças significativas entre as densidades aos 30 e 60 dias pode estar relacionada às condições ambientais adversas enfrentadas durante o experimento. Fatores como frio intenso, interrupção temporária da alimentação, presença de fumaça proveniente de queimadas e oscilações nos parâmetros físico-químicos da água afetaram o metabolismo, o comportamento alimentar e o crescimento dos peixes, atuando de forma semelhante sobre ambas as densidades e contribuindo para a homogeneidade dos resultados biométricos.

Por se tratar de organismos ectotérmicos, os peixes têm seu desempenho diretamente influenciado pela temperatura da água, que impacta processos fisiológicos essenciais como respiração, apetite, digestão e crescimento (SENAR, 2019). Embora o pirarucu possua respiração aérea, a espécie é sensível a variações abruptas de oxigênio dissolvido, amônia e pH. A instabilidade ambiental registrada

prejudicou o equilíbrio fisiológico dos animais, limitando seu potencial de crescimento e reduzindo a capacidade de responder a diferenças impostas pelos tratamentos.

Altas concentrações de amônia podem retardar o crescimento e favorecer o surgimento de doenças. Em cativeiro, o pirarucu apresenta tolerância à amônia até 25 mg/L, mantendo 100% de sobrevivência (Silva et al., 2016).

O sistema de bioflocos teve efeito ambíguo durante o cultivo. Em condições ideais, favorece o desempenho zootécnico ao melhorar a qualidade da água e fornecer fonte proteica suplementar. No entanto, eventos extremos, como queda brusca de temperatura, entrada de partículas de fumaça e aumento de compostos nitrogenados, podem comprometer a microbiota do bioflocos, reduzindo sua eficiência na conversão de amônia e na oferta nutricional. Dessa forma, a instabilidade ambiental limitou tanto o sistema quanto o desempenho dos peixes.

A concentração de sólidos suspensos totais é outro parâmetro crítico no BFT. O acúmulo excessivo de nutrientes pode levar à eutrofização do sistema (Avnimelech, 2011).

Assim, o crescimento similar observado entre as densidades indica um cenário subótimo, em que fatores ambientais e microbiológicos exerceram maior influência do que as variáveis experimentais. O aumento moderado das médias ao longo do tempo reflete o crescimento natural da espécie, sem diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. Dessa forma, a combinação de variações ambientais e instabilidade do sistema de bioflocos neutralizou possíveis divergências no desempenho entre as densidades analisadas.

3.4. Parâmetros físico-químicos observados no experimento

Nos primeiros 30 dias, os parâmetros físico-químicos da água nos seis tanques apresentaram comportamento uniforme, indicando estabilidade geral do sistema, conforme apresentado na Tabela 4. A temperatura manteve-se em 22 °C, valor atípico para a região, provavelmente associado ao período de frio, o que exigiu a cobertura dos tanques com lonas plásticas.

Apesar disso, os alevinos reduziram o consumo de ração, levando à suspensão temporária da alimentação. Temperaturas abaixo da faixa ideal para o pirarucu (26–30 °C) podem comprometer metabolismo, digestão e crescimento, afetando o desempenho zootécnico. Segundo o SEBRAE (2020), as condições físico-

químicas da água impactam diretamente a criação de animais, influenciando o apetite, o comportamento sob estresse, a reprodução e o crescimento.

O oxigênio dissolvido manteve-se em 5,0 mg/L em todos os tanques, indicando que a aeração funcionou adequadamente, mesmo diante de variações ambientais. Embora níveis mais altos sejam recomendados para sistemas intensivos, este valor ainda se encontra dentro do limite tolerável para o pirarucu. A espécie apresenta respiração aérea obrigatória, resultado de modificação na bexiga natatória, conferindo certa tolerância a baixos níveis de oxigênio. No entanto, durante a fase de transição de alevino para juvenil, o pirarucu depende do oxigênio dissolvido na água, sendo recomendável que os níveis se mantenham acima de 5 mg/L (SEBRAE, 2020).

Amônia, nitrito e nitrato permaneceram em zero, demonstrando a eficiência do sistema de bioflocos na ciclagem de nutrientes e manutenção da comunidade microbiana. A ausência de compostos tóxicos evidencia o funcionamento adequado do bioflocos, mesmo sob estresse pelo frio.

O pH variou entre 7,72 e 7,87, levemente alcalino, favorecendo o metabolismo dos peixes e a atividade bacteriana responsável pelo processamento da matéria orgânica. Alcalinidade (70–80 mg/L $CaCO_3$) e dureza (20–30 mg/L $CaCO_3$) permaneceram dentro de faixas adequadas, garantindo estabilidade química do sistema.

Tabela 4 – Média dos parâmetros físico-químico da água nos 30 primeiros dias de experimento.

Parâmetro	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3	Tanque 4	Tanque 5	Tanque 6
Temperatura (°C)	22°	22°	22°	22°	22°	22°
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Amônia (mg/L)	0	0	0	0	0	0
pH	7,72	7,87	7,74	7,75	7,83	7,83
Nitrito (mg/L)	0	0	0	0	0	0
Nitrato (mg/L)	0	0	0	0	0	0
Alcalinidade (mg/L $CaCO_3$)	70	80	70	80	80	70
Dureza (mg/L $CaCO_3$)	20,00	30,00	30,00	30,00	30,00	20,00

Fonte: Autoria própria, 2025.

Aos 60 dias, o cenário apresentou mudanças significativas sendo observadas na tabela 5. A temperatura manteve-se uniforme em 24 °C, mais próxima da faixa

ideal, mas coincidiu com intensa ocorrência de queimadas na região, afetando a qualidade do ar e a dinâmica do sistema.

O oxigênio dissolvido caiu para 2,0 mg/L, nível crítico para sistemas intensivos e para a fisiologia do pirarucu. A presença de partículas de fumaça pode ter dificultado o acesso dos peixes à superfície para respiração aérea, aumentando o estresse. Essa redução também está associada ao aumento da carga orgânica e à maior atividade microbiana decorrente do desequilíbrio químico do sistema.

A amônia aumentou para 2,0 mg/L, indicando falha na nitrificação e redução da eficiência do bioflocos, possivelmente agravada pelo estresse fisiológico dos peixes. Esse acúmulo foi um dos principais fatores de mortalidade observados. O nitrito elevou-se entre 0 e 0,30 mg/L em alguns tanques, confirmando a interrupção da nitrificação, enquanto o nitrato permaneceu ausente, evidenciando comprometimento da etapa final da conversão de nitrito.

Segundo o SEBRAE (2020), compostos nitrogenados acumulados na água podem comprometer o desempenho, a saúde e a sobrevivência dos peixes. Estudos indicam que o pirarucu possui certa tolerância à amônia; no entanto, exposições prolongadas a níveis elevados podem afetar negativamente o crescimento, a sobrevivência e a saúde, resultando em mortalidade por intoxicação.

A alcalinidade variou entre 90 e 200 mg/L $CaCO_3$ e a dureza entre 80 e 130 mg/L $CaCO_3$, refletindo tanto o esforço contínuo de correção química quanto o acúmulo de sólidos decorrente do desequilíbrio microbiano. Segundo o SEBRAE (2020), a alcalinidade total da água deve ser monitorada com frequência, e valores inferiores a 30 mg $CaCO_3$/L devem ser corrigidos por meio da aplicação de calcário (calagem).

No conjunto, os parâmetros aos 60 dias refletem um ambiente severamente impactado por condições externas, especialmente a fumaça das queimadas, que comprometeram a fisiologia dos peixes e a eficiência do sistema.

A combinação de baixa oxigenação, aumento de amônia, presença de nitrito e variações de pH gerou um cenário crítico, contribuindo para a queda no desempenho zootécnico e para a alta mortalidade observada antes do encerramento do experimento.

Tabela 5 – Média dos parâmetros físico-químico da água nos últimos 60 dias de experimento.

Parâmetro	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3	Tanque 4	Tanque 5	Tanque 6
Temperatura (°C)	24°	24°	24°	24°	24°	24°
Oxigênio dissolvido (mg/L)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Amônia (mg/L)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
pH	8,29	8,08	8,03	7,80	7,79	8,14
Nitrito (mg/L)	0	0,20	0,025	0,05	0	0,30
Nitrato (mg/L)	0	0	0	0	0	0
Alcalinidade (mg/L $CaCO_3$)	140	170	90	150	120	200
Dureza (mg/L $CaCO_3$)	80,00	130,00	90,00	120,00	110,00	120,00

Fonte: Autoria própria, 2025.

3.5. Ações adotadas para reduzir a mortalidade dos alevinos

Durante os períodos de instabilidade ambiental, diversas medidas emergenciais foram adotadas para tentar minimizar os impactos sobre o sistema e sobre os alevinos de pirarucu. No episódio de frio intenso, os tanques foram cobertos com lonas plásticas para reduzir a perda de calor; entretanto, em situações ideais, o uso de aquecedores submersos ou estruturas tipo estufa teria proporcionado maior estabilidade térmica e prevenido o estresse metabólico dos peixes.

Durante a fase marcada por queimadas na região, instalou-se sombreamento de 70% sobre os tanques para impedir a queda de fuligem e diminuir a entrada de partículas provenientes da fumaça, que prejudicavam a respiração aérea dos animais.

Para recuperar a qualidade da água, foram realizadas correções químicas com aplicação de calcário, aumento das doses de açúcar e melaço para estimular a comunidade microbiana do bioflocos e, em momentos críticos, utilizou-se sal branco como medida de suporte osmótico.

Nos últimos dias, também foram realizadas trocas emergenciais de aproximadamente 30% da água dos tanques, o que promovia melhora temporária dos parâmetros; contudo, a combinação de fatores ambientais extremos e oscilação constante do sistema fazia com que, após alguns dias, a mortalidade voltasse a aumentar. Essas intervenções mitigaram parcialmente os danos, mas não foram suficientes para restabelecer a estabilidade do bioflocos, evidenciando a necessidade de protocolos preventivos mais robustos para situações de estresse ambiental severo.

3.6. Protocolos preventivos para estresse ambiental em sistemas de bioflocos

Para reduzir a mortalidade e os impactos de estresse ambiental severo em sistemas de bioflocos, é fundamental adotar protocolos preventivos robustos. O controle preventivo de temperatura, por meio de coberturas térmicas, isolamento lateral e aquecedores submersos, mantém o metabolismo e a alimentação dos peixes, evitando queda de desempenho (DALKE, 2020). O monitoramento contínuo de oxigênio dissolvido e a instalação de sistemas redundantes de aeração previnem a hipóxia e o colapso microbiano, fatores críticos para mortalidade (FENG et al., 2025).

O manejo da relação carbono: nitrogênio (C:N) e a correção regular da alcalinidade mantêm a eficiência da comunidade nitrificante, evitando acúmulo de amônia e nitrito (RAMIRO, 2024). Além disso, a proteção contra fuligem e cinzas provenientes de queimadas, o uso de filtros, sombrites laterais e barreiras vegetais, reduz a entrada de matéria orgânica externa e evita sobrecarga do bioflocos (SANTOS, 2016).

Finalmente, a remoção programada de sólidos, trocas parciais de água e ajustes na alimentação de forma preventiva estabilizam o sistema em períodos críticos. A aplicação combinada dessas medidas tem potencial de reduzir mortalidade e melhorar a resiliência dos cultivos de pirarucu em BFT.

3.7. Custo de produção do experimento no período de 76 dias

A estrutura utilizada para a condução do experimento já se encontrava instalada na instituição antes do início das atividades, incluindo tanques, sistemas de aeração, rede hidráulica e demais equipamentos de funcionamento do sistema de bioflocos. Por esse motivo, os custos de implantação da infraestrutura não foram considerados no custo total do experimento.

Entretanto, para fins de cálculo do custo de produção, foi aplicada a depreciação dos bens permanentes utilizados, demonstrado na tabela 6, conforme preconizado pela metodologia de custos agropecuários (Matsunaga et al., 1976).

Assim, mesmo não integrando o investimento inicial, a infraestrutura existente passa a compor o custo operacional por meio da depreciação proporcional ao período experimental.

Tabela 6 – Equipamentos e estruturas já existentes e depreciação utilizada no custo de produção.

Item	Quantidade	Vida útil	Valor estimado	Depreciação anual (R$)	Depreciação para 76 dias
Tanques	6	10	10.800,00	1080,00	224,87
Soprador	1	5	1.500,00	300,00	62,46
Tubulações	6	6	1.500,00	250,00	52,05
Estrutura Elétrica	1	10	1.000,00	100,00	20,82
TOTAL DE DEPRECIAÇÃO PARA O EXPERIMENTO					**360,20**

Fonte: Autoria própria, 2025.

A Tabela 7 apresenta a composição do Custo Operacional Efetivo (COE) referente aos 76 dias de cultivo experimental dos alevinos de pirarucu em sistema de bioflocos. O cálculo considera exclusivamente os insumos e serviços utilizados durante o período experimental, desconsiderando os custos de implantação da infraestrutura, que foram avaliados separadamente por meio de depreciação.

Tabela 7 – Custo Operacional Efetivo (COE) do experimento conduzido em sistema de bioflocos.

CUSTO OPERACIONAL EFETIVO						
Item	**Unidade**	**Quantidade**	**Valor Unitário (R$)**		**Valor Total (R$)**	
Alevinos de Pirarucu	Unidade	90	R$	15,00	R$	1.350,00
Ração 40% PB	Saco 25 kg	9	R$	180,00	R$	1.620,00
Ração 45% PB	Saco 25 kg	2	R$	250,00	R$	500,00
Reagentes	kits	2	R$	120,00	R$	240,00
Calcário	Saco 50 Kg	2	R$	30,00	R$	60,00
Melaço de cana	Litro	4	R$	15,00	R$	60,00
Açúcar	Kg	20	R$	3,50	R$	70,00
Energia Elétrica	Verba	2	R$	250,00	R$	500,00
TOTAL GERAL (R$)					**R$**	**4.400,00**

Fonte: Autoria própria, 2025.

Com base no Custo Operacional Efetivo (COE), verificou-se que os insumos alimentares constituíram o principal componente de despesa do sistema produtivo. A ração com 40% de proteína bruta representou cerca de 36,8% do custo total, enquanto a ração 45% PB correspondeu a aproximadamente 11,4%, totalizando 48,2% do COE. A aquisição dos alevinos respondeu por 30,7% do valor total investido durante o período experimental, configurando-se como o segundo item de maior relevância econômica.

Os demais insumos empregados no manejo da água e na manutenção do sistema de bioflocos reagentes, calcário, melaço de cana e açúcar, apresentaram

menor participação individual, contribuindo conjuntamente com cerca de 9,8% do custo total. A energia elétrica, indispensável para a operação contínua do sistema de aeração, correspondeu a 11,4% das despesas, refletindo a demanda energética característica de cultivos conduzidos em sistemas BFT.

Dessa forma, o Custo Operacional Efetivo totalizou R$ 4.400,00, englobando todos os gastos diretamente associados ao cultivo durante os períodos analisados (30 e 60 dias). A Tabela 8 apresenta a estimativa do Custo Operacional Total (COT) do experimento conduzido em sistema de bioflocos para criação de alevinos de pirarucu. O COT foi composto pelo Custo Operacional Efetivo (COE), que inclui exclusivamente os gastos diretos realizados durante o período experimental e pela depreciação dos equipamentos e estruturas previamente existentes na unidade de cultivo.

Tabela 8 – Composição de Custo Operacional Total (COT) do experimento conduzido em sistema de bioflocos.

CUSTO OPERACIONAL TOTAL		
Descrição		**Valor (R$)**
Custo Operacional Efetivo (COE)	R$	4.400,00
Depreciação	R$	360,20
COT	**R$**	**4.760,20**

Fonte: Autoria própria, 2025.

Com base na Tabela 8, observa-se que o Custo Operacional Efetivo (COE) do experimento totalizou R$ 4.400,00, englobando exclusivamente as despesas diretas relacionadas ao manejo diário, insumos utilizados e energia elétrica necessária para o funcionamento contínuo da aeração no sistema de bioflocos.

A depreciação das estruturas e equipamentos previamente instalados foi estimada em R$ 360,20, considerando o desgaste proporcional durante o período experimental. Assim, o Custo Operacional Total (COT) alcançou R$ 4.760,20, representando o custo real da operação ao integrar tanto os gastos efetivos quanto a depreciação dos bens utilizados na condução do cultivo.

3.8. Avaliação da viabilidade econômica

Para a análise da viabilidade econômica foi elaborado um fluxo de caixa considerando uma simulação de produção de 2160 kg de pirarucu nos 6 tanques utilizados no experimento, sendo 90 kg por m³ e peso final de cada indivíduo de 12

kg. Os valores utilizados consideraram uma conversão alimentar de 1,7:1 para o cálculo do Custo Operacional Efetivo, como demonstra a tabela 9.

Tabela 9 – Custo operacional efetivo de cultivo de pirarucu, utilizando sistema de bioflocos, no município de Ariquemes-RO.

CUSTO OPERACIONAL EFETIVO				
Item	**Unidade**	**Quantidade**	**Valor Unitário (R$)**	**Valor Total (R$)**
Alevinos de Pirarucu	Unidade	180	R$ 15,00	R$ 2.700,00
Ração 40% PB	Saco 25 kg	148	R$ 180,00	R$ 26.640,00
Reagentes	kits	6	R$ 120,00	R$ 720,00
Calcário	Saco 50 Kg	6	R$ 50,00	R$ 300,00
Melaço de cana	Litro	12	R$ 15,00	R$ 180,00
Açúcar	Kg	60	R$ 3,50	R$ 210,00
Energia Elétrica	Verba	12	R$ 250,00	R$ 3.000,00
TOTAL GERAL (R$)				**R$ 33.750,00**

Fonte: Autoria própria, 2025.

Para a elaboração do fluxo de caixa foi considerado um ciclo de produção de 12 meses e os valores de venda do pirarucu no mercado local ao valor de R$ 20,00/kg. Os valores encontrados demonstraram viabilidade econômica com o valor da Taxa Interna de Retorno (TIR) no valor de 41,66%, portanto maior do que a Taxa Selic, atualmente no valor de 15% para o ano de 2025. Os valores estão demonstrados na tabela 10.

Tabela 10 – Fluxo de caixa da simulação de produção anual de pirarucu em tanques suspensos com sistema de bioflocos.

INVESTIMENTO	**ANO 0**	**ANO 1**	**ANO 2**	**ANO 3**	**ANO 4**	**ANO 5**
INSTALAÇÃO	14800					
Alevinos de Pirarucu		2700	2700	2700	2700	2700
Ração 40% PB		26540	26540	26540	26540	26540
Reagentes		720	720	720	720	720
Calcário		300	300	300	300	300
Melaço de cana		240	240	240	240	240
Açúcar		210	210	210	210	210
Energia Elétrica		3000	3000	3000	3000	3000
Depreciação		1730	1730	1730	1730	1730
CUSTO TOTAL	**14800**	**35440**	**35440**	**35440**	**35440**	**35440**
RECEITA BRUTA	**0**	**43200**	**43200**	**43200**	**43200**	**43200**
RECEITA LÍQUITA	**-14800**	**7760**	**7760**	**7760**	**7760**	**7760**
RETORNO/ANO	**-14800**	**-7040**	**15520**	**15520**	**15520**	**15520**
TIR	**41,66%**					

Fonte: Autoria própria, 2025.

Desta forma foi possível identificar o retorno de capital em dois anos como demonstra a tabela 11.

Tabela 11 – Valores de investimento e retorno em projeto de pirarucu em tanques suspensos com sistema de bioflocos, no município de Ariquemes.

VALOR TOTAL DO PROJETO	**R$ 50.240,00**
PREÇO/KILO	R$ 20,00
RECUPERAÇÃO DO CAPITAL	1 ano
LUCRO	R$ 7.760,00
RETORNO 2 ANOS	R$ 15.520,00

Fonte: Autoria própria, 2025.

A avaliação da viabilidade econômica da produção de pirarucu em tanques suspensos com sistema de bioflocos demonstrou que o modelo proposto apresenta potencial para geração de lucro e retorno de investimento em curto prazo. Considerando uma produção simulada de 2.160 kg por ciclo anual e um custo operacional efetivo (COE) de R$ 33.750,00, observa-se que a alimentação foi o item de maior impacto financeiro, correspondendo à maior parcela dos custos, comportamento já esperado em sistemas de piscicultura intensiva, uma vez que a ração normalmente representa entre 60% e 70% do custo total de produção. A taxa de conversão alimentar utilizada (1,7:1) é compatível com valores relatados para sistemas de bioflocos, que tendem a melhorar o aproveitamento do alimento devido à disponibilidade de proteína microbiana.

Outro ponto relevante é que os demais custos operacionais (reagentes, calcário, melaço, açúcar e energia elétrica) representaram parcelas menores e não comprometeram a viabilidade do sistema. Isso reforça que, embora seja um modelo de cultivo intensivo, os insumos necessários ao manejo da água em bioflocos apresentam baixo impacto financeiro frente ao custo da ração. A produção estimada por tanque (90 kg/m³) também demonstra eficiência compatível com sistemas tecnificados.

A partir da elaboração do fluxo de caixa para cinco anos de operação, constatou-se que o investimento inicial de R$ 14.800,00 destinado à instalação é recuperado em aproximadamente dois anos, considerando a receita bruta anual de R$ 43.200,00. A Receita Líquida anual de R$ 7.760,00 confirma que, após o período de retorno, a atividade passa a gerar margem de lucro positiva e recorrente.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) de 41,66% destaca-se como um dos principais indicadores de viabilidade, pois supera amplamente a taxa Selic projetada para 2025 (15%). Isso indica que o capital investido no sistema de tanques suspensos com bioflocos apresenta rentabilidade superior a investimentos tradicionais de renda fixa no Brasil, reforçando o atrativo econômico da atividade.

Os dados também demonstram que, no segundo ano, o retorno acumulado atinge R$ 15.520,00, reforçando que, a partir desse ponto, a produção opera com estabilidade financeira e potencial para expansão. A combinação entre rápido retorno do capital, TIR elevada e custos operacionais controlados demonstra que o sistema de bioflocos, associado aos tanques suspensos, constitui uma alternativa economicamente favorável para produtores interessados na criação de pirarucu em regiões amazônicas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstraram que não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as duas densidades avaliadas aos 30 e 60 dias de cultivo para nenhuma variável biométrica. O crescimento ocorreu de forma semelhante entre os tratamentos, indicando que, no período analisado, a densidade de estocagem não influenciou o desempenho dos alevinos de pirarucu. Contudo, esse comportamento foi condicionado principalmente pelas condições ambientais adversas que afetaram todos os tanques de maneira uniforme.

Ao longo do experimento, eventos externos como frio intenso, queda no consumo alimentar, entrada de fumaça das queimadas, redução do oxigênio dissolvido (2 mg/L) e acúmulo de amônia (2 mg/L) comprometeram a estabilidade do sistema de bioflocos. Esses fatores causaram estresse fisiológico, prejudicaram o metabolismo dos peixes e afetaram diretamente o funcionamento da microbiota nitrificante, resultando em mortalidade crescente e encerramento antecipado do cultivo aos 76 dias.

Mesmo com medidas emergenciais adotadas como a correção química, manejo do C:N, sombreamento, uso de sal e trocas parciais de água, o sistema não conseguiu se restabelecer. Assim, fatores ambientais extremos exerceram maior impacto que a variável experimental, mascarando possíveis efeitos da densidade de estocagem.

A análise econômica realizada por simulação demonstrou que, em condições ambientais adequadas, o cultivo de pirarucu em tanques suspensos com bioflocos apresenta viabilidade produtiva e financeira. A estimativa de produção anual de 2.160 kg, associada ao Custo Operacional Efetivo (COE), indicou boa rentabilidade e uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 41,66%, superior à taxa Selic. Portanto, caso o sistema tivesse operado de forma estável, seria esperado que o desempenho zootécnico acompanhasse a tendência crescente e confirmasse a viabilidade técnica e econômica desse modelo de produção.

Assim, conclui-se que o cultivo de pirarucu em BFT possui elevado potencial, porém depende de rigoroso monitoramento ambiental e de protocolos preventivos robustos para garantir estabilidade do sistema e reduzir riscos associados a eventos climáticos extremos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, a Deus, pela força, pela luz e por me sustentar em cada momento em que pensei em desistir. A minha família, que sempre foram meu porto seguro, minha base e meu maior exemplo de amor, agradeço por cada palavra de incentivo, cada gesto de cuidado e por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidei de mim mesma.

Ao meu noivo, Thiago, meu companheiro de vida, obrigada pela paciência, pelo carinho, por compreender minhas ausências e por estar ao meu lado nos dias bons e, principalmente, nos difíceis. Caminhar contigo torna qualquer desafio mais leve.

À minha orientadora e coorientadora, deixo meu profundo agradecimento pela dedicação, pela orientação atenta e pelo conhecimento compartilhado, que foram essenciais para que este trabalho se tornasse realidade. Agradeço também aos professores, colegas e amigos que, de alguma forma, contribuíram para minha formação e para este momento.

Por fim, sou grata a todos que torceram por mim, que me estenderam a mão, que vibraram com cada conquista e que fizeram parte dessa etapa tão desafiadora e, ao mesmo tempo, tão transformadora. Este trabalho é, também, um pedacinho de cada um de vocês.

REFERÊNCIAS

AVNIMELECH, Y.; KOCHVA, M.; DIAB, S. **Control of microbial activity in aquaculture systems**: Active suspension ponds. The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh, v. 46, n. 3, p. 119–131, 1994.

DALKE, G. L. B. **Influência das relações de carbono: nitrogênio sobre a qualidade de água, biomassa zooplanctônica e maturação de bioflocos**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Aquicultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2020.

DELGADO, D. L. C. **Viabilidade técnica e econômica da tilápia vermelha em sistema de produção intensiva em bioflocos (BFT) na Colômbia**. 2021. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2021.

DURIGON, G. E.; SGNAULIN, T.; PINHO, M. S.; BROL, J.; EMERENCIANO, G. C. M. **Bioflocos e seus benefícios nutricionais na pré-engorda de tilápias**. Aquaculture Brasil, 8. ed., 2017.

FAÇANHA, M. F.; GOMES, L. C. **A eficácia do mentol como anestésico para tambaqui** (*Colossoma macropomum*, Characiformes: Characidae). *Acta Amazonica*, Manaus, v. 35, p. 71-75, 2005.

FENG, W.; LI, T.; LIU, X.; WANG, J. **Effects of aeration intensity on water quality, nutrient cycling, and microbial community structure in the biofloc system**. Water, v. 17, n. 1, p. 41, 2025.

GOMES, L. C.; CHIPPARI-GOMES, A. R.; LOPES, N. P.; ROUBACH, R.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. **Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui** (*Colossoma macropomum*). *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 32, p. 426-431, 2001.

GUIMARÃES, V. P.; HOLANDA JÚNIOR, E. V. **Gerenciamento de custos na produção animal**. Sobral – CE: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2008.

LIMA, A. F.; RODRIGUES, A. P. O.; VARELA, E. S.; TORATI, L. S.; MACIEL, P. O. **A produção do pirarucu em cativeiro**. Cultivo de Peixes, 2017.

MALINOSKI, F; VANSOLIN, J. L. **Sistema de produção de tilápias com bioflocos:** modelo didático. Curitiba: PR, UFPR, p.21, 2016.

MATSUNAGA, M., BEMELMANS, P. F., TOLEDO, P. E. N. de; DULLEY, R.D.; OKAWA, H. & PEROSO, I.A. **Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA.** Agricultura em São Paulo, São Paulo, v.23, n.1, p.123-139. 1976.

RAMIRO, B. O. **Análise do desenvolvimento das bactérias nitrificantes presentes em sistema de bioflocos e estratégias de cultivos de *Penaeus vannamei* em BFT e RAS**. 2024. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2024.

SANTOS, N. B. V. **Avaliação do processo de nitrificação no cultivo do camarão branco *Litopenaeus vannamei* com uso de substrato artificial e inóculo de**

bactérias em sistema de bioflocos. 2016. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2016.

SERVIÇO BRAILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPREAS - SEBRAE. **Aquicultura:** um mercado em crescimento no Brasil e no mundo. Conheça os principais tipos de cultivo e os caminhos para empreender nesse setor. Brasília: Sebrae, 2022.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. **Manejo e sanidade do pirarucu em cultivo**. Manaus/AM: SEBRAE/AM, 2020.

SERVIÇO BRAILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPREAS- SEBRAE. **Manual de Boas Práticas de Produção do Pirarucu em Cativeiro**. Brasília: Sebrae, 2013.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR. **Piscicultura:** manejo da qualidade da água. Brasília – DF: SENAR, 2019. (Coleção SENAR, n. 262. 52 p.).

SILVA, A. M.; DUNCAN, W. L. P. Aspectos biológicos, ecologia e fisiologia do pirarucu (*Arapaima gigas*): uma revisão da literatura. **Revista Scientia Amazonia**, v. 5, n. 3, p. 31-46, 2016.

SOUSA, A. R. B.; CORRÊA, R. O.; FARIA, M. T.; MACIEL, P. O.; LIMA, L. K. F.; TEIXEIRA, R. N. G. **Piscicultura de pirarucu**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 169 p.