

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO VALE DO RIBEIRA – CÂMPUS DE
REGISTRO/SP

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) EM
DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM EM TANQUES - REDE NO
RESERVATORIO DE ITAIPU: UM ESTUDO NO PARQUE AQUICULA OCOY**

MATEUS HENRIQUE DE OLIVEIRA RODRIGUES

Registro - SP

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO VALE DO RIBEIRA – CÂMPUS DE
REGISTRO/SP

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) EM
DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM EM TANQUES - REDE NO
RESERVATORIO DE ITAIPU: UM ESTUDO NO PARQUE AQUICULA OCOY**

Trabalho de graduação apresentado como requisito
parcial para a obtenção do título de BACHAREL
EM ENGENHARIA DE PESCA

Orientadora: Profa. Dra. Julia M. Almeida Pereira

Coorientador: Prof. Dr. Rinaldo A. Ribeiro Filho

Registro - SP

2024

R696d

Rodrigues, Mateus Henrique de Oliveira Rodrigues
DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DA TILÁPIA DO
NILO (*Oreochromis niloticus*) EM DIFERENTES
DENSIDADES DE ESTOCAGEM EM TANQUES -
REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU: UM ESTUDO
NO PARQUE AQUICULA OCOY / Mateus Henrique de
Oliveira Rodrigues Rodrigues. -- Registro, 2024
23 p. : tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado -
Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do
Ribeira, Registro

Orientadora: Julia M. Almeida Pereira ribeiro
Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados
fornecidos pelo autor(a).
Coordenador: Ronaldo A. Ribeiro Filho Ribeiro

1. Densidade de Estocagem. 2. Desempenho
Zootécnico. 3. Tanques-rede. 4. Aquicultura. 5.
Reservatório de Itaipu. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Registro



CERTIFICADO

TRABALHO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

TÍTULO: "DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) EM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM EM TANQUES - REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU: UM ESTUDO NO PARQUE AQUÍCOLA OCOY"

ACADÊMICO: Mateus Henrique de Oliveira Rodrigues

ORIENTADOR(A): Profª Drª Julia Myriam de Almeida Pereira

PERÍODO: 9º Semestre 5º Ano

Aprovado: ☒

Reprovado: ☐

BANCA EXAMINADORA:

Presidente	Documento assinado digitalmente JULIA MYRIAM DE ALMEIDA PEREIRA Data: 05/12/2024 10:01:44-0300 Verifique em https://validar.it.gov.br Profª Drª Julia Myriam de Almeida Pereira
Membro	Documento assinado digitalmente JULIA POHL ALTAFFIN Data: 05/12/2024 11:53:36-0300 Verifique em https://validar.it.gov.br Ma. Julia Pohl Altafin
Membro	 Me. André Luiz Watanabe

Registro, 29 / 11 / 2024

Este documento assinado digitalmente por: André Luiz Watanabe

PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

O documento acima foi proposto para assinatura digital na plataforma Portal de Assinatura/Firma Digital - Itaipu Binacional. Para verificar as assinaturas, clique no link <https://pad.itaipu.gov.br/Verificar/9239-86B6-8EE9-4EF6> ou visite o site <https://pad.itaipu.gov.br:443> e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido.

Código para verificação: 9239-86B6-8EE9-4EF6



Hash do Documento

C5E14DF7D7C9CEECECD7FB6E3016E07C67B863552D28DDD934499FF3607180BC

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 16/12/2024 é(são) :

☒ Andre Luiz Watanabe - 216.***.***-95 em 16/12/2024 10:03 UTC-03:00

Tipo: Certificado Digital

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me dar força, sabedoria e perseverança ao longo desta jornada.

Aos meus pais, Edna Maria de Oliveira Rodrigues e Osiel Rodrigues, sou imensamente grato por todo o apoio, amor e incentivo incondicional durante todos os momentos desta caminhada acadêmica. Vocês foram a base que me sustentou e me motivou a sempre buscar o melhor. A paciência, os conselhos e o carinho de vocês foram fundamentais para a realização deste trabalho. Sou eternamente grato pelos valores que me ensinaram e pela confiança depositada em mim.

Agradeço profundamente aos meus orientadores, Prof^a Dr^a Julia M. Almeida Pereira e Prof. Dr. Rinaldo A. Ribeiro Filho, pela orientação, paciência e conhecimentos compartilhados. Vocês foram fundamentais para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho. Suas críticas construtivas, sugestões e incentivo constante me proporcionaram um grande crescimento acadêmico e pessoal.

À empresa Itaipu Binacional, meu sincero agradecimento pela concessão das bolsas, apoio nas coletas e fornecimento dos dados essenciais para a realização deste projeto. Sua colaboração foi imprescindível.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão aos membros da banca avaliadora, André Luiz Watanabe e Julia Pohl Altafin, pelo tempo dedicado, pelas valiosas contribuições e sugestões oferecidas durante a análise deste trabalho. Suas observações e questionamentos foram fundamentais para o aprimoramento desta pesquisa

Aos meus amigos da República Rancho Pescador, República Para tudo e República Abatedouro, agradeço por cada momento de convivência, pelas risadas e pelo apoio nos momentos difíceis. Vocês tornaram esta experiência inesquecível.

Um agradecimento especial aos amigos Tamary Gabrielle Rodrigues de Souza, Matheus Assencio, Carolina Ferreira de Souza e Gabriel Fernandes Cassemiro, que participaram das coletas em Foz do Iguaçu/PR. Sua dedicação e parceria foram essenciais para o sucesso deste trabalho.

A todos vocês, meu eterno agradecimento.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVO.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 Local do Estudo	12
3.2 Avaliação produtiva	13
3.3 Análises Físico-Químicas da Água	15
3.4 Análise Estatística.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
6. CONCLUSÃO.....	23
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	24

RESUMO

A aquicultura tem se consolidado como uma atividade essencial para atender à crescente demanda global por pescado, destacando-se a produção de tilápia como uma das alternativas mais eficientes. Este estudo focou no desempenho zootécnico da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes densidades de estocagem em sistemas de tanques-rede, realizados no Reservatório de Itaipu, especificamente no Parque Aquícola Ocoy. Ao longo de três ciclos de produção (1º ciclo: 04/2021 a 10/2021 com densidades de 65 e 95 peixes/m³; 2º ciclo: 11/2021 a 04/2022 com 70, 85, 100 e 115 peixes/m³; e 3º ciclo: 04/2023 a 08/2023 com 55, 70 e 85 peixes/m³), foi avaliado o desempenho das tilápias em tanques-rede de 7m³ e 24m³. As variáveis limnológicas estudadas mostraram que o sistema de cultivo não exerceu grande impactos sobre a qualidade da água do Reservatório, estando dentro dos limites legais a maior parte do tempo. Os resultados evidenciaram que densidades mais baixas (65, 70 e 85 peixes/m³) favorecem o crescimento individual dos peixes, proporcionando um maior ganho de peso diário (GPD), melhor taxa de crescimento relativo (TCR) e conversão alimentar aparente (CAA) mais eficiente. Esses efeitos são atribuídos à menor competição entre os peixes, o que resulta em menor estresse e maior aproveitamento do espaço e alimentação. Em contraste, as altas densidades (95, 100 e 115 peixes/m³) resultaram em um desempenho inferior, com menor crescimento e eficiência alimentar devido ao aumento da competição por espaço e alimentos, o que pode gerar estresse excessivo nos peixes. Ademais, as densidades intermediárias, como 70 e 85 peixes/m³, apresentaram um bom equilíbrio entre a produção total e o desempenho individual dos peixes. Estas densidades são vistas como uma opção vantajosa para sistemas de cultivo intensivo, oferecendo boa produção sem comprometer significativamente o crescimento dos peixes. A análise dos dados também sugere que a escolha da densidade de estocagem deve ser baseada nos objetivos produtivos, considerando o manejo adotado e o acompanhamento constante das variáveis zootécnicas, visando sempre a otimização da produção. Este estudo fornece informações valiosas para aprimorar as práticas de manejo e o desenvolvimento da tilapicultura no Brasil, especialmente para a exploração de novas áreas de cultivo, como o reservatório de Itaipu, que tem um enorme potencial de produção. A adaptação das densidades de estocagem às condições locais pode levar a uma piscicultura mais sustentável e eficiente.

Palavras-chave: Densidade de Estocagem, Desempenho Zootécnico, Tanques-rede, Aquicultura, Reservatório de Itaipu.

ABSTRACT

Aquaculture has consolidated itself as an essential activity to answer the growing global demand for fish, with tilapia production standing out as one of the most efficient alternatives. This study focused on the zootechnical performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) at different stocking densities in net cage systems, carried out in the Itaipu Reservoir, specifically in the Ocoy Aquaculture Park. Over three production cycles (1st cycle: 04/2021 to 10/2021 with densities of 65 and 95 fish/m³; 2nd cycle: 11/2021 to 04/2022 with 70, 85, 100 and 115 fish/m³; and 3rd cycle: 04/2023 to 08/2023 with 55, 70 and 85 fish/m³), the performance of tilapia in 7m³ and 24m³ cages was evaluated. The limnological variables studied showed that the cultivation system did not have a major impact on the water quality of the Reservoir, remaining within legal limits most of the time. The results showed that lower densities (65, 70 and 85 fish/m³) favor individual fish growth, providing greater daily weight gain (DWG), better relative growth rate (RGR) and more efficient apparent feed conversion (AFC). These effects are attributed to less competition between fish, which results in less stress and better use of space and food. In contrast, high densities (95, 100 and 115 fish/m³) resulted in lower performance, with lower growth and feed efficiency due to increased competition for space and food, which can generate excessive stress in the fish. Furthermore, intermediate densities, such as 70 and 85 fish/m³, presented a good balance between total production and individual fish performance. These densities are seen as an advantageous option for intensive farming systems, offering good production without significantly compromising fish growth. Data analysis also suggests that the choice of stocking density should be based on production objectives, considering the management adopted and constant monitoring of zootechnical variables, always aiming at optimizing production. This study provides valuable information to improve management practices and the development of tilapia farming in Brazil, especially for the exploration of new farming areas, such as the Itaipu reservoir, which has enormous production potential. Adapting stocking densities to local conditions can lead to more sustainable and efficient fish farming.

Keywords: Stocking Density, Zootechnical Performance, Net Cages, Aquaculture, Itaipu Reservoir.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, com o declínio dos estoques pesqueiros devido à pesca extrativista e o aumento no consumo de pescado, a aquicultura emerge como uma atividade essencial para suprir a demanda mundial por esse tipo de proteína (VALLE, 2019). Por se tratar de uma atividade sustentável, abrangendo desde a reprodução até a comercialização, a população, que consome proteínas derivadas de organismos aquáticos, busca produtos que atendam às exigências de sustentabilidade nos aspectos social, ambiental e econômico.

Segundo dados d'*The State of The World Fisheries and Aquaculture* (FAO, 2024), a produção de peixes oriundos da aquicultura superou a produção da pesca ultrapassou a captura pesqueira mundial, e produziu cerca de 94,4 milhões de toneladas.

O Brasil é um dos países mais ricos em recursos hídricos de água doce do mundo, possuindo cerca de 12% de toda a água doce superficial global, sendo 5,5 milhões de hectares de reservatórios naturais e artificiais de água doce. Esses recursos fornecem um enorme potencial para diversas atividades econômicas e ambientais, incluindo a aquicultura, com enfoque na piscicultura em tanques-rede (GOMES *et al.*, 2012; DA SILVA e DENADEI, 2024.)

O sistema de produção em tanques-rede é uma técnica avançada de aquicultura que possui relativa facilidade no manejo e baixo custo de produção. O sistema consiste em estruturas rígidas flutuantes cercadas por telas para facilitar a renovação da água dentro dos tanques e são ancoradas no leito do corpo hídrico. Com esse sistema é possível produzir uma vasta gama de espécies de peixes (AMÉRICO *et al.*, 2013).

Segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (2024), o Brasil produziu 887.029 toneladas de peixes de cultivo, um aumento de 3,1% em relação ao ano anterior, que registrou 860.355 toneladas. As tilápias (*Oreochromis niloticus*) e suas linhagens foram responsáveis por 579.080 toneladas, representando 65,3% do total.

No Brasil, a tilápia foi introduzida inicialmente em 1953, quando a empresa *Light*, em São Paulo, trouxe *Tilapia rendalli* (*Coptodon rendalli*) do Congo. Anos depois, em 1971, o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) trouxe exemplares da espécie tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) com o objetivo de povoar os reservatórios públicos da Região Nordeste. Em 1996, houve a importação de uma linhagem melhorada da tilápia nilótica, a população Chitralada da Tailândia. Em 2002, foi introduzida uma nova linhagem de tilápia nilótica, a GenoMar Supreme Tilapia, e depois a FishGen (Genetically Male Tilapias – GMT) (DE OLIVEIRA *et. al.*, 2007). A introdução dessas linhagens melhoradas e o uso da técnica de incubação artificial, com controle do sexo, deram novo impulso à atividade, iniciando-se a fase

industrial da tilapicultura brasileira (DE OLIVEIRA *et. al.*, 2007). A tilápia apresenta hábito alimentar onívoro (alimentam-se de diferentes tipos de alimento), podendo em épocas de escassez se adaptar a outras formas de alimentação (DIAS; BRANCO e LOPES, 2005).

Com o atual crescimento da piscicultura no Brasil, sendo alavancada pela tilapicultura, tende-se à prospecção de novas áreas e parques aquícolas para o desenvolvimento da atividade (CRUZ, 2015). Um dos reservatórios que atualmente não contam com a atividade da tilapicultura por conta do decreto 4526/2002, que proíbe a produção de espécies exóticas, é o reservatório de Itaipu, apesar de haver áreas propícias para o desenvolvimento da piscicultura (ORSI *et al.*, 2011). A estimativa é que, com a utilização de apenas 1% do potencial hídrico de um dos lagos da usina, seja possível obter uma produção anual de 400 mil toneladas de peixes. Essa produção poderia gerar um capital bruto de seis bilhões de reais (Itaipu, 2013).

. Na aquicultura, a outorga está diretamente relacionada à capacidade de carga dos sistemas aquáticos, definida pela quantidade máxima de organismos que pode ser cultivada em um reservatório ou outro corpo hídrico, sem comprometer a qualidade da água. Um parâmetro importante para avaliar essa capacidade é o limite de fósforo no corpo hídrico, geralmente estabelecido em 5 mg de fósforo por metro quadrado por dia (mg P/m²/dia), conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005. Esse limite está diretamente vinculado à densidade de estocagem, já que maiores densidades geram mais resíduos ricos em nutrientes. Assim, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) correlaciona a densidade de estocagem com a capacidade do reservatório, garantindo que a carga orgânica gerada permaneça dentro dos limites ambientais permitidos.

Para compreender melhor a atividade da tilapicultura no Reservatório de Itaipu é fundamental avaliar seu desempenho no âmbito zootécnico. A determinação da densidade de estocagem adequada é essencial para maximizar o aproveitamento do espaço disponível para os peixes e otimizar os custos de produção em relação ao capital investido. No entanto, existem divergências nas recomendações sobre o número ideal de peixes por unidade de espaço (Hengsawat *et al.*, 1997).

2. OBJETIVO

Fornecer informações detalhadas sobre o desempenho zootécnico da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes densidades de estocagem em tanques-rede no Reservatório de Itaipu, especificamente no Parque Aquícola Ocoy.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Estudo

O Rio Paraná é o décimo rio mais longo do planeta (4.695km), sendo considerado o mais importante do sistema hidrológico da Bacia do Rio da Prata (BORGHETTI *et al.*, 1988). Ele é formado pela confluência dos rios Grande e Parnaíba (no centro-sul do Brasil), desaguando no Rio da Prata, ao norte da Argentina (AGOSTINHO e GOMES, 2005).

A bacia do rio Paraná é responsável por mais de 70% da produção de energia hidrelétrica do Brasil, concentra a maior densidade populacional da América do Sul e compreende outros importantes rios como Grande, Tietê, Parnaíba, Paranapanema e Iguaçu, nos quais foram construídos cerca de 130 reservatórios (SOUZA, 2011).

A área de estudo se localiza no Parque Aquícola Ocoy, no Braço Ocoy do Rio Paraná, onde foi implementado um sistema de cultivo em tanques redes dispostas em “X”, totalizando 16 subunidades (Figura 1; Tabela 1).



Figura 1. Localização do Braço Ocoy, da Unidade de Pesquisa (AP011) e conformação do delineamento amostral desta estação.

Tabela 1. Coordenadas dos vértices do perímetro externo da unidade experimental (tanques-rede).

Coordenadas geográficas (graus sexagesimais)			Coordenadas UTM		
Nº Vértice	Longitude	Latitude	Nº Vértice	E	N
1	O54°17'23,191"	S25°13'8,710"	1	773066,342	7208039,647
2	O54°17'21,145"	S25°13'10,017"	2	773122,814	7207998,284
3	O54°17'21,412"	S25°13'10,362"	3	773115,132	7207987,796
4	O54°17'23,458"	S25°13'9,056"	4	773058,660	7208029,159
Datum Horizontal: () SAD-69 (X) WGS-84			Datum Horizontal: WGS-84		
Meridiano Central: 57°					

3.2 Avaliação produtiva

O estudo foi conduzido em tanques-rede com capacidade aproximada de 7 m³ e, no terceiro ciclo, tanques de 24 m³, em um sistema intensivo de cultivo.

1º Ciclo de Produção

O 1º ciclo iniciou-se em 01/04/2021 e foi finalizado em 13/10/2021, totalizando 198 dias de cultivo. Foram utilizados 30 tanques, sendo os tratamentos compostos por densidades de estocagem de 65 peixes/m³ (T65 – 15 tanques) e 92 peixes/m³ (T92 – 15 tanques). O peso inicial individual dos peixes variou entre 87,94 g e 90,54 g. As biometrias foram realizadas a cada 15 dias, com uma amostragem de 50 a 70 indivíduos por tanque, para monitorar o crescimento e o desempenho dos animais. A alimentação foi feita com ração extrusada de 4,0 a 6,0 mm, contendo 32% de proteína bruta (PB).

2º Ciclo de Produção

O 2º ciclo ocorreu entre 12/11/2021 e 18/04/2022, totalizando 158 dias de cultivo. Foram utilizados 28 tanques e adotadas quatro densidades de estocagem:

- 70 peixes/m³ (T500 – 7 tanques)
- 85 peixes/m³ (T600 – 7 tanques)
- 100 peixes/m³ (T700 – 7 tanques)
- 115 peixes/m³ (T800 – 7 tanques).

Os peixes apresentaram peso inicial individual entre 12,33 g e 34,44 g, e as biometrias foram realizadas em intervalos de 21 dias, com uma amostragem de 50 a 70 indivíduos por tanque. A ração utilizada foi extrusada, com 32% de PB, fornecida por dois fabricantes: Supra, utilizada entre o 1º e o 76º dia de cultivo, e Algomix, utilizada do 84º ao 158º dia de cultivo. Durante esse ciclo, foi registrada uma interrupção no fornecimento de ração entre o 77º e o 83º dia, em razão de problemas logísticos, o que pode ter influenciado os resultados de desempenho dos animais.

3º Ciclo de Produção

O 3º ciclo foi conduzido entre 28/12/2022 e 12/07/2023, totalizando 196 dias de cultivo. Foram utilizados 28 tanques, divididos em dois volumes distintos: 7 m³ e 24 m³, com três densidades de estocagem:

- 55 peixes/m³ (T1) – 7 m³ e 24 m³

- 70 peixes/m³ (T2) – 7 m³ e 24 m³
- 85 peixes/m³ (T3) – 7 m³ e 24 m³.

O peso inicial individual dos peixes foi de 64,55 g. As biometrias foram realizadas a cada 21 dias, com amostragem de 50 a 70 indivíduos por tanque. A ração utilizada foi extrusada 4,0 a 6,0 mm, com 32% de proteína bruta.

Tabela 2. Descrição dos Ciclos Experimentais com Diferentes Densidades de Estocagem e Tipos de Tanques

Ciclos de produção	1ª	2ª	3ª	
Data de início	01/04/2021	12/11/2021	28/12/22	
Data do final	13/10/2021	18/04/2022	12/07/23	
Dias de cultivo	198	158	228	
Número de tanques	30	28	28	
Tamanho dos tanques (m³)	≈ 7	≈ 7	≈ 7	
			24	
Peso inicial individual (g)	87,9±0,64g	12,3±3,44	64,55	
Densidade de estocagem (peixes/m³)/ número de tanques			T1 - 55 em 7 m³	T1 - 55 em 24 m³
	T65 – 65 / 15			
		T500 - 70 / 7	T2 - 70 em 7 m³	T2 - 70 em 24m³
		T600 – 85 / 7	T3 - 85 em 7m³	T3 - 85 em 24m³
	T92 – 92 / 15			
		T700 - 100 / 7		
		T800 – 115 / 7		
Intervalo entre biometrias (dias)	15	21	21	
Número de indivíduos/amostragem/tanque	50 - 70	50-70	50 - 70	
Tipo de ração	Extrusada 4,0 a 6,0 mm (32% Proteína Bruta)	Ração extrusada 32%PB de dois fabricantes (Supra 1ª aos 76ª dias de cultivo; Algomix: 84ª ao 158ª).	Extrusada 4,0 a 6,0 mm (32% Proteína Bruta)	
Observações		Em função de problemas no contrato de fornecimento, a alimentação foi suspensa entre 77ª aos 83ª dias de cultivo.		

Para análise produtiva foram utilizados os seguintes índices zootécnicos (Ayroza, 2009): Peso médio final (g), Comprimento final (cm), Ganho de Peso (g. dia-1), Ganho de Biomassa por metro cúbico (kg. m-3), Conversão Alimentar Aparente e Sobrevivência (%).



Figura 2. Embarcação utilizada para realização de manejo em tanques-rede e Biometrias.
Fonte: Arquivo pessoal.

3.3 Análises Físico-Químicas da Água

As análises físico-químicas da água utilizadas durante os ciclos de cultivo de peixes foram monitoradas pela Estação de Monitoramento da Itaipu (Figura 3), que forneceu dados detalhados sobre as variáveis de qualidade da água ao longo da coluna da Água. Entre as variáveis monitoradas, incluem-se:

- Temperatura da água (°C)
- Oxigênio dissolvido (mg/L)
- Fosforo (mg/L)
- Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)



Figura 3. Estação de monitoramento da qualidade de água no reservatório de itaipu.

3.4 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para verificar a existência de diferenças no ganho de peso significativas entre os tratamentos. Em caso de diferenças significativas, o teste de Tukey será aplicado para comparação das médias ($p < 0,05$) utilizando o software estatístico “PAST 4.03”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia hidrográfica do rio Ocoy é uma região de intensa atividade agropecuária, com destaque para a produção de soja, suinocultura e avicultura (PAULI *et al.*, 2013). Essas atividades, apesar de sua relevância econômica, geram resíduos orgânicos e químicos que podem chegar ao rio, impactando a qualidade da água. O uso de fertilizantes e defensivos agrícolas na produção de soja, associado ao manejo inadequado de dejetos na suinocultura e avicultura, pode resultar no aporte de nutrientes como fósforo e nitrogênio, além de outros poluentes, ao corpo hídrico. Segundo Boyd (1998), o excesso de nutrientes pode levar à eutrofização dos corpos hídricos, processo que promove o crescimento excessivo de algas, reduzindo a concentração de oxigênio dissolvido e prejudicando a fauna aquática. Esses impactos podem afetar diretamente a piscicultura, comprometendo a saúde e o bem-estar dos peixes. A diminuição dos níveis de oxigênio e o aumento de toxinas podem reduzir o desempenho produtivo, causar estresse nos animais e, em casos extremos, levar à mortalidade em larga escala (Beveridge, 2004).

Além disso, a presença de resíduos orgânicos e químicos pode alterar as características físico-químicas da água, tornando-a imprópria para o cultivo de peixes. Como destacado por Boyd (1998), o controle rigoroso da qualidade da água é essencial para a sustentabilidade da aquicultura, uma vez que a degradação da qualidade da água compromete diretamente o crescimento e a sobrevivência dos organismos aquáticos. Portanto, o manejo integrado e o controle dos resíduos provenientes da produção agrícola e da suinocultura e avicultura são fundamentais para garantir a viabilidade da piscicultura e a preservação da qualidade da água no rio Ocoy.

Os níveis de oxigênio dissolvido apresentaram oscilações nos três ciclos, com valores médios de 8,03 mg/L no ciclo 1, 7,70 mg/L no ciclo 2 e 8,59 mg/L no ciclo 3 (Figura 4A). Essas diferenças podem estar associadas a variações sazonais e condições operacionais, como a taxa

de renovação da água e o manejo da aeração natural do reservatório. No ciclo 2, o valor mais baixo pode ter sido influenciado pelo aumento da temperatura, que reduz a solubilidade do oxigênio na água (CARVALHO *et al.*, 2019). Ainda assim, todos os valores superaram o limite mínimo de 5 mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, indicando condições adequadas para a sobrevivência e desenvolvimento das tilápias.

As temperaturas médias variaram significativamente entre os ciclos: 22,56°C no ciclo 1, 29,75°C no ciclo 2 e 27,79°C no ciclo 3 (Figura 4B). Essas variações refletem as diferenças sazonais e climáticas nos períodos de cultivo, especialmente no ciclo 2, que ocorreu no verão, quando a temperatura do ambiente externo e da água tendem a ser mais elevadas. A alta temperatura no ciclo 2 está dentro da faixa tolerável para tilápias, mas próxima do limite superior para o bem-estar desses peixes (26°C a 30°C), o que pode ter exigido um maior esforço para manter os níveis de oxigênio dissolvido adequados. Por outro lado, no ciclo 1, as temperaturas mais baixas podem ter desacelerado o metabolismo e o crescimento dos peixes, visto que temperaturas abaixo de 24°C são subótimas para a espécie (BOSCOLO *et al.*, 2011). O acompanhamento da temperatura é crucial, uma vez que flutuações extremas podem causar estresse térmico e interferir no metabolismo dos peixes, afetando negativamente os resultados zootécnicos (LIMA *et al.*, 2020).

Os valores de concentração de fósforo total nos ciclos 1 (0,016 mg/L) e 2 (0,012 mg/L) estão abaixo do limite de 0,03 mg/L estabelecido para águas de classe 2. No entanto, o terceiro ciclo apresentou valor de 0,036 mg/L, ligeiramente acima do permitido (Figura 4C). Esse aumento pode ser atribuído à maior densidade de estocagem e ao manejo alimentar, como apontado por Carvalho *et al.* (2019), que destacam que o excesso de nutrientes em sistemas aquícolas pode levar à eutrofização. Tal condição requer atenção para evitar impactos negativos na qualidade da água e na saúde dos peixes.

Os valores de nitrogênio Kjeldahl total variaram de 0,32 mg/L a 0,54 mg/L (Figura 4D), refletindo níveis moderados de matéria orgânica e nitrogênio no sistema. Embora a Resolução CONAMA 357/2005 não estabeleça limites específicos para esse parâmetro, é conhecido que altos valores podem indicar carga orgânica excessiva. Segundo Lima *et al.* (2020), níveis moderados são típicos em sistemas intensivos bem manejados, como observado neste estudo.

Os resultados indicam que os sistemas aquícolas utilizados mantiveram, na maior parte do tempo, os parâmetros dentro dos limites legais. Contudo, o aumento do fósforo no terceiro ciclo sugere necessidade de ajustes no manejo, como controle mais rigoroso da alimentação e técnicas para reduzir a excreção de nutrientes pelos peixes (CARNEIRO *et al.*, 2017). Além

disso, o monitoramento contínuo da qualidade da água é essencial para assegurar a sustentabilidade do cultivo.

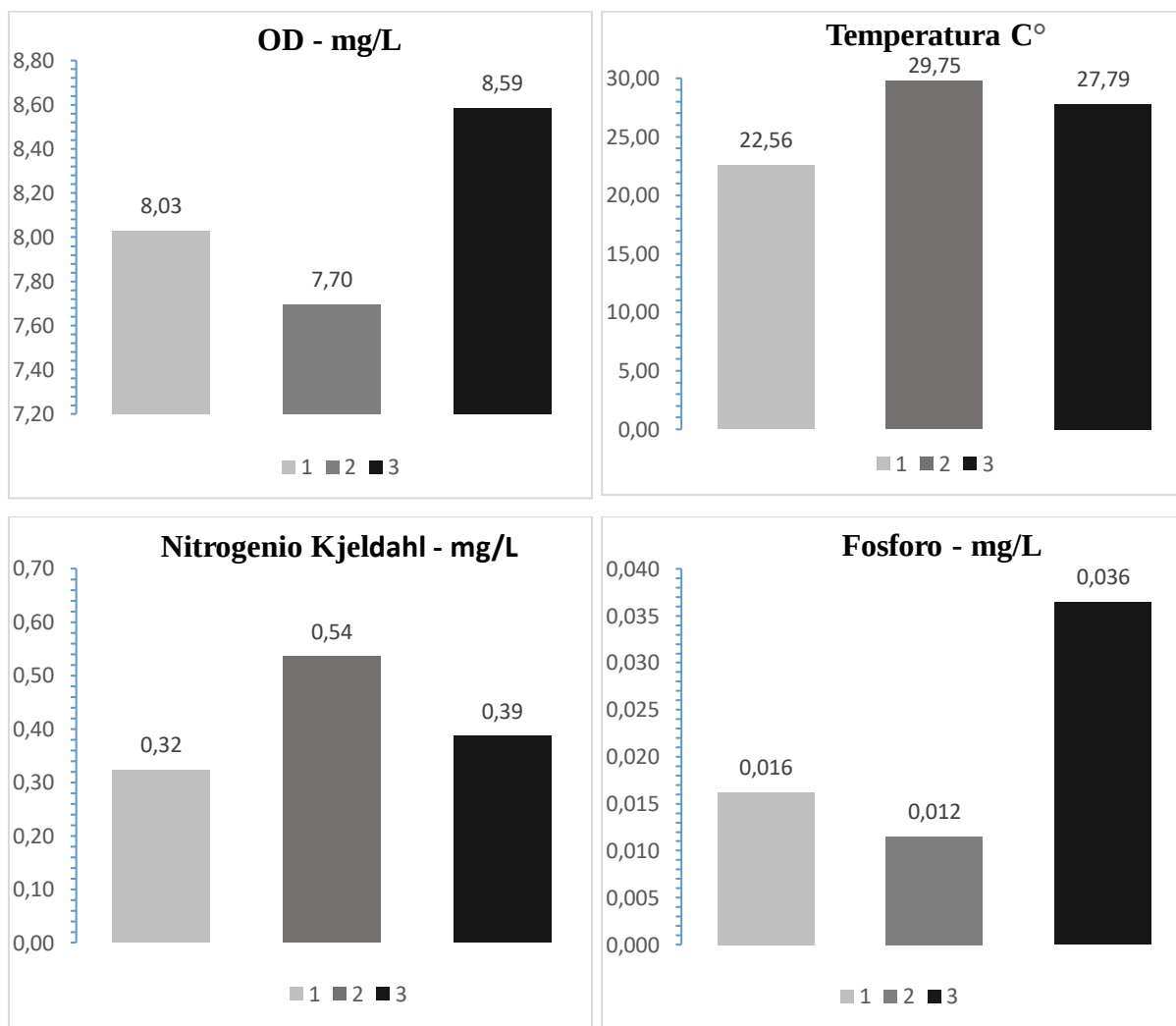


Figura4: Concentrações médias de (A) Oxigênio dissolvido (mg/L); (B) Temperatura do ar (°C); (C) Nitrogênio Kjeldahl (mg/L) e (D) Fósforo total (mg/L) observadas ao longo do experimento de cultivo de peixes em tanques-rede no Braço Aquícola Ocoy, Reservatório de Itaipu, BR.

A Figura 5 mostra um crescimento contínuo do peso médio dos peixes em todas as densidades ao longo do ciclo de cultivo, com diferenças claras entre os tratamentos. Peixes mantidos em densidades menores, como 55 e 65 peixes/m³, apresentaram os maiores pesos médios ao final do ciclo, ultrapassando 1000 g, o que evidencia condições mais favoráveis para o crescimento individual. Já os tratamentos com densidades mais elevadas, como 100 e 115 peixes/m³, mostraram pesos médios menores, principalmente a partir da sexta biometria, confirmando o impacto negativo de altas densidades na performance dos peixes. Este

comportamento está alinhado com os achados de El-Sayed (2002), que relataram que densidades elevadas podem gerar maior competição por recursos, estresse, e consequentemente, menor ganho de peso.

Os tratamentos intermediários, como 70 e 85 peixes/m³, apresentaram pesos médios consistentes ao longo do ciclo, com valores próximos às densidades mais baixas em determinadas biometrias. Esse equilíbrio sugere que densidades intermediárias podem ser uma alternativa vantajosa para maximizar a produção total sem comprometer significativamente o crescimento individual. Este resultado corrobora os estudos de Lazzaro *et al.* (2004), que destacaram densidades médias como ideais para sistemas intensivos, equilibrando produtividade e bem-estar animal.

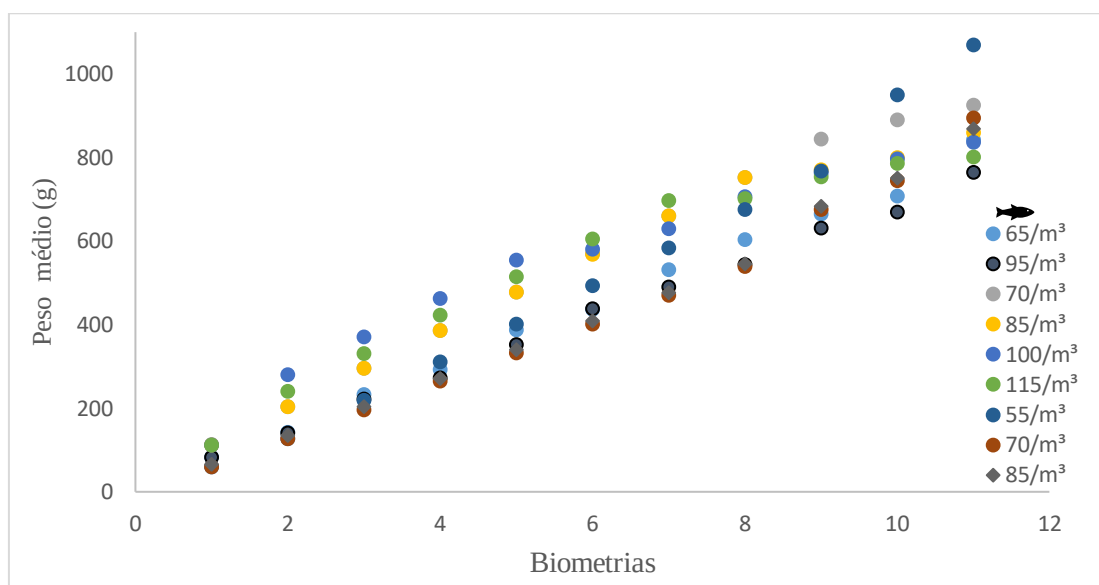


Figura 5: Evolução do peso médio (g) das tilápias ao longo de 12 biometrias em diferentes densidades de estocagem.

A Figura 6 apresenta a Taxa de Crescimento Relativo (TCR%) obtida a partir das biometrias realizadas do longo do estudo. Os dados mostram uma redução gradual da TCR% em todas as densidades conforme os peixes crescem, já que o crescimento relativo diminui à medida que o peso corporal aumenta (Boyd, 1998).

Nos tratamentos de menor densidade, como 55 e 65 peixes/m³, as TCRs mantiveram-se ligeiramente superiores durante a maior parte do ciclo. Contudo, essa diferença tornou-se menos acentuada nas biometrias finais, sugerindo que, em estágios avançados de crescimento, as condições ambientais e o tamanho dos peixes podem nivelar o desempenho.

Já o tratamento com 115 peixes/m³ apresentou as menores TCRs ao longo do ciclo, reforçando o impacto negativo da alta densidade sobre o crescimento proporcional. Apesar disso, densidades intermediárias, como 70 e 85 peixes/m³, mostraram TCRs competitivas, especialmente no início do ciclo, indicando que podem proporcionar boas taxas de crescimento, sobretudo em estágios iniciais do cultivo.

Esses resultados destacam que a escolha da densidade de estocagem deve considerar tanto o objetivo da produção quanto o manejo adotado, sendo fundamental monitorar continuamente os parâmetros zootécnicos para maximizar o desempenho dos peixes sem comprometer a qualidade do sistema de cultivo.

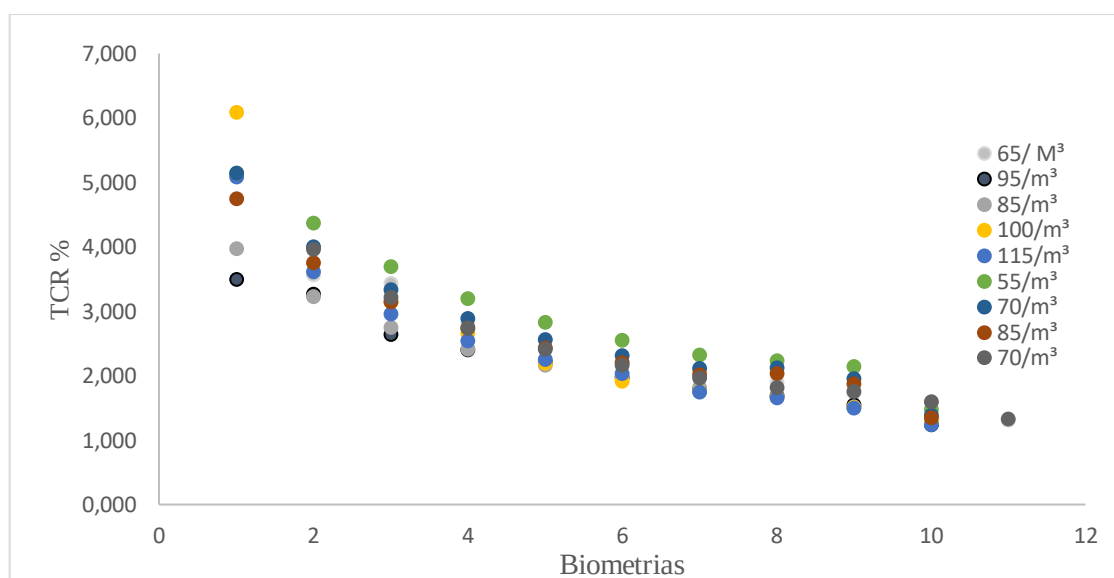


Figura 6: Taxa de crescimento relativo (TCR%) das tilápias ao longo de 12 biometrias em diferentes densidades de estocagem.

O peso médio final dos peixes variou entre 763,45 g e 1072 g, com destaque para o tratamento de menor densidade (55 peixes/m³) no 3º ciclo. Por outro lado, o menor peso médio final foi observado no 1º ciclo, nos tanques povoados com a densidade de 95 peixes/m³, onde os peixes atingiram 763,45 g. Este peso final médio pode indicar que a alta densidade pode ter prejudicado o desenvolvimento dos animais devido à maior competição por alimento e espaço (El-Sayed;2006).

A sobrevivência também variou, alcançando valores entre 93,25% e 99,29%. O 2º ciclo, com 70 peixes/m³, apresentou a maior taxa de sobrevivência (99,29%), enquanto o 3º ciclo, com a mesma densidade, obteve a menor taxa (93,25%). Esse resultado sugere que, em densidades similares, as condições ambientais ou de manejo podem ter influenciado a taxa de

sobrevivência, conforme relatado por Ridha (2006), que destaca o impacto das condições ambientais sobre a sobrevivência de tilápias em diferentes sistemas de cultivo.

O ganho de peso diário (GPD) variou de 3,90 g/dia a 5,31 g/dia, com o 3º ciclo apresentando os maiores valores, especialmente no tratamento com densidade de 55 peixes/m³, que alcançou 5,31 g/dia. Esse tratamento, apesar da menor densidade, demonstrou que uma população moderada permite um crescimento mais eficiente, corroborando Lazzaro et al (2004), que observaram melhor desempenho em densidades médias. O menor GPD foi registrado no 1º ciclo, com a densidade de 95 peixes/m³, resultando em 3,90 g/dia, o que reforça o impacto negativo de altas densidades no desempenho dos peixes (El-Sayed;2002).

A conversão alimentar aparente (CAA) variou entre 1,35 e 1,71, com o 1º ciclo apresentando a melhor taxa (CAA=1,45) no tratamento de 65 peixes/m³. Isso sugere que, em menores densidades, os peixes conseguem aproveitar melhor o alimento disponível. Boyd (1998) também relatou que menores densidades tendem a melhorar a eficiência alimentar dos peixes. Já o 3º ciclo, no tratamento com 55 peixes/m³, apresentou a pior CAA (1,71), o que pode indicar maior competição ou estresse alimentar devido ao maior número de peixes por tanque, como discutido por (Piedrahita; 2003).

A taxa de crescimento relativo (TCR) variou entre 1,24% e 1,53%, sendo o 3º ciclo com maiores valores, particularmente no tratamento com 55 peixes/m³ (1,53%). Isso indica que, embora o 3º ciclo tenha produzido bons resultados de crescimento, a conversão em termos relativos foi mais lenta em condições de maior densidade, o que está de acordo com os resultados observados por El-Sayed (2006). O menor valor de TCR foi registrado no 2º ciclo, no tratamento com 115 peixes/m³ (1,24%), sugerindo uma menor eficiência de crescimento em alta densidade, apesar da produção em biomassa elevada.

Por fim, a estocagem final, ou biomassa por metro cúbico, variou entre 54,1 kg/m³ e 89,77 kg/m³. O 3º ciclo, no tratamento com 85 peixes/m³, apresentou a maior biomassa final, com 82,72 kg/m³, indicando que a alta densidade permitiu maximizar a produção. No entanto, o 1º ciclo, com a densidade de 65 peixes/m³, resultou em uma biomassa final de 54,1 kg/m³, o que reflete o impacto da menor densidade na produção total, apesar de favorecer o crescimento individual dos peixes (Beveridge ;2004).

Os resultados obtidos neste estudo indicam que o bem-estar animal está diretamente relacionado aos parâmetros zootécnicos avaliados, especialmente no que se refere à densidade de estocagem. Densidades mais elevadas, como 95 peixes/m³, resultaram em menor peso médio final (763,45 g), menor ganho de peso diário (3,90 g/dia) e menor taxa de crescimento relativo (1,24%), sugerindo que a alta densidade pode ter comprometido o bem-estar dos peixes devido

à maior competição por alimento e espaço, além de potenciais elevações no estresse. Essas condições desfavoráveis podem impactar negativamente o metabolismo e o desempenho dos peixes, conforme discutido por Huntingford et al. (2006), que destacam a relação entre densidade de estocagem, estresse e saúde animal em sistemas de cultivo intensivo.

Por outro lado, densidades intermediárias, como 70 peixes/m³, mostraram melhores taxas de sobrevivência (99,29% no 2º ciclo), evidenciando um equilíbrio adequado entre manejo e bem-estar, o que favorece a manutenção das condições fisiológicas dos peixes. A menor conversão alimentar aparente (1,45) observada em densidades mais baixas (65 peixes/m³) reforça que menores densidades podem reduzir o estresse competitivo, melhorando a eficiência no aproveitamento do alimento e favorecendo o crescimento saudável. No entanto, densidades extremamente baixas, como 55 peixes/m³, apresentaram uma conversão alimentar pior (1,71), indicando que fatores como ociosidade metabólica ou desequilíbrios no ambiente também podem influenciar negativamente o desempenho, mesmo em condições de menor competição.

Assim, o estudo destaca que o bem-estar animal é um elemento essencial a ser considerado na definição das densidades de estocagem, pois condições que minimizem o estresse, promovam o comportamento natural e otimizem o crescimento podem assegurar maior eficiência produtiva e sustentabilidade do sistema. Esses resultados corroboram a literatura de Huntingford et al. (2006), que enfatizam a necessidade de integrar indicadores zootécnicos com práticas de manejo que priorizem o bem-estar animal.

		1º ciclo					
		Tratamentos					
Dados	➔	65/m³	95/m³				
PM inicial (g)		83,21	83,45				
PM final (g)		0,843 ^a	0,763 ^a				
Sobrevivência (%)		#	#				
GPD (g/dia)		4,360 ^a	3,903 ^a				
C.A		1,45	1,61				
TCR (%/dia)		1,305 ^a	1,245 ^a				
Estocagem final (kg/m3)		54,10 ^a	71 ^b				
M³ do tanque		7	7				
		2º ciclo					
Dados	➔	70/m³	85/m³	100/m³	115/m		
PM inicial (g)		112,71	112,29	112,45	112,4		
PM final (g)		925,14 ^a	859,86 ^{ab}	836,1 ^b	801,5 ^b		
Sobrevivência (%)		99,29 ^a	98,48 ^{ab}	96,46 ^b	96,37 ^b		
GPD (g/dia)		5,21 ^a	4,73 ^{ab}	4,57 ^b	4,36 ^b		
C.A		1,54	1,54	1,6	1,51		
TCR (%/dia)		1,33 ^a	1,29 ^{ab}	1,27 ^{ab}	1,24 ^b		
Estocagem final (kg/m3)		65,84 ^a	74,64 ^b	81,77 ^c	89,77 ^d		
M³ do tanque		7	7	7	7		
		3º Ciclo					
Dados	➔	55/m³	70/m³	85/m3	55/m³	70/m³	85/m
PM inicial (g)		59	59	66	65	68	70
PM final (g)		1069 ^a	895,16 ^{ab}	869 ^b	1072 ^a	1031 ^{ab}	1032 ^{ab}
Sobrevivência (%)		98,16 ^a	93,25 ^a	95,05 ^a	98,5 ^a	98,59 ^a	98,0 ^a
GPD (g/dia)		5,13 ^a	4,27 ^{ab}	4,20 ^b	5,13 ^a	4,91 ^{ab}	4,91 ^{ab}
C.A		1,71	1,64	1,35	1,57	1,63	1,70
TCR (%/dia)		1,47 ^a	1,39 ^a	1,35 ^a	1,43 ^a	1,39 ^a	1,37 ^a
Estocagem final (kg/m3)		55,25 ^a	63,00 ^b	73,45 ^c	57,7 ^a	71,68 ^c	82,72 ^d
M³ do tanque		7	7	7	24	24	24

Figura 7 : Desempenho zootécnico da tilápia do Nilo (*O. niloticus*) em diferentes densidades de estocagem durante três ciclos experimentais em tanques de 8 m³ e 24 m³. Dados incluem peso médio inicial (PM inicial), peso médio final (PM final), sobrevivência, ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (C.A.), taxa de crescimento relativo (TCR) e estocagem final por metro cúbico de tanque

6. CONCLUSÃO

As densidades menores (55 e 65 peixes/m³) promoveram melhores resultados em termos de peso médio final e GPD, sugerindo que essas densidades favorecem o crescimento individual

dos peixes, com menor competição por alimento e espaço. Em contrapartida, as altas densidades (100 e 115 peixes/m³) resultaram em menor crescimento, com o impacto negativo da maior competição e estresse.

Por outro lado, as densidades intermediárias (70 e 85 peixes/m³) utilizando tanques de grandes volumes mostraram um bom equilíbrio entre a produção total e o desempenho individual, oferecendo um bom potencial de produção sem comprometer tanto o crescimento, o que pode torná-las uma escolha vantajosa para sistemas intensivos de cultivo. Esses achados corroboram a literatura existente, que destaca o equilíbrio entre densidade de estocagem e bem-estar dos animais como crucial para o sucesso da produção.

Portanto, a escolha da densidade ideal de estocagem deve ser feita considerando os objetivos da produção, o manejo adotado, bem-estar animal e a monitorização constante dos parâmetros zootécnicos. Este estudo fornece evidências valiosas para a otimização das práticas de cultivo de tilápias, visando o máximo desempenho produtivo sem prejudicar o bem-estar dos animais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Aquicultura e recursos hídricos: Guia para outorga e gestão sustentável. Disponível em: www.gov.br/ana. Acesso em: 14 dez. 2024.
2. AMÉRICO, Juliana Heloisa Pinê et al. Piscicultura em tanques-rede: impactos e consequências na qualidade da água. Revista Científica ANAP Brasil, v. 6, n. 7, 2013.
3. AYROZA, L. M. S. Criação de Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, na usina hidrelétrica de Chavantes, Rio Paranapanema, SP/PR. 2009. Tese (Programa de Pós-Graduação em Aquicultura) – UNESP, Campus Jaboticabal, Jaboticabal – SP. 92 p.
4. BENEDITO CECILIO, Evanilde et al. Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes. Revista Brasileira de Zoologia, v. 14, p. 1-14, 1997.
5. BORGHETTI, J. R.; OSTRENSKY, A. Estratégias e ações governamentais para incentivar o crescimento da atividade aquícola no Brasil. In: Congresso Sul-Americano de Aquicultura, 1998, Recife. Anais... Recife: SIMBRAq, 1998. p. 437-447.
6. BOSCOLO, W. R. et al. Exigências térmicas da tilápia em sistemas intensivos. Aquaculture Research, 2011.

7. CARNEIRO, P. C. F.; MARTINS, M. I. E. G.; SANTOS, L. S. Manejo sustentável da qualidade da água em sistemas intensivos de tilápia. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 2017.
8. CARVALHO, C. B. et al. Impactos do manejo alimentar na qualidade da água. *Brazilian Journal of Aquatic Sciences*, 2019.
9. CARVALHO, E. D.; SANTOS, L. F. S.; MINILLO, A. Water quality management in tilapia farming systems: an overview. *Aquaculture Environment Interactions*, 2019.
10. CRUZ, Mariana Neves. Piscicultura em tanques-rede como medida de compensação social aos pescadores artesanais de Tucuruí: construindo novos saberes e práticas? *Cadernos de Agroecologia*, v. 10, n. 3, 2015.
11. DA SILVA NASCIMENTO, Ana Juvelina; DENADAI, Marcelo Scantamburlo. Piscicultura no Brasil. *Tekhne e Logos*, v. 15, n. 1, p. 15-24, 2024.
12. DE OLIVEIRA, Elenise Gonçalves et al. Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria. 2007.
13. DIAS, Ana Carolina Monteiro Iozzi; BRANCO, Christina Wyss Castelo; LOPES, Vanessa Guimarães. Estudo da dieta natural de peixes no reservatório de Ribeirão das Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 27, n. 4, p. 355-364, 2005.
14. EL-SAYED, A. F. M. *Tilapia Culture*. 1st ed. CABI Publishing, 2002.
15. EL-SAYED, A. F. M. *Tilapia Culture*. 2nd ed. CABI Publishing, 2006.
16. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Food systems in a changing world*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture>.
17. GOMES, Giancarlo et al. Avaliação das contribuições do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar-PRONAF e a melhoria da renda familiar dos piscicultores de Blumenau, Santa Catarina. *Gestão & Regionalidade*, v. 28, n. 84, p. 21-31, 2012.
18. HENGSAWAT, K.; WARD, F. J.; JARURATJAMORN, P. The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) cultured in cages. *Aquaculture*, v. 152, p. 67-76, 1997.
19. KUBITZA, Fernando; ONO, Eduardo Akifumi. A percepção de qualidade dos produtos de pescado. *Revista Panorama da Aquicultura*, v. 15, n. 87, p. 17-25, 2005.
20. KUBITZA, Fernando. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 289 p.
21. LIMA, A. P. et al. Gestão da qualidade da água em pisciculturas intensivas. *Journal of Aquaculture Management*, 2020.

22. LIMA, E. C.; FERREIRA, T. R.; PEREIRA, D. Impacto das variações ambientais no cultivo de peixes em sistemas intensivos. *Journal of Aquaculture Studies*, 2020.
23. LAZZARO, X.; BECKER, B.; SILVA, C. Density-dependent effects on the performance of Nile tilapia in aquaculture systems. *Brazilian Journal of Aquatic Resources*, 2004.
24. ORSI, Magali Rozangela Stempniak et al. A atividade piscícola em tanques-rede no Reservatório de Itaipu: o caso da comunidade indígena Tekoha Ocoy. 2011.
25. PAULI, Flávio Feix et al. As geotecnologias no estudo da construção social dos riscos às atividades agrícolas e ao meio ambiente: municípios de Caicó/RN e Medianeira/PR. 2013.
26. VALLE, Gina Cynthia Carneiro do. Indicadores e cenários de sustentabilidade da produção aquícola na região metropolitana de Santarém-PA, Brasil. 2019. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Oeste do Pará.
27. BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas, quanto ao seu uso e os padrões de qualidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2024.
28. SOUZA, Edson Belo Clemente de. A Geopolítica da Produção do Espaço: localização da hidrelétrica da Itaipu Binacional. *Revista Geografares*, n. 9, p. 141-167, jul./dez. 2011.
29. HUNTINGFORD, F. A. et al. Current issues in fish welfare. *Journal of Fish Biology*, v. 68, n. 2, p. 332-372, 2006.
30. VOLPATO, G. L.; BARRETO, R. E. Environmental and social impacts of fish farming with special reference to stress, disease and well-being. *Brazilian Journal of Biology*, v. 61, n. 4, p. 617-632, 2001.