

DESEMPENHO PRODUTIVO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA EM TANQUE CIRCULAR DE POLIETILENO.

Mateus Tavares Dos Santos¹

Tulio Noronha Alves¹

Hyago Jovane Borges de Oliveira²

RESUMO

Este trabalho avaliou o crescimento do tilápias em tanques circulares em sistema de renovação contínua de água, para subsidiar a produção da espécie em sistemas similares. Para isso alevinos de tilápias (18g) foram estocados em tanque de polietileno (1000 l) na densidade de 30 Kg por m³, integrado ao sistema de recirculação de água por 135 dias. Os parâmetros zootécnicos mostraram que a tilápias possui boa produtividade neste tipo de sistema, ao final de 135 dias pesando em média 358 gramas com conversão alimentar entre 1,12 e 1,96. No entanto, os dados de qualidade de água mostraram que a espécie suporta níveis altos de amônia total (6,5 mg/L) no sistema da recirculação de água. Já na análise econômica mostra os lucros positivos da criação de tilápias em sistema de reciclagem de água em tanques de polietileno. Conclui-se que o sistema de produção em tanques circulares contínua de água apresentou bons índices produtivos para a tilápias, sendo necessários estudos complementares que aumentem sua viabilidade técnica e ambiental. Por outro lado, apresentou vantagens para propriedades onde há pouco espaço e existe muitas limitações para a produção da espécie.

Palavras-chave: Raceways. Piscicultura. Qualidade de água. Produtividade

INTRODUÇÃO

O Brasil possui grande potencial para o desenvolvimento da aquicultura, desenvolvimento e reprodução de organismos aquáticos, com aproximadamente 10 milhões de hectares de água doce em represas, rios e lagos (RORIZ et al., 2017). Além disso, o país também é um dos principais produtores de grãos e possui a terceira maior indústria de ração animal mundial (BARONE et al., 2017).

Segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (Peixe BR), a produção de peixes cultivados, em 2020, foi de 802.930 toneladas mesmo com o contexto desafiador da pandemia (ANUÁRIO, 2021). Ainda segundo a publicação, a tilápias participa com mais de 60% de toda a produção de peixes de cultivo do Brasil, o que

A tilápias é o segundo peixes mais cultivados no mundo pois é uma fonte sustentável de alimentos (CONTE et al., 2017). No Brasil, a tilápias (*Oreochromis niloticus*) é atualmente a espécie que apresenta maior índice de produção na aquicultura nacional, em função da característica relativas a rusticidade genética, reprodução e potencial auto de aceite no mercado. A tilápias foi introduzida com intuito de ser utilizada como um elemento estratégico para a expansão da

¹ Acadêmicos do curso de Zootecnia, IESC-FAG, Guará-TO

² Zootecnista, mestre em Aquicultura, Esp. em Gestão Estratégica em Pecuária de Corte, IESC-FAG, Guará-TO, hyago.oliveira@iescfag.edu.br

aquicultura local, e como uma maneira de obter uma proteína animal de menor custo para um consumo maior. A tilápia originou-se da bacia do rio Nilo, no leste da África, sendo distribuída nas regiões mais tropicais e subtropicais, como por exemplo Israel, e no Sudeste Asiático e também no continente americano. (SILVA et al., 2015).

A modernização na piscicultura tem resultado em mecanismos que permitem uma melhor regulação do meio aquático, tendo como consequência uma maior produtividade e qualidade de produção. É uma atividade sustentável por permitir o uso de pequenas áreas, diminuindo, assim, a área necessária para uma maior produção de proteínas, influenciando, atenuando a ação do homem sobre o ambiente (SIQUEIRA, 2017).

Uma dessas técnicas é o sistema de recirculação fechada de água. Nesse método, a água é reciclada continuamente, passando por processos de filtragem (mecânica ou biológica) e tratamento, com eficiente controle de temperatura da água, do nível de oxigênio e da variação da concentração de metabólitos (SOUSA, 2021). Essa prática permite o reuso da mesma água várias vezes o que diminui o uso de recursos hídricos, reduz os impactos ambientais e melhora a eficiência do cultivo de peixes. Esse sistema super-intensivo permite um melhor controle diário das medidas físico-químicas da água, refletindo no desenvolvimento, na aptidão e na precocidade da produção (DANIEL, 2022).

A qualidade da água em sistemas de recirculação é de fundamental importância para o êxito do cultivo. Temperatura, amônia, oxigênio, alcalinidade, nitrito e pH são importantes indicadores que necessitam de monitoramento, tendo o nitrogênio (contido na amônia e nitrito) com um dos principais contaminantes das águas residuais (PICOLO et al., 2019).

Quais são os desafios e as melhores prática para criação sustentável de tilápias em tanques de polietileno, levando em consideração a qualidade de água, o manejo adequado dos peixes, a eficiência alimentar e rentabilidade econômica?

Dessa forma, esse trabalho justifica-se pelo fato de representar uma resposta crucial à necessidade crescente de desenvolver práticas aquícolas mais sustentáveis. A integração desses tanques em sistemas de recirculação oferece potenciais benefícios, tais como a minimização do consumo de água, otimização do ambiente para o crescimento das tilápias e a redução dos impactos ambientais associados à aquicultura convencional. Além disso, mostrar aos pequenos produtores a viabilidade de pequenos sistemas de recirculação para a produção de peixes pode ser uma opção para situações aonde existe baixa condições de investimento e espaço limitado.

Desta forma, objetivou-se implantar e avaliar o processo produtivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em sistema de recirculação de água criadas em tanques circulares de POLIETILENO, quantificando o desempenho zootécnico, analisando os parâmetros de qualidade de água e a viabilidade econômica do sistema.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma propriedade urbana (-8.7369063 latitude, -48.7486201 longitude), localizada na cidade de Colméia, Tocantins, por 135 dias. Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética para Uso de Animais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CEUA-IESC-FAG), com o certificado nº 016/2019-2, em 15 de fevereiro de 2023.

Estrutura e condições experimentais

Para a condução do experimento, foram utilizados 90 alevinos de tilápias (*Oreochromis niloticus*) revertidas sexualmente com peso médio e comprimento total de $18,10 \pm 4,29$ g e $8,57 \pm 0,88$ cm, respectivamente, foram adquiridos de uma piscicultura comercial localizada em Guaraí, Tocantins. O sistema de recirculação foi composto por uma caixa d'água de POLIETILENO com volume de 1000 litros, utilizada como ambiente de cultivo, e três tambores com a capacidade de POLIETILENO de 100 litros cada, usados como decantador, filtro mecânico e Sump. Para o bombeamento de água foi utilizado uma bomba periférica de 370 watts, com uma vazão de 11 litros de água por minuto. Dentro do filtro mecânico foi colocado substrato (tijolo quebrado, manta de feltro e argila expandida para a fixação de bactérias nitrificantes removedoras de amônia (SANTOS., 2005). A densidade de estocagem do sistema foi seguida por recomendações de Carneiro *et. al* 1999.

No dia do povoamento do sistema, os peixes foram transportados em sacos plásticos preenchido com 10 litros de água e adicionado oxigênio puro, o transporte foi feito por meio de rodovias e estradas vicinais da fazenda produtora até a propriedade que foi desenvolvido o experimento. Antes do povoamento foi feita a aclimação dos peixes por um período de 10 minutos.

Crescimento e manejo alimentar

Os animais de todos os tratamentos foram alimentados diariamente com ração comercial extrusada para peixes onívoros (Tabela 1). Para avaliar o crescimento dos peixes e ajustar a quantidade de ração ofertada, quinzenalmente foram realizadas biometrias (mensuração do peso e comprimento total) com todos os animais do estudo.

Tabela 1 - Manejo alimentar de tilápias *Oreochromis niloticus* em temperatura ótima.

Peso dos peixes (g)	Tipo de ração	Frequência alimentar (x/dia)	% PV/ dia
1 a 5 g	Ração em pó - 42% PB	5	14,0%
5 a 10 g	2-3 mm - 42% PB	4	8,0%
10 a 20 g	2-3 mm - 42% PB	3	5,0%
20 a 50 g	2-3 mm - 42% PB	3	4,5%
50 a 150 g	3-4 mm - 36% PB	3	3,4%
150 a 250 g	4-6 mm - 32% PB	3	3,4%
250 a 400 g	4-6 mm - 32% PB	3	3,4%

Adaptado de SENAR (2019)

Ao final de cada biometria, foram avaliadas as variáveis, conversão alimentar aparente [consumo total de ração / ganho de biomassa total], ganho de peso diário (peso médio atual (g) – peso médio anterior / n° de dias de crescimento) e a taxa de crescimento específico (% de peso vivo/dia) [TCEp = ((ln peso final – ln peso inicial / dias de cultivo) x 100].

Qualidade de água

Para o monitoramento dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água, pH, temperatura e concentração de oxigênio dissolvido foram mensurados três vezes por semana e amônia total (NH₃+NH₄) semanalmente. A temperatura foi mensurada usando termômetro de sonda (Kasvi), enquanto os demais parâmetros utilizando kit comercial de análise de qualidade de água (LabconTest®, Camboriú - SC). A amônia tóxica (NH₃) foi calculada seguindo a metodologia de Senar (2019).

Análise econômica parcial

Para análise econômica, foi utilizado apenas o custo operacional parcial (COP), definido como o valor gasto com ração, alevinos e insumo (energia elétrica), e a receita bruta (RB) atribuída à venda dos peixes vivos.

As variáveis econômicas foram calculadas de acordo com a metodologia descrita por Silva et al. (2003), utilizando as seguintes fórmulas:

$$COP = \frac{INSp + (QA * PA)}{BP} \quad \text{onde:}$$

COP = Custo operacional parcial (R\$/Kg de peixe);

INSp = Gastos com insumos;

QA = Quantidade de alevinos;

BP = Biomassa em quilograma de peixe de cada unidade experimental;

PA = Preço de aquisição dos alevinos.

$$RB = P_f * PP_{kg} \quad \& \quad RLP = RB - COP \quad \text{onde:}$$

RB = Receita bruta (R\$/Kg de peixe);

Pf = Peso médio final do peixe;

PPkg = Valor de comercialização pelo quilograma peixe.

RLP = Receita líquida parcial (R\$/Kg de peixe).

Após a obtenção dos custos operacionais de cada tratamento, foi calculado o índice de eficiência econômica e (IEE) e o Índice de Custo Médio (IC) em ambos os sistemas de produção, de acordo com o proposto por Barbosa et al. (1992):

$$IC = \frac{C_{te\hat{i}}}{Mce} * 100 \quad \& \quad IEE = \frac{Mce}{C_{te\hat{i}}} * 100 \quad \text{onde:}$$

IC = Índice de Custo Médio

CTei = custo médio do tratamento i considerado.

MCE = menor custo médio operacional registrado por quilograma de peso vivo ganho entre os tratamentos;

IEE = índice de eficiência econômica

Análise estatística

Para análise das diferenças dos parâmetros zootécnicos entre os períodos analisados (cada biometria) de produção, foi aplicado o teste t de Student ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Baseado na literatura, a qualidade da água não influenciou a produção de tilápias em sistema de recirculação de água em tanque circular de POLIETILENO. Conforme descrito por Moro et al (2013), analisar os parâmetros físico-químicos de qualidade de é fundamental para sucesso da piscicultura. Dessa forma, há necessidade de administrar o manejo corretamente, visando um bom desempenho do sistema como um todo (Azim e Little., 2008).

Tabela 2 - Parâmetros físicos e químicos de qualidade de água durante a criação de tilápias *Oreochromis niloticus* em sistema de recirculação em tanque circular de POLIETILENO.

Período (dias)	Temperatura °C	Amônia total mg/L	Amônia tóxica mg/L	Oxigênio dissolvido mg/L	pH
0	26,0 ± 0,70	6,5 ± 0,10	0,34 ± 0,010	7,0 ± 0,14	6,2 ± 0,00
15	25,8 ± 0,84	6,6 ± 0,08	0,38 ± 0,008	7,2 ± 0,35	6,2 ± 0,14
30	27,1 ± 0,91	6,5 ± 0,02	0,34 ± 0,002	8,0 ± 1,41	6,2 ± 0,14
45	26,0 ± 0,56	6,6 ± 0,07	0,12 ± 0,007	8,0 ± 0,21	7,0 ± 1,06
60	25,5 ± 0,35	6,5 ± 0,13	0,12 ± 0,013	8,0 ± 0,14	7,0 ± 0,28
75	25,7 ± 0,28	6,5 ± 0,05	0,12 ± 0,013	8,0 ± 1,42	7,0 ± 0,28
90	25,4 ± 0,21	6,6 ± 0,07	0,12 ± 0,007	8,1 ± 0,70	7,0 ± 0,00
105	28,9 ± 0,49	6,5 ± 0,07	0,09 ± 0,009	7,0 ± 0,00	7,0 ± 0,00
120	29,2 ± 0,14	6,5 ± 0,03	0,02 ± 0,002	7,5 ± 0,70	7,5 ± 0,28
135	29,4 ± 0,28	6,4 ± 0,01	0,02 ± 0,002	7,9 ± 0,35	7,5 ± 0,28

Os valores são médias ± desvio padrão

As variáveis de qualidade de água estão apresentadas na Tabela 2. Durante o período experimental a temperatura da água de cultivo apresentou pequenas variações, ficando sempre dentro do limite tolerável pela espécie. A temperatura é um fator de extrema relevância nos cultivos de organismos aquáticos, uma vez que pode afetar o metabolismo dos peixes, de acordo com o seu aumento ou redução (MARQUES et al., 2004). Assim como a temperatura, o pH e o OD também se mantiveram em níveis aceitáveis (KUBITZA, 2000) durante todo o período experimental. Os resultados obtidos foram de grande importância, especialmente em relação ao OD, considerado uma das variáveis mais críticas, pois afeta diretamente a resistência e sobrevivência dos peixes. Concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 4,0 mg L⁻¹ podem resultar em redução do consumo de alimentos e, consequentemente, retardar o ritmo de crescimento (SARAIVA et al., 2009). Neste estudo os níveis de oxigênio dissolvido permaneceram sempre acima de 6 mg L⁻¹, demonstrando a capacidade do sistema de produzir OD pelo sistema de recirculação forçada.

O alimento que não é consumido sofre a ação de microrganismos que se desenvolvem no sistema. Aumentando a quantidade de matéria orgânica no sistema, ocorre uma diminuição do oxigênio dissolvido, resultando na produção de dióxido de carbono e amônia que se degradam de forma anaeróbica e geram metano e sulfeto de hidrogênio, substâncias altamente tóxicas para os peixes (RAKOCY et al., 2006). As médias das concentrações de amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$) permaneceram estáveis durante todo o período experimental, esses valores são considerados altos para a tilápia (FERREIRA & CUNHA, 2013; CRIVELENTI et al., 2009, MORO et al., 2013 e KUBITZA, 2000). Contudo isso mostra que em ambientes de recirculação a espécie suporta níveis mais elevados do que aos citados pelos autores. No entanto os valores de amônia tóxica (NH_3), mostram que ao final do experimento, com o aumento da temperatura da água e estabilização do pH, ficaram abaixo dos níveis tolerados pela espécie, indicando que neste tipo de sistema para a tilápia o pH e temperatura ideal ficam em torno dos 29,5° e 7,5 respectivamente.

Segundo RAKOCY et al. (2006) a amônia e o nitrito são tóxicos para os peixes, mas o nitrato é relativamente inofensivo e é a forma preferida para o crescimento das plantas. A nitrificação é um processo caracterizado pela utilização de compostos substâncias inorgânicas reduzidas, por exemplo íon amônio, como doadores de hidrogênio, e pela sua oxidação, os microrganismos obtêm equivalentes redutores para o processo de síntese (RAKOCY, 2012). Neste sistema foram colocados substratos como manta de feltro, argila expandida e tijolos quebrados para fixação de bactérias nitrificantes. Porém, não foi integrado um sistema de produção de plantas, o que gerou grandes concentrações de amônia no sistema.

Todas as variáveis analisadas de desempenho zootécnico da criação de tilápias em sistema de recirculação de água em tanque de POLIETILENO estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 3 - Desempenho zootécnico de tilápia *Oreochromis niloticus* em sistema de recirculação em tanque circular de POLIETILENO.

Período (dias)	Peso médio (g)	Comprimento total (cm)	GPD (g)	CA (g)	TCE (%)	Sobrevivência (%)
0	18,10 ± 4,29 ^a	8,57 ± 0,88 ^a	-	-	-	-
15	37,81 ± 6,54 ^b	10,82 ± 0,85 ^a	1,31 ± 0,93 ^a	1,49 ± 0,34 ^a	0,37 ± 0,26 ^a	100 ± 0,00 ^a
30	67,09 ± 8,53 ^c	11,94 ± 0,93 ^a	1,95 ± 0,45 ^b	1,36 ± 0,09 ^a	0,65 ± 0,20 ^b	99 ± 0,70 ^a
45	98,43 ± 8,97 ^c	12,37 ± 0,98 ^b	2,09 ± 0,10 ^b	1,29 ± 0,05 ^a	0,94 ± 0,21 ^b	98 ± 0,71 ^a
60	121,98 ± 10,63 ^d	12,99 ± 1,45 ^b	1,57 ± 0,37 ^b	1,53 ± 0,17 ^b	1,15 ± 0,15 ^c	98 ± 0,00 ^a
75	142,18 ± 14,07 ^d	15,14 ± 1,13 ^c	1,35 ± 0,16 ^b	1,62 ± 0,07 ^b	1,34 ± 0,13 ^c	98 ± 0,00 ^a
90	178,43 ± 15,25 ^e	16,58 ± 1,02 ^c	2,42 ± 0,76 ^c	1,12 ± 0,36 ^d	1,69 ± 0,25 ^d	98 ± 0,00 ^a
105	208,21 ± 24,60 ^f	18,37 ± 1,39 ^d	2,03 ± 0,30 ^c	1,61 ± 0,34 ^e	1,96 ± 0,19 ^d	95 ± 2,12 ^b
120	245,23 ± 24,03 ^g	20,04 ± 0,95 ^d	2,47 ± 0,34 ^c	1,75 ± 0,10 ^e	2,31 ± 0,25 ^d	95 ± 0,00 ^b
135	358,45 ± 26,13 ^h	21,80 ± 1,37 ^d	4,35 ± 1,33 ^d	1,36 ± 0,28 ^e	2,94 ± 0,44 ^e	95 ± 0,00 ^b

Médias seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,05$). GPD: Ganho de peso diário; CA: Conversão alimentar; TCE: Taxa de crescimento específico em peso.

Não houve diferenças estatísticas ($p < 0,05$) para o peso médio entre os períodos 30 e 45 dias e 60 e 75 dias de realização do experimento, porém verifica-se que os animais ganharam cerca de 31,34 e 20,20 gramas nesses períodos respectivamente. Aos 75 dias de experimento foi realizado uma repicagem dos animais para ajustar a densidade de estocagem dos animais. Esse ajuste incrementou positivamente o desempenho dos animais nas próximas biometrias, verificando-se taxas de crescimento acima de 1,50% e ganho de conversão alimentar ultrapassando 2,0 gramas por dia (Tabela 2).

O ganho de peso diário para a tilápia criada em sistema de recirculação utilizando tanques de POLIETILENO foi semelhante até os 75 dias, após esse período os animais obtiveram um incremento médio de 70,7% de GPD em comparação com os períodos anteriores. A diferença mostrada no ganho de peso diário foi decorrente a queda de energia inesperada do sistema, com isso teve o aumento no nível de estresse dos peixes. Porém tiveram resultados semelhantes em relação ao ganho de peso foi observado por Crivelenti et al. (2009) e Emerenciano et al. (2015) em sistema aquapônico com tilápia do Nilo.

O manejo de alimentar dos peixes, como o controle dos resíduos de ração após a sua oferta aos peixes, evita o excesso de alimento e o desperdício, mas também evita a deterioração da qualidade da água devido ao excesso de ração (MIHELAKAKIS et al., 2002), que é um componente essencial para alcançar uma melhor conversão alimentar. Essa estratégia de manejo foi realizada diariamente neste estudo com as tilápias e contribuiu para bons valores desse parâmetro durante o experimento. Neste estudo a conversão alimentar se manteve dentro do esperado para a espécie, Bailey et al. (2000) encontraram valores variando de 1,17 a 1,33g g⁻¹ nas densidades estudadas, já Silva et al. (2002) obtiveram taxas de conversão de 1,22 a 1,25. Maeda et al. (2006) descreveram valores que variaram de 1,30 a 1,56. Todos esses valores ficaram próximos aos encontrados neste estudo.

A conversão alimentar próxima da unidade obtida com a tilápia mostra que os alevinos podem utilizar efetivamente a ração oferecida se esta apresentar o equilíbrio nutricional adequado para a espécie e fase de alimentação. O manejo de alimentar dos peixes, como o controle dos resíduos de ração após a sua oferta aos peixes, evita o excesso de alimento e o desperdício, mas também evita a deterioração da qualidade da água devido ao excesso de ração (MIHELAKAKIS et al., 2002), que é um componente essencial para alcançar uma melhor conversão alimentar. Essa estratégia de manejo foi realizada diariamente neste estudo com as tilápias e contribuiu para bons valores desse parâmetro durante o experimento.

Para melhor avaliar o desempenho dos animais foram utilizadas as taxas de crescimento específica (% dia) dos animais, as melhores taxas foram encontradas ao final do experimento, não obtendo diferenças estatísticas entre os períodos 30 e 45, 60 e 75 e 90 a 120 dias. Os valores do presente estudo foram diferentes de outros trabalhos, como o de El-sayed (2002) que, o crescimento de tilápias em tanques de fibra de vidro, verificou que a TCE diminuiu com o incremento da

densidade decrescendo de 10,05 a 7,78% dia, valores bem superiores aos encontrados neste trabalho. Silva et al. (2002) encontraram taxas de crescimento

específico maiores que as observadas no presente experimento, estudando o desempenho produtivo de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) estocados em um sistema de “raceway”, eles obtiveram TCE de 2,30, 2,25 e 2,25.

A sobrevivência também foi considerada adequada para a espécie, de acordo com os dados apresentados na tabela 01 a mortalidade encontrada aos 30, 45 e 105 dias de experimento foi devido ao estresse de manejo de biometrias, em todas as ocasiões a mortalidade aconteceu no período de 24 horas após manejo de biometrias dos peixes. Os valores encontrados foram superiores aos relatados por Bailey et al. (2000), que relataram taxas de sobrevivência de 91,2 a 91,9% e por Côelho et al. (2014) que encontraram valores entre 85 e 71% de sobrevivência.

A evolução do peso médio das tilápias (Figura 01), foi crescente de acordo com o período de avaliação, sendo evidenciado mais uma vez após os 90 dias conforme mostra o GPD (g) e TCE (%) (Tabela 01). Esses valores são superiores aos encontrados por Crivelenti et al (2009) ao analisar o crescimento de tilápias associadas à hidroponia obtiveram peso médio de 100,2 gramas aos 110 dias de cultivo.

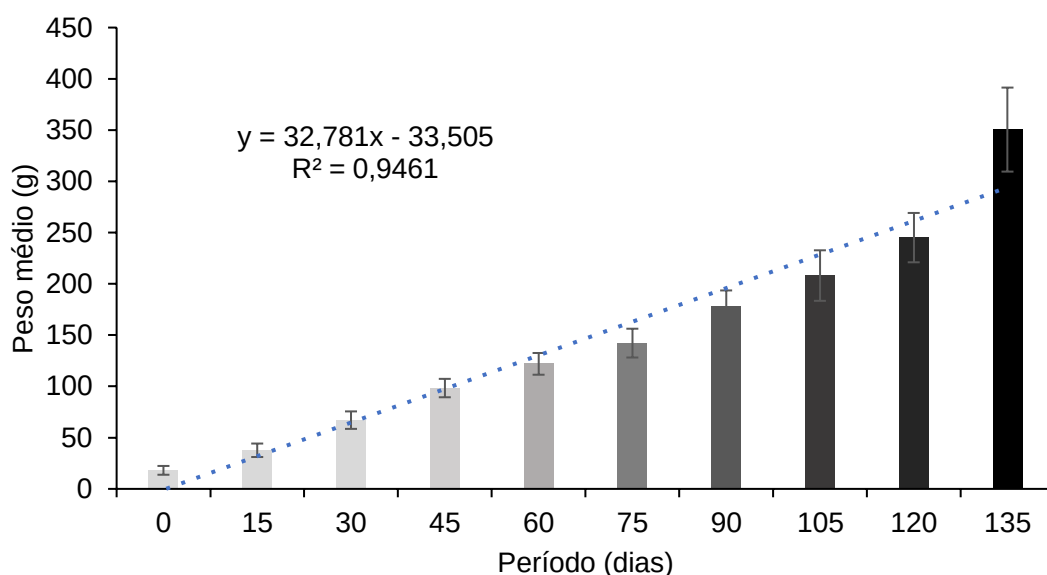


Figura 1 - Ganho de peso de tilápia *Oreochromis niloticus* em sistema de recirculação em tanque circular de polietileno.

O comprimento total médio das tilápias teve poucas variações durante o período do estudo (Figura 02), apresentando crescimento médio de 1,5 centímetros entre cada período avaliado, encerrando aos 135 dias com 21,80 centímetros. Esses valores foram semelhantes aos observados por Gomes et al. (2004) para tambaqui em sistema de cultivo por 60 dias e por Crivelenti et al (2009) e Silva et al (2002) para tilápia criadas em sistema de recirculação de água com diferentes trocas de água.

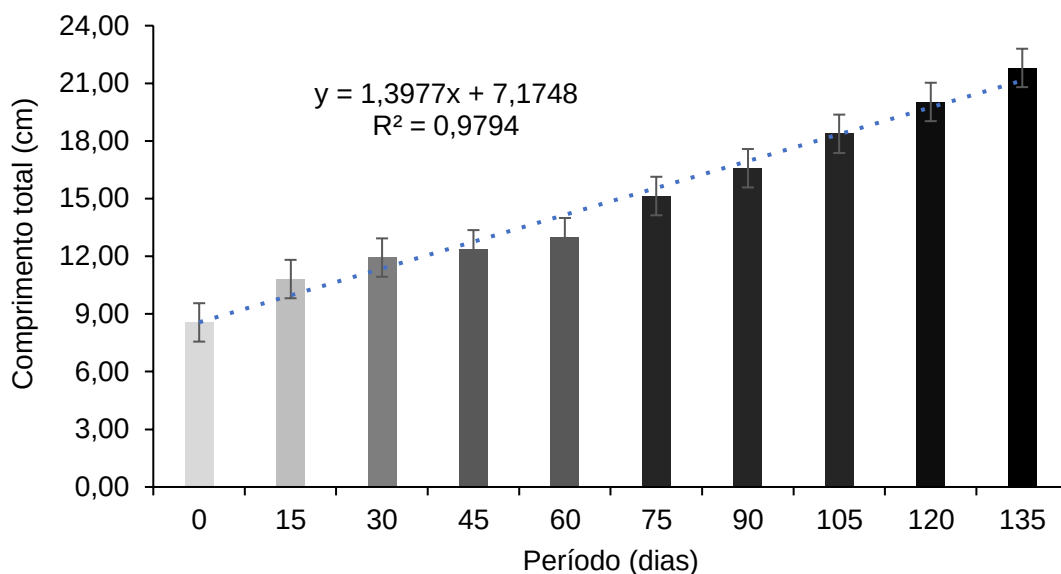


Figura 2 - Comprimento total médio de tilápia *Oreochromis niloticus* em sistema de recirculação em tanque circular de polietileno.

Os valores de compra e venda dos insumos utilizados a criação de tilápia *Oreochromis niloticus* em sistema de recirculação em tanque circular de polietileno estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores de compra e venda dos insumos utilizados durante a criação de tilápia *Oreochromis niloticus* em sistema de recirculação em tanque circular de polietileno.

Item	Unidade	Preço (R\$)	Quantidade
Ração 2-3 mm	Kg	3,30*	9
Ração 4-6 mm	Kg	3,10*	22
**Compra alevinos	Und	1,00	90
***Energia elétrica	kWh	0,98	265,9
**Venda dos juvenis	Kg	15	31,5

*Preço do quilograma incluindo o frete; **preço praticado na região de Guaraí-TO com tributos;

***Valor de acordo com a companhia elétrica no período do experimento (fevereiro a julho de 2023)

O custo operacional parcial da criação de tilápias em sistema de recirculação em tanque circular de polietileno foi de R\$427,53 por quilograma de peixe produzido (Tabela 5). Esse parâmetro é um bom indicativo para se verificar o custo de produção e manutenção do sistema, não incluindo o custo de implantação do projeto (OLIVEIRA et al., 2022). No entanto, foram superiores aos registrados por Paula, (2009), que avaliou a engorda de tambaqui, pirapitinga e tambatinga e registrou custos por quilograma de peixe entre R\$ 4,21 e R\$ 4,65. Essa diferença esteve relacionada ao custo da energia elétrica usada para o funcionamento da bomba d'água, uma vez que ela ficava ligada 24 horas por dia para garantir a recirculação de água permitindo um bom funcionamento do sistema. Os valores encontrados neste estudo estão de acordo com Scorvo Filho et al, (2004) e GODOY et al, (2005) que afirmam que ao avaliar índices econômicos na piscicultura, os custos

operacionais são um bom parâmetro para avaliar a médio prazo a sustentabilidade financeira de um sistema de produção.

Tabela 5 - Avaliação econômica da criação da criação de tilápia *Oreochromis niloticus* em sistema de recirculação em tanque circular de polietileno.

Parâmetros	Resultados
Custo operacional parcial (R\$/Kg de peixe)	427,53
Receita bruta (R\$/Kg de peixe)	472,50
Receita líquida parcial (R\$/Kg de peixe)	44,97
Produção média (Kg de peixe)	13,57
Índice de custo médio (%IC)	100
Índice de eficiência econômica (%IEE)	100

O índice de custo médio (IC) e o índice de eficiência econômica (IEE) foram positivos para a criação de tilápias em sistema de recirculação em tanque circular de polietileno. Ambos os parâmetros obtiveram 100% de resultado, demonstrando a vantagem econômica desse sistema de produção quando se avalia unicamente os custos operacionais.

CONCLUSÃO

A criação de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em sistema de recirculação utilizando tanques de polietileno, apresentou resultados zootécnicos satisfatórios durante um período de 135 dias. Entretanto, este demonstrou que a espécie suporta níveis altos de amônia total em sistemas de recirculação de água. Por outro lado, a análise econômica mostrou a viabilidade positiva da criação de tilápias em sistemas de recirculação de água em tanques de polietileno.

Esse tipo de sistema pode ser uma alternativa em propriedades que possuem restrição de espaço e/ou limitações técnicas para a construção de viveiros escavados, ou até mesmo para pequenas produções de subsistência. São necessários, porém, estudos complementares, em tanques maiores, que analise maiores peso de abate e a integração de produção de plantas, visando a redução do ciclo produtivo, lucratividade e a otimização do uso de água, respectivamente.

REFERÊNCIAS

Associação brasileira da piscicultura-peixe br: Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2021. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario2022/>

Azim, M.E.; Little, D.C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, 283(1): 29–35. (2008)

BAILEY, D.S.; RACKOCY, J.E.; MARTIN, J.M.; SHULTZ, R.C. Intensive production of tilapia fingerlings in a recirculating system. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., 2000, Rio de Janeiro. Proceedings. Rio de Janeiro: Panorama da Aquicultura, 2000. v.2, p.328-333 (2000).

BANDEIRA, M. G. A.; NASCIMENTO, J. S. Estudo prospectivo relativo à atividade da tilápia para a indústria de alimentos no período de 2006 a 2016. *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v. 10, n. 3 p. 552-562, 2017.

BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; FERREIRA, A.S., LIMA, G.J.M.M., GOMES, M.F.M. Triguilho para suínos na fase inicial, de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 21, 5, 827-837. 1992.

BARONE, R. S. C.; LORENZ, E. K.; SONODA, D. Y.; CYRINO, J. E. P. Fish and fishery products trade in Brazil, 2005 to 2015: A review of available data and trends. **Scientia Agricola**, Piracicaba. v.74, n.5, p. 417-424, 2017.

Carneiro, P. C. F., Cyrino, J. E. P., & Castagnolli, N.. . Produção da tilápia vermelha da Flórida em tanques-rede. **Scientia Agricola**, 56(3), 673–679. (1999)

COÊLHO, Anderson Alan da Cruz et al. Desempenho zootécnico de alevinos de tilápia do Nilo cultivados em um sistema de recirculação de água com a microalga *Spirulina platensis*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 149-159, 2014.

CONTE, M. A et al. A high quality assembly of the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) genome reveals the structure of two sex determination regions. **Journal BMC Genomics**, v. 18, n. 1, p. 341, 2017

CRIVELENTI, L. Z.; BORIN, S.; DA SILVA, N. R. Piscicultura superintensiva associada à hidroponia em sistema de recirculação de água. **Archives of Veterinary Science**, v. 14, n. 2, p. 109-116, 2009.

DANIEL, Lucas Ávila Rezende. Sistema de recirculação de água para piscicultura urbana (Tilápia do Nilo). 2022.

DRUMMOND, C. D.; MURGAS, L. D. S.; VICENTINI, B. Growth and survival of tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) submitted to different temperatures during the process of sex reversal. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 33, n. 3, p. 895-902, 2009.

Emerenciano, M. G. C., Mello, G. I., Pinho, S. M., Molinari, D., & Blum, M. N. (2015). Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, 25: 24-35. (2015)

Ferreira, F. W., & Cunha, R. B. The survival and growth of juvenile Silver Catfish, *Rhamdia quelen*, exposed to different NH₃ and hardness levels. **Journal of the World Aquaculture Society**, 44(2), 293-299 (2013)

GODOY, C.E.M. de; SOARES, M.C.F.; COSTA, F.J.C.B.; LOPES, J.P. Produção da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em tanques-rede visando o atendimento de comunidade carente. in Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 14., Fortaleza, 12-18/out./2005. **Resumo Expandido. Anais.. Fortaleza: Assoc. Eng. Pesca do Est.Ceará.** p.1229-1230. 2005.

KUBITZA, F. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 285 p.

MAEDA, H.; SILVA, P.C.; AGUIAR, M.S.; PADUA, D.M.C.; OLIVEIRA, R.P.C.; MACHADO, N.P.; RODRIGUES, V.; SILVA, R.H. Effects of stocking density in the second fingerling of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) Raised in raceway system. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.3, p.265-272, 2006.

MARQUES, N.R.; HAYASHI, C.; SOUZA, S.R.; SOARES, T. Efeito de diferentes níveis de arrastamento para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) em condições experimentais. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, n.1, p.51-56, 2004.

MIHELAKAKIS, A., TSOLKAS, C., & YOSHIMATSU, T. Optimization of feeding rate of hatchery produced juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata*. **Journal of the World Aquaculture Society**, 33:169-175. (2002).

Moro, G. V., Torati, L. S., & Luiz, D. B. Monitoramento e manejo da qualidade da água em piscicultura. In: Piscicultura de água doce: **Multiplicando conhecimentos**. Brasília/DF: **Embrapa**, p. 440 (2013)

Oliveira, H.J.B.; Lima, A.F.; Lapa, L.C.F.; Oliveira, H.J.B.; Matos, F.T.; Nuñez, A.P.O. Effect of natural food consumption on the first phase of pirarucu grow-out in ponds and cages. **Acta Amazonica** 53: 32-41. 2022

PICOLO, Karolini et al. 13. Ciclo do nitrogênio e parâmetros de qualidade de água em um sistema experimental de recirculação para a aquicultura. **Anais da amostra de iniciação científica do CESURG—ANO 2019**, p. 97, 2019.

RAKOCY, J. E. Aquaponics - integrating fish and plant culture. In: Tidwell, J.H. (Ed.), *Aquaculture Production Systems*. 1ª ed. Wiley-Blackwell, Oxford, p.343-386. 2012.

RAKOCY, J. E., MASSER, M. P., & LOSORDO, T. M. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics - integrating fish and plant culture. *South. Reg. Aquacult. Cent.* 454:1–16.

RORIZ, G. D.; DELPHINO, M. K. V. C.; GARDNER, I. A.; GONÇALVES, V. S. P. Characterization of tilapia farming in net cages at a tropical reservoir in Brazil. **Aquaculture Reports**, Amsterdam. v. 6 (1-68) ; 2017, p. 43-48.

SANTOS, A.S.P. Avaliação de desempenho de um filtro percolado em diferentes meios suporte plásticos. 2005. 81 p. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SARAIVA, K.A.; MELO, F.P.; APOLINÁRIO, M.O.; SANTOS, A.J.G.; CORREIA, E.S. Densidades de estocagem de juvenis da tilápia *Oreochromis niloticus* (linhagem Chitralada) cultivados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.10, n.4, p.963-969, 2009.

SCORVO FILHO, J.D.; MARTINS, M.I.E.G.; FRASCA-SCORVO, C.M.D. Instrumentos para análise da competitividade na piscicultura. p.517-533 in Cyrino, J.

E. P., Urbinati, E.C., Fracalossi, D.M. e Castagnolli, N, editores. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, Jaboticabal, SP, Brasil. 2004.

SILVA, P.C.; KRONKA, S.N.; TAVARES, L.H.S.; SOUZA, V.L. Productive performance of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in tanks with different water exchanges and stocking density in raceway. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.935-941, 2002.

SIQUEIRA, T.V. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. **Boletim regional urbano e ambiental** (IPEA), [s. l.], p. 54, 2017.

SOUSA, J. A. A.; SANT, B. D.; MELO, J. D. G.; CARVALHAL, M. V. L.. Acompanhamento biométrico de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema de recirculação de água em diferentes adensamentos. **Natural Resources**, v.11, n.3, p.82-90, 2021.