



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ANÁLISE COMPARATIVA DO CULTIVO DE TILÁPIAS PRODUZIDAS EM
SISTEMAS DE TANQUE-REDE E DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA

JOSÉ AFONSO CORDEIRO DE ALMEIDA

BANANEIRAS – PB

2023

JOSÉ AFONSO CORDEIRO DE ALMEIDA

ANÁLISE COMPARATIVA DO CULTIVO DE TILÁPIAS PRODUZIDAS EM
SISTEMAS DE TANQUE-REDE E DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Ciências Agrárias do Centro de Ciências
Humanas, Sociais e Agrárias, da Universidade
Federal da Paraíba, como parte dos pré-requisitos
para obtenção do grau de Licenciado em Ciências
Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. Genyson Marques Evangelista

BANANEIRAS – PB

2023

JOSÉ AFONSO CORDEIRO DE ALMEIDA

ANÁLISE COMPARATIVA DO CULTIVO DE TILÁPIAS PRODUZIDAS EM
SISTEMAS DE TANQUE-REDE E DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA

Aprovado em: 22 de junho de 2023.

CONCEITO: 8,7

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Genyson Marques Evangelista
Mat. Sisppe 2125970

Prof. Dr. Genyson Marques Evangelista
DGTA/CCHSA/UFPB
(Orientador)



Prof^a Dr^a Alda Lúcia de Lima Amancio
DPA/CCHSA/UFPB
(Examinadora)



Dr. Jorge Luiz Santos de Almeida
PPGZ/CCA/UFPB

(Examinador)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, à minha família, meus amigos, meu orientador e à minha família do alojamento RUM IV.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por Ele ter me dado a dádiva da vida, pois sem ela não seria possível eu ser abençoado pela vida e tudo o que ela nos proporciona. Agradeço à minha mãe, Ivaneide Cordeiro de Almeida por ser sempre a minha apoiadora, guerreira fiel e um exemplo de humanidade para mim. Aos meus irmãos Amanda Cordeiro, Andreza Cordeiro, Bruno Cordeiro e Cristiane Guilherme, que sempre me apoiaram em minhas decisões. Agradeço ao meu Orientador Genyson Marques Evangelista que sempre me apoiou durante o curso.

Qualquer árvore que queira tocar os céus precisa ter raízes tão profundas a ponto de tocar os infernos.

Carl Jung JUNG, C. G. AionVol

RESUMO

A aquicultura é uma atividade zootécnica que permite produzir animais aquáticos em ambiente controlado em sistemas intensivos que podem ser convertidos em diversos produtos no mercado consumidor, sendo um dos ramos mais importantes a piscicultura. Já nesta última, temos uma subdivisão de importância cada vez maior que é a tilapicultura, o que mostra o lugar de destaque que essa espécie piscícola tem nesse ramo da produção agropecuária. No Brasil, essa atividade vem contribuindo para o desenvolvimento econômico e social das diversas regiões, através da redução da fome e da geração de emprego e renda. Dentre os diversos sistemas de produção criados pela piscicultura nos últimos dez anos se destacam um sistema intensivo que utiliza tanques-rede, e outro conhecido como sistema de recirculação de água, considerado superintensivo, tendo sido esses dois sistemas utilizados para a geração de dados que permitiu a produção do presente TCC, em que se fez um estudo comparativo de eficiência produtiva no cultivo de tilápias nesses dois sistemas de produção. A pesquisa dos dados foi realizada em dois municípios paraibanos: o primeiro foi o de Itapororoca, onde foram levantados dados sobre cultivo de tilápias em três tanques-rede, ao passo que o segundo município foi o de Mari, também na Paraíba; aí o cultivo de tilápias se deu pelo sistema de recirculação de água (RAS), onde foi acompanhado o seu cultivo também em três tanques. Os dados levantados ao longo do ciclo de produção de tilápias em ambos os sistemas de cultivo permitiu que se fizesse uma análise detalhada de cada processo produtivo e se observasse qual dos dois sistemas se mostrou mais eficiente sob diversos critérios de avaliação, tal como definido na metodologia da pesquisa de campo. Ao final, percebeu-se uma notável superioridade do sistema RAS em relação ao de tanques-rede, seja do ponto de vista técnico e econômico, seja dos impactos ambientais que o sistema gera. Deve-se lembrar, no entanto, que isso não anula a importância e a viabilidade de se cultivar tilápias em tanques-rede, pois cada sistema de produção tem certas características que o tornam de grande relevância econômica e financeira, dependendo das condições gerais da produção, como disponibilidade de água, características do solo e aspectos climáticos.

Palavras-chave: piscicultura; *Oreochromis niloticus*; sistema RAS; eficiência produtiva

ABSTRACT

Aquaculture is a zootechnical activity that allows the production of aquatic animals in a controlled environment in intensive systems that can be converted into various products in the consumer market, one of the most important branches being fish farming. In the latter, we have a subdivision of increasing importance, which is tilapia farming, which shows the prominent place that this fish species has in this branch of agricultural production. In Brazil, this activity has contributed to the economic and social development of different regions, by reducing hunger and generating employment and income. Among the different production systems created by fish farming in the last ten years, an intensive system that uses net tanks stands out, and another known as a water recirculation system, considered super intensive, and these two systems were used to generate data that allowed the production of the present TCC, in which a comparative study of productive efficiency in the cultivation of tilapias in these two production systems was carried out. Data research was carried out in two municipalities in Paraíba: the first was Itapororoca, where data were collected on tilapia cultivation in three net-tanks, while the second municipality was Mari, also in Paraíba; there, tilapia cultivation was carried out using the water recirculation system (RAS), where its cultivation was also monitored in three tanks. The data collected throughout the tilapia production cycle in both cultivation systems allowed a detailed analysis of each production process to be carried out and to observe which of the two systems proved to be more efficient under different evaluation criteria, as defined in the methodology of field research. In the end, it was noticed a notable superiority of the RAS system in relation to the net-tanks, either from the technical and economic point of view, or from the environmental impacts that the system generates. It should be remembered, however, that this does not negate the importance and viability of cultivating tilapia in net cages, as each production system has certain characteristics that make it of great economic and financial importance, depending on the general conditions of production, such as water availability, soil characteristics and climate aspects.

Keywords: pisciculture; *Oreochromis niloticus*; RAS system; Productive efficiency

LISTA DE FIGURAS

Nº	Figura	Pagina
Figura 1	Vista geral da barragem de Araçagi	42
Figura 1	Processo de aclimação dos alevinos de tilápia durante o povoamento dos tanques-rede utilizados como berçários.	42
Figura 2	Recepção dos alevinos com peso médio de 3 gramas após tratamento à base de cloreto de sódio para descontaminação	42
Figura 3	Local de instalação dos tanques-rede	43
Figura 4	Plataforma utilizada no manejo dos peixes	43
Figura 5	Crescimento descontrolado de algumas espécies vegetais que cobrem vastas extensões de água na barragem como consequência de altos níveis de matéria orgânica, comprometendo o desenvolvimento dos peixes nos tanque-rede	43
Figura 6	Pesagem dos alevinos de tilápia	44
Figura 7	Os principais equipamentos utilizados no manejo de tilápias são a canoa, os puçás, a balança, termômetro	44
Figura 8	Kit de reação colorimétrica para medição dos parâmetros hidrológicos.	45
Figura 9	O acompanhamento biométrico das tilápias	45
Figura 10.	Vista geral do sistema de RAS de um dos 18 tanques elevados de alvenaria do cultivo de tilápias do Sítio Tilápia	47

Figura 11.	O sistema de aeração da água dos tanques de recirculação conta com o uso de sopradores e de aeradores acionados por bombas de 1,5 CV	47
Figura 13	Detalhe do sistema de recirculação de água nos tanques do Sítio Tilápia com o uso de sopradores acionados por bomba que retira água de um poço.	47
Figura 12	Detalhe das mangueiras de oxigenação da água dos tanques que alimentam de oxigênio os sopradores	48
Figura 15	Processo de transferência das tilápias dos tanques utilizados como berçário para os tanques definitivos.	48
Figura 13	Captura para Biometria das tilápias	48
Figura 14	Amostras de tilápias que chegaram ao sítio pesando aproximadamente 3 gramas, as quais são colocadas em um tanque elevado chamado redondel onde ocorre o sistema de recirculação de água	49
Figura 15.	Detalhe do sistema de filtragem da água com o uso de plantas aquáticas, que complementa o tratamento da água com o uso de tanques de decantação.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Arraçoamento para a criação de tilápias em tanques-rede	24
Tabela 2	Condição da criação recomendada em viveiros em quilos por 1.000 m ² de alevinagem, recria e engorda	25
Tabela 3	Informações sobre o povoamento dos tanques elevados	29
Tabela 4	Valores dos parâmetros fisiográficos da Bacia do Rio Mamanguape	32
Tabela 5	Tabela de biomassa dos animais no período de 210 dias	36
Tabela 6	Biomassa de tilápias em Tanque elevados	36
Tabela 7	Dados comparativos de biomassa ao final do ciclo de produção	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Peso médio nos sistemas de tanque-rede e tanque elevado	37
Gráfico 2	Ganho de peso nos sistemas RAS e tanque-rede	38

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	OBJETIVOS.....	17
2.1.	Objetivo geral	17
2.2.	Objetivos específicos	17
3.	REVISÃO DA LITERATURA.....	18
3.1	Cultivo de tilápias	18
3.2	A tilapicultura no Brasil.....	19
3.3	Características principais do cultivo de tilápias.....	21
3.4	Parâmetros técnicos do cultivo de tilápias	22
3.5	O de produção por recirculação de água	23
3.6.	Sistema de produção em tanques-rede.....	26
4.	METODOLOGIA	29
4.1	Localização dos criatórios estudados.....	29
4.2	Processo de produção no sistema de recirculação de água.....	29
4.2.1	Considerações gerais.....	29
4.2.2	Preparo dos tanques.....	30
4.2.3	Transporte dos alevinos.....	30
4.2.4	Manejo de alevinagem.....	30
4.2.5	Manejo alimentar.....	31
4.2.6	Manejo sanitário	31
4.2.7	Despesca.....	31

4.2.8 Aspectos ambientais.....	31
4.3 Processo de produção no sistema de tanques-rede.....	31
4.3.1 Considerações gerais	32
4.3.2 Preparo inicial dos tanques-rede	33
4.3.3 Transferência dos alevinos para os tanques-rede.....	33
4.3.4 Manejo alimentar	34
4.3.5 Manejo sanitário	34
4.3.6 Controle da biomassa.....	35
4.3.7 Despesca	35
4.3.8 Aspectos ambientais	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
7. REFERÊNCIAS	40
APENCICE A - REGISTRO FOTOGRÁFICO DOS CRIATÓRIOS.....	42

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma atividade zootécnica que permite produzir espécies aquáticas em ambiente controlado com diferentes sistemas de produção que podem ser convertidos em diversos produtos para o mercado consumidor. Além de gerar renda para a população, ainda garante a segurança alimentar para as pessoas e atende a demandas de consumo, além de possuir vários ramos de atividade, como a tilapicultura, carcinicultura, malacocultura, quelonicultura e algicultura. Essa atividade tem uma importância fundamental para o mundo e está presente em todos os continentes, utilizando tecnologias que permitem que se produza em regiões com características as mais distintas.

A piscicultura é certamente o mais importante ramo da aquicultura, e é especializada na produção de peixes de diferentes espécies para os mais variados mercados; está presente em todos os estados brasileiros devido à sua importância econômica e aos estímulos de produção que possibilitam ampliar a renda local para as pessoas que dela se ocupam.

Os fatores ambientais, como disponibilidade de recursos hídricos e climatológicos influenciam bastante a produção desse ramo de atividade, com destaque para secas, que podem afetar significativamente a produção em diferentes regiões do país, prejudicando o desenvolvimento uniforme desse segmento de produção. Neste segmento se destaca a tilapicultura, que envolve a atividade de produção de tilápias, a espécie mais cultivada no mundo e no Brasil, que tem na região Sul os maiores estados produtores, predominantemente no estado do Paraná.

Por ser o quarto maior produtor mundial de tilápias, o Brasil possui amplo estímulo de produção dessa espécie em diferentes estados, mas ainda é necessário ampliar a melhoria das condições de produção para estados menos desenvolvidos poderem melhorar a sua eficiência produtiva por meio de melhorias tecnológicas e de incentivos governamentais, além de leis ambientais e do aumento do poder de compra da população a fim de democratizar e difundir o consumo de peixes.

Em 2020, a pandemia da COVID-19 afetou o setor piscícola diminuindo a demanda por peixes, mesmo com a proximidade da Semana Santa, que culturalmente aumenta o consumo desse produto. A situação melhorou no segundo semestre do ano favorecendo o balanço positivo no crescimento do setor piscícola, mesmo com as incertezas que ocorreram no primeiro semestre e as pressões dos custos dos insumos devido ao aumento do dólar e aos problemas de

repasse de custos extras que as indústrias tiveram durante esse período; mesmo assim, o aquecimento do mercado possibilitou utilizar estratégias para diminuir custos de produção.

Todos esses desafios levam os piscicultores a buscarem formas mais eficientes de produção, reduzindo custos e aumentando a produção por unidade de área, pois só assim eles podem se inserir em mercados cada vez mais especializados na carne de peixes e derivados; aí, a escolha do tipo de sistema de produção é determinante para que o piscicultor se mantenha no mercado, como é o caso dos sistemas que utilizam tanques-rede e recirculação de água, objetos de estudo deste trabalho acadêmico.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar e discutir as diferenças entre os sistemas de cultivo de tilápias utilizando tanques-rede e tanques elevados com recirculação de água, bem como os resultados da produção em cada um desses sistemas.

2.2. Objetivos específicos

a) Fazer uma revisão da literatura disponível para os sistemas de cultivo de peixes que utilizam tanques-rede e tanques elevados com recirculação de água através de um levantamento bibliográfico.

b) Levantar informações e dados primários sobre esses dois sistemas de produção em dois criatórios, sendo um no município de Mari e outro no de Itapororoca, ambos na Paraíba.

c) Elaborar uma metodologia de coleta de dados mediante a construção de tabelas, gráficos e figuras.

d) Fazer uma lista de indicadores de produção com base nos dados levantados para se proceder a uma detalhada análise comparativa acerca da eficiência produtiva de cada um dos sistemas estudados.

e) Avaliar e discutir as diferenças entre os sistemas de produção, apontando os aspectos positivos e negativos de cada um deles.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Cultivo de tilápias

A tilápia é conhecida como Tilápia do Nilo ou Tilápia Nilótica. Originária do continente africano e de países como Israel e Jordânia, possui boa rusticidade e resistência a algumas doenças. A introdução dessa espécie no Brasil ocorreu na década de 1970, quando foi distribuída em diferentes localidades e com finalidades diferentes, como é o caso de ser utilizada pela Estação de Piscicultura de Maranguape/CE para controlar a vegetação aquática em açudes cearenses (SEBRAE, 2016); e ampliar a pesca artesanal para dar segurança alimentar às pessoas que moram na zona rural e aos sertanejos em geral (BARROSO et al., 2018). A introdução ocorreu nas regiões do Sudeste e Nordeste (BARROSO et al., 2018).

A linhagem Bouaké, de origem da Costa do Marfim, foi utilizada para o povoamento na região Nordeste. Deste período em diante, a espécie continuou a ser utilizada em cultivo propagando-se pelo País desde a bacia do rio Amazonas até o extremo Sul (BORGES, 2009). Atualmente, predomina a produção em todas as regiões brasileiras, com exceção da região Norte (XIMENES, 2021).

As diversas importações da espécie para diferentes finalidades no território brasileiro propiciaram a formação de diversas linhagens das espécies de tilápias produzidos em diferentes sistemas de criação. Desta forma, foram desenvolvidas diversas linhagens de tilápias que classificaram a espécie não como invasora, mas como introduzida segundo a legislação da PORTARIA IBAMA Nº 145-N, DE 29 DE OUTUBRO DE 1998 (BRASIL, 1998).

Existem mais de 70 espécies de tilápias; no entanto, apenas quatro são exploradas significativamente no mundo. Entre essas espécies, são destaques a Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), a Tilápia de-Moçambique (*Oreochromis mossambicus*), a Tilápia-Azul (*Oreochromis aureus*), e a Tilápia-de-Zanzibar (*Oreochromis hornorum*). A tilápia do Nilo não foi a única espécie a ser introduzida no Brasil. Outras espécies também foram utilizadas para produção em cativeiro, mas inicialmente com importância secundária (BORGES, 2009; SEBRAE, 2016).

Existem híbridos formados entre espécies, da *Oreochromis urolepis*, linhagens formadas entre cruzamentos da tilápia moçambicana, como as espécies do gênero *Oreochromis*. Um exemplo de linhagem de tilápias é a GIFT (genetically improved farmed tilapia), de criação geneticamente melhorada e que foi formada por meio de cruzamentos de 8 espécies e duas

categorias diferentes, sendo quatro espécies silvestres de origem de países como Egito, Gana, Quênia e Senegal e as outras quatro originadas de cultivos das Filipinas, Israel, Singapura e Tailândia (SEBRAE, 2016).

O ciclo de produção da tilápia tem influência das condições ambientais de cada região. O clima pode afetar diretamente no metabolismo dos animais por meio do aumento ou diminuição do calor, acelerando o processo de ganho de peso em locais mais quentes como no Nordeste ou diminuindo a velocidade de ganho de peso em regiões frias como no Sul. Foi observado também que o tamanho de abate pode chegar em torno de 600 g a 1 kg em aproximadamente 210 dias no Nordeste, enquanto que no Sul esse ciclo pode durar 270 dias para obter a mesma produtividade (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

3.2 A tilapicultura no Brasil

A piscicultura é uma das atividades que mais tem crescido no setor agropecuário brasileiro, e hoje é encontrada em qualquer região, onde são cultivadas (ou criadas) diferentes espécies de peixes, desde os nativos até os exóticos, onde se destaca neste último caso a tilápia. Aqui têm sido utilizados diferentes tipos de sistemas de produção, cada vez mais tecnificados e com diferentes graus de intensidade de produção, indo desde os viveiros escavados, passando pelos tanques-rede instalados em lagos e açudes, até os sistemas de recirculação de água.

Trata-se de uma atividade econômica que tem contribuído cada vez mais para a geração de renda no setor agropecuário, com crescente participação na formação do seu PIB, além de garantir segurança alimentar (PEIXE BR, 2021).

O Brasil é o quarto maior produtor de tilápia do mundo, estando atrás apenas da China, Indonésia e Egito. A tilapicultura representou 60,6% da piscicultura nacional em 2022. É a espécie de cultivo que possui melhor desempenho econômico em relação às demais, com crescimento nacional em torno de 12,5% em relação ao ano de 2019, com uma produção em torno de 432.149 toneladas, passando para 486.155 toneladas em 2020. Aqui, a região Sul concentra a maior produção de tilápias em valores brutos do País com 44% da produção nacional de tilápias e 31% de toda a piscicultura nacional. O Paraná é o estado que mais produz tilápias, representando 21,4% da produção nacional (PEIXE BR, 2021).

O grande diferencial da piscicultura é que a maior parte da produção nacional é destinada para o mercado interno, com cerca de 99% de toda a produção abastecendo o consumo interno (BARROSO *et al.*, 2018), apresentando um consumo per capita de 8,4 kg/hab./ano (PEIXE BR, 2021). Mesmo assim, ainda é notável a necessidade de se procurar maneiras de

incentivar ainda mais o consumo de peixes no Brasil e buscar formas de aumentar a produção para exportar, já que o Brasil curiosamente é um grande importador de peixes.

Em 2020, a pandemia da Covid-19 piorou a situação de renda da população brasileira e diminuiu o poder de compra da nossa moeda, impedindo o escoamento da produção e criando uma crise sem precedentes na piscicultura. Desta forma, a produção ficou praticamente estagnada e permaneceu no mesmo patamar do ano anterior. Mesmo com situação pandêmica, essa atividade ainda cresceu no País gerando emprego e renda, além de segurança alimentar para a população brasileira.

As exportações, por sua vez, cresceram 8% em 2020 em relação a 2019, passando de 6.201 toneladas para 6.680 toneladas com um aumento de 4,4 % de faturamento nesse período. A tilápia lidera a posição de espécies exportadas, representando 88,17% das exportações com uma receita de US\$ 10,3 milhões. Houve ainda crescimento de 5,93% entre 2019 a 2020 desse valor, mas mesmo com o crescimento constante da produção de carne branca, o consumo ainda é baixo sendo de apenas 8,4 kg/hab./ano (PEIXE BR, 2021).

O Nordeste passou por períodos de estiagem que afetou a produção piscícola durante os anos de 2012 a 2017 (XIMENES, 2021). Nesse cenário, a produção da Paraíba caiu de posição no ranking, mesmo com evolução de 0,2 % na produção em relação a 2019 em que estava na 24ª posição e passou para a 25ª. Proporcionalmente aqui no estado, a cada 3.165 toneladas de peixes de cultivos são produzidas; destes, 3.050 toneladas são de tilápias e apenas 35 toneladas são nativos (PEIXE BR, 2021).

Segundo a Peixe Br (2018 e 2021) alguns problemas elencados impactaram diretamente nos índices de produção, com destaque para um menor acesso ao crédito, problemas na aquisição de insumos e dificuldade na distribuição da produção no estado, tendo como saída a exportação para outros estados. Tais problemas são empecilhos na produção piscícola na Paraíba, que podem diminuir a produção e novos investimentos. Para amenizar esses problemas, deve-se priorizar a facilidade de licenciamentos para a produção e melhorar o acesso ao crédito no estado, onde a piscicultura é explorada majoritariamente por produtores descapitalizados e pouco poder de inserção no mercado. De acordo com Peixe Br (2018), os maiores estímulos da produção no estado são o Programa de Expansão e Desenvolvimento da Aquicultura e Pesca em Águas Interiores da Paraíba.

Com que o Decreto estadual 34699/2013 que definiu normas de licenciamento ambiental na Paraíba, a Secretaria Executiva de Pesca passou a atender as exigências e demandas propostas pela categoria dos piscicultores. Contudo, ainda são escassos os incentivos

para a ampliação da produção devido às novas demandas do estado e estímulo ao consumo de outras carnes brancas.

A demanda por produtos mais saudáveis aumentou significativamente à medida que houve aumento sobre o conhecimento dos benefícios do consumo da carne de peixes, devido principalmente à composição da mesma, que concentra vários tipos de aminoácidos essenciais que suprem suprir as necessidades nutricionais das pessoas (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

3.3 Características principais do cultivo de tilápias

O Senar (2018b) define a tilápia como peixes onívoros que possuem maturidade sexual precoce e dimorfismos sexuais, sendo os machos maiores que as fêmeas. Segundo Barroso *et al.* (2018) as tilápia possuem algumas vantagens características que facilitam a produção, como a adaptabilidade em diversos sistemas de criação, resistência a alterações ambientais e diversos sistemas de cultivo.

Segundo Borges (2009), Sebrae (2016) e Senar (2018b), a tilapicultura possui vantagens zootécnicas fundamentais para a produção, como alto desempenho de produção com alta conversão alimentar, ótimo rendimento de filé, resistência a doenças e a alta densidade de povoamento, rusticidade, produção de alevinos durante todo o ano, ótima aceitabilidade da carne no mercado, boa tolerância a uma temperatura na faixa de 12° e 36°C e alta concentração de amônia dissolvida na água. Para manter a produção adequada, é fundamental ter cuidado com a reprodução dentro de tanques de cultivo para evitar superpopulação utilizando machos revertidos sexualmente para homogeneizar a produção, com porcentagem de machos em torno de 98%.

Os insumos desta atividade econômica têm papel fundamental na formação dos preços dos produtos finais. Em um sistema intensivo, os custos podem representar em média de 50 a 75% do custo total de produção. A conversão alimentar faz diferença nesse quesito por interferir na quantidade de alimentos para produzir 1 kg vivo. A temperatura da água de cultivo também pode interferir no processo de conversão alimentar.

O calor favorece o aumento da conversão alimentar das tilápias, enquanto que o frio pode diminuir. A produção de tilápia, como ocorre em todo o setor agropecuário, sofre a interferência das condições de mercado no que se refere à produção de insumos, pois cerca de 70% da ração é constituída por milho e soja. Vale ressaltar que a tomada de preços depende também das estratégias de negociações dos piscicultores com o mercado fornecedor

(SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

Diversos produtos podem ser obtidos da produção de tilápias, como filé fresco, defumados, congelado, salgados, surimi, embutidos e empanados. Além disso, a farinha de resíduos da filetagem pode ser utilizada para produzir ração, além de óleo e peles para a indústria de confecções. A filetagem gera resíduos de grande escala relacionados com o processo de transformação agroindustrial da carne em filé. O aproveitamento é baixo, em torno de 30% do peixe inteiro. Dos resíduos gerados a partir dos 70% em que a indústria não aproveita diretamente, pode-se produzir produtos complementares que agregam valor, como bolinhos, empanados e aperitivos; os outros 30% dos resíduos são transformados em farinha (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

O rendimento de filé de tilápia pode variar bastante de acordo com o sistema de produção, como tanques escavados e tanques-rede. No primeiro sistema podem ser obtidos rendimentos de 33% a 35%, enquanto que no sistema de tanque-rede de 33% (SANTOS *et al.*, 2022). Já entre o sistema de tanque-rede e o de recirculação de água, os valores são muito próximos, sendo 33% (SANTOS *et al.*, 2022) e 32%, respectivamente (DIAS *et al.*, 2022).

3.4 Parâmetros técnicos do cultivo de tilápias

Os parâmetros de qualidade da água devem estar devidamente metrificados e seguir critérios definidos para se evitar problemas de estresse e prejuízos da produção. De acordo com Oliveira (2018) o controle desses parâmetros deve manter as qualidades físicas, químicas e biológicas para o cultivo de peixes a fim de minimizar prejuízos causados pela mortalidade dos animais ou afetar a eficiência de produção, como a diminuição do crescimento dos animais ou o aumento do consumo de ração. Os critérios de produção que devem ser metrificados e analisados constantemente, de acordo com o Senar (2018a) são a temperatura, o oxigênio dissolvido, o pH, a transparência da água e a amônia.

A temperatura ideal deve ser entre 26 a 30°C. Pode-se tolerar a variação entre 12 a 36°C no sistema de tanque-rede. A temperatura, medida por um termômetro próprio para água, interfere no metabolismo dos peixes, sendo que em temperaturas mais baixas há a redução da taxa de metabolismo e do apetite, pondo em risco o crescimento e a engorda dos animais.

Oxigênio dissolvido deve ser medido por meio de um oxímetro (SENAR, 2017) e estar sempre acima de 4 mg/l. Em tanque-rede, a tolerância crítica pode baixar até 1,5 mg/l, mas por curto período de tempo. Deve ser medido preferencialmente pela manhã, quando a oxigenação da água se apresenta em menor quantidade.

No ambiente de produção há a ocorrência de substâncias que alteram significativamente

o pH da água, cuja origem pode ser de ordem biológica dos próprios animais que advém das excretas, ou ambiental, que ocorre naturalmente nas condições locais do sistema de produção. A alteração do pH pode favorecer o surgimento de doenças e mortalidade nos animais (SIQUEIRA et al., 2019), sendo que sua concentração ideal é de 6,5 a 8,5 sendo tolerada uma variação de 5,0 a 10,5 em tanque-rede. Não deve variar mais que duas unidades durante o dia (OLIVEIRA, 2018).

De acordo com Lemos (2017), o ambiente aquático da piscicultura com pH ácido provoca o aumento de cortisol e glicose plasmáticos, além da diminuição no número de leucócitos; já com um pH alcalino pode ocorrer o aumento de hemoglobina causado pela demanda de O₂ e pelo comportamento de territorialismo.

Assim, deve-se levar em conta as seguintes condições ideais:

a) A transparência da água deve estar acima de 200 cm, podendo tolerar até 60 cm em tanque-rede. Baixo nível de transparência da água está relacionado com a diminuição de oxigênio dissolvido na água.

b) A amônia total deve ficar abaixo de 0,1, mas que na maioria das espécies pode ser tolerado até no máximo 0,3 mg/l.

c) Densidade de estocagem:

Na fase de recria 1: é recomendado a quantidade de 40 kg/m³ ou 1.000 peixes/m³;

Na fase de recria 2: 100 a 150 kg/m³ ou 500 a 750 peixes/m³;

E na fase de engorda: 100 a 150 kg/m³ ou 80 a 150 peixes/m³.

A densidade final varia entre 80 a 150 peixes por m³ (SENAR, 2017)

d) A alimentação dos peixes é definida de acordo com o grau de aumento de peso do animal. Na tabela 1 temos a recomendação de alimentação de acordo com o Senar (2018a).

3.5 O sistema de produção por recirculação de água

De acordo com Daniel (2021), o sistema de recirculação de água na piscicultura favorece a economia de recursos hídricos que podem ser reaproveitados continuamente pelo piscicultor e até mesmo para a agricultura. Esse sistema pode ser utilizado em regiões urbanas e favorece a melhor qualidade da água de produção para os peixes, promove economia no uso de água, facilita o monitoramento do sistema de produção e permite um maior controle do processo de crescimento dos peixes. A Tabela 1 mostra esses parâmetros.

Tabela 1 - Arraçoamento para a criação de tilápias em tanques-rede

Peso peixes (g)	Tipo de ração	Refeição	% do	Conversão	
		es/dia	Peso	Alimentar	
			vivo total	Estimada	
	Granulometria	% Proteína			
	(mm)	Bruta			
1 a 5	pó	42 - 46	6	14	1,0
5 a 10	2-3	40 - 42	4	8	1,0
10 a 20	2-3	40 - 42	4	5	1,1
20 a 50	2-3	42	3	4,5	1,1
50 a 150	3-4	36	3	3,4	1,2
150 a 250	4-6	32	3	3,0	1,3
250 a 400	4-6	32	3	2,2	1,4
400 a 600	4-6	32	2	1,4	1,6
600 a 800	4-6	32	2	1,0	1,7
800 a 1.300	6-8	32	2	0,8	1,8
1.300 a 1.800	6-8	32	2	0,6	2,0

Fonte: (SENAR, 2018a).

É importante ressaltar a necessidade de conhecimentos técnicos na produção usando esse sistema de produção, que pode ser utilizado para qualquer finalidade, seja para peixe para consumo humano ou ornamental.

O sistema de recirculação de água reaproveita continuamente esse importante recurso natural em um sistema de circulação contínua pelos diversos tanques e que na finalização do ciclo os resíduos são eliminados, podendo a água ser reaproveitada para outras finalidades, como a agricultura. Os resíduos eliminados podem ser restos de ração, fezes de peixes e outras substâncias geradas por ambas que podem ser eliminados do sistema evitando riscos de contaminação.

Algumas vantagens e desvantagens podem ser definidas ao se analisar esse sistema de produção, como aponta Abreu (2022) sobre alguns pontos positivos, tais como:

- a) Pouca limitação geográfica para a localização da produção.

- b) Melhor controle da qualidade da produção, como na prevenção de doenças e contaminação.
- c) Maior proteção contra predadores.
- d) Diminuição de desperdícios de água.
- e) Sincronização da produção

Sobre os pontos negativos, o referido autor cita os seguintes:

- a) Elevado custo de energia para manter a recirculação da água para suplementar o oxigênio pelo sistema.
- b) Alta densidade de peixes gera disputas por espaço.
- c) Pode haver maior propagação de doenças se o sistema já estiver com algum animal doente.
- d) Maior gasto com rações especiais e substâncias para remover o nitrogênio da água e controlar o gás carbônico.
- e) Alto investimento inicial de capital.

As etapas da produção são divididas estruturalmente de acordo com as funções de cada tanque. Desta forma, é possível produzir os peixes e tratar de filtrar e cuidar da água do sistema. O tanque principal é o responsável por abrigar os animais produzidos no sistema e que possua as condições necessárias de abrigo, proteção, temperatura, oxigênio e espaço para os movimentos dos animais. O tanque de filtro mecânico é responsável por impedir a passagem de resíduos de elevada granulometria por meio da decantação. O tanque de filtro biológico é constituído de vegetais que são responsáveis pelo consumo de substâncias que poderiam prejudicar a sobrevivência dos peixes. O tanque reservatório final capta a água tratada para que possa ser bombeada para o início do processo do sistema de produção (ABREU, 2022).

Segundo o (SENAR, 2017), deve-se comparar a produção de peixes com renovação ou não de água e uso ou não de aeradores na produção. Desta forma, pode-se produzir peixes em quantidade máxima de acordo com a porcentagem de renovação ou sem renovação de água e aeração ou sem aeração de água, de acordo com o apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Condição da criação recomendada em viveiros em quilos por 1.000 m² de alevinagem, recria e engorda

Condição da criação	Produtividade em quilos por 1000 m ²		
	Alevinagem	Recria	Engorda
Sem uso de aerador e sem troca de água, repondo apenas as perdas por infiltração e evaporação.	100 a 120	200 a 250	500 a 600
Com uso de aerador e sem troca de água, repondo apenas as perdas por infiltração e evaporação.	140 a 180	280 a 330	800 a 1000
Sem uso de aerador, com 5 a 10% de troca de água por dia.			
Com uso de aerador com 5 a 10% de troca de água por dia.	200 a 350	350 a 600	1000 a 2000

Fonte: (SENAR, 2017)

3.6. Sistema de produção em tanques-rede

Os tanques-rede são estruturas flutuantes cercadas por todos os lados e equipados por boias flutuantes revestidos de tela utilizados para a produção piscícola em ambiente aquático de grandes extensões de espelho d'água. Devem ser resistentes, duráveis, leves, seguros para os peixes, permitir a renovação de água e ser de fácil manejo. Esse sistema de produção é classificado como intensivo e utiliza altas densidades de estocagem de peixes. É necessário a ação humana constante para o monitoramento de qualquer situação que possa causar problemas ao sistema; mesmo assim, é considerado de fácil manejo.

Esse modo de produzir está se expandindo rapidamente devido ao grande número de reservatórios públicos e privados existentes no Brasil e as condições climáticas favoráveis, além da qualidade da água ser adequada para a produção, alta demanda por peixes e a ótima adaptação da espécie nesse sistema de produção. Algumas vantagens são: o menor custo de investimento quando se compara ao sistema escavado; alta produtividade; facilidade na observação dos peixes para acompanhar o seu desenvolvimento e analisar situações de

problemas que possam surgir (SENAR, 2018a).

Segundo o Senar (2018a) os tanques-rede são compostos por diversos componentes, quais sejam:

a) A armação ou estrutura metálica, que mantém o formato, é usado para fixar os flutuadores, a tampa e a tela; deve ser resistente para suportar as condições físicas do ambiente, como ventanias e correntes de água.

b) A tela ou malha, que deve ser resistente para impedir que os peixes possam sair ou que predadores possam invadir. Deve ser flexível para facilitar o manejo e nem ser fechada demais para não atrapalhar o manejo. Deve ter abertura mínima de acordo com o desenvolvimento dos peixes. O tamanho entre 0,3 g e 3 cm deve usar uma malha com abertura de 5 mm; entre 2 g e 6 cm a abertura deve ser de 7 mm; entre 10 g e 8 cm a abertura de malha deve ser de 12 mm; entre 30 g e 13 cm de 18 mm de abertura; e entre 70 g e 16 cm ou mais, pode usar uma malha de 25 mm de abertura. Os materiais de composição da malha são o Poliéster com PVC / multifilamento de poliamida para tamanho entre 0,3 g e 3 cm a 10 g e 8 cm de peixes e o Fio galvanizado com capa de PVC / Inox / liga metálica para peixes maiores que 30 g ou 13 cm.

c) Flutuadores mantem o tanque-rede boiando na superfície da água. O material de composição geralmente é o PVC e possuem capacidade de 20 ou 50 litros.

d) Comedouro ou anel de alimentação é uma estrutura que impede que a ração saia do espaço do tanque rede.

e) A tampa evita que os peixes escapem pela parte superior do tanque-rede e evita invasões de predadores.

f) Bolsa de alevinagem é utilizada apenas quando se produz peixes pequenos. É uma rede, que é amarrada no interior do tanque e é usada como bolsão de contenção.

Segundo o Senar (2018a) a seleção do local deve ser devidamente apropriada para evitar futuros problemas com a produção, como:

a) A localização deve ser distante de plantações agrícolas para não haver contaminação com agrotóxicos.

b) Deve-se evitar locais com fortes correntes de água para que os animais não gastem energia nadando contra as mesmas, problemas no manejo e instalações.

c) A vegetação das margens deve ser preservada para evitar erosão para manter a

qualidade da água excelente.

d) Não deve haver navegações intensas próximo ao local.

e) A localização da área de produção deve ser apropriada para o escoamento da produção com estradas de acesso com boas condições de uso.

Não produzir em locais de bombeamento de água para o consumo humano devido às alterações das características da água.

4. METODOLOGIA

4.1 Localização dos criatórios estudados

O estudo que deu origem a este trabalho de conclusão de curso ocorreu em duas localidades especializadas na produção de tilápias, tendo sido o Sistema de Produção de Recirculação de Água (RAS) no município de Mari-PB, no sítio Tilápia, em três dos dezoito tanques existentes no local.

O experimento de tanque-rede foi desenvolvido no município de Itapororoca-PB, na barragem de Araçagi.

4.2 Processo de produção no sistema de recirculação de água

4.2.1 Considerações gerais

As análises que compõem o presente trabalho podem ser interpretadas por meio de dados quantitativos gerados por métodos de avaliação da pesagem dos animais e acompanhamento do desenvolvimento corporal ocorrido no período de 210 dias. O cálculo de biomassa foi realizado em período regular, não tendo variações para mais ou para menos da quantidade de dias que foi feito o balanceamento em cada criatório, fosse ele tanque-rede ou tanque elevado.

Os tanques são de alvenaria e de forma circular, de diâmetro de 6,0 m e altura de 1,2 m (33,91 m³). Esses tanques são divididos em tanques berçários, tanques de produção, filtros e tanque de deságua. Cada tanque de produção armazena o equivalente a 33.910 litros de água ou 33,91 m³. O sistema possui estruturas de filtragem durante a recirculação da água que se utiliza de filtros mecânicos e biológicos. Os filtros mecânicos possuem estruturas de tecido com linhas de plástico. Os filtros biológicos utilizam macrófitas flutuantes da espécie *Eichhornia crassipes* que absorvem o excesso de nitrogênio provenientes da amônia que são liberados no ambiente por meio de dejetos dos peixes. Ao final da filtragem, o deságue ocorre em um tanque final que funciona como tanques de decantação. A Tabela 3 mostra as informações sobre o povoamento dos tanques elevados.

Tabela 3. Informações sobre o povoamento dos tanques elevados

	Volume (m ³) útil	Densidade de estocagem alevinos/m ³	Total de peixes (unidades)
Tanque Elevado - 01	21,7	39,2	850
Tanque Elevado - 02	21,7	39,2	850
Tanque Elevado - 03	21,7	39,2	850

Fonte: De Autoria Própria

4.2.2 Preparo dos tanques

Antes de se iniciar a produção, os tanques foram lavados com água clorada para limpar de qualquer resíduo contaminante por agentes biológicos. Após a lavagem, foi necessário que os resíduos de água evaporassem antes de receber uma nova água para ser o novo habitat dos animais. Os tanques recebem uma nova água livre de qualquer resíduo biológico ou físico.

4.2.3 Transporte dos alevinos

Os alevinos foram transportados até os locais de cultivo em sacos plásticos abastecidos com oxigênio contendo cerca de 500 animais cada, com pesos aproximados de 2 gramas.

4.2.4 Manejo de alevinagem

Os tanques, devidamente abastecidos de água foram preparados para se tornarem um ambiente favorável para a recepção dos alevinos. Eles foram retirados dos sacos plásticos e colocados em baldes com a mesma água dos tanques elevados para se fazer a aclimação por cinco minutos. Essa aclimação seguiu com a colocação dos alevinos nos tanques por cinco minutos para que a temperatura da água dos baldes ficasse semelhante à dos tanques. Após isto, os peixes são soltos na água dos tanques.

4.2.5 Manejo alimentar

Em sistema de recirculação de água a alimentação pode ser fornecida diretamente aos peixes apenas lançando-as sobre a água. Para que a ração não escorresse junto com a água em movimento, foi utilizada uma tela que ajudasse a manter a ração no alcance dos peixes.

Na fase de alevinagem os animais foram alimentados com ração do tipo 45% PB 0,8mm-2,0mm, passando por 40% PB 2,0mm-4,0 mm, 32% PB 4,0mm – 6,0mm até 28% PB 6,0mm – 8,0mm na engorda. As rações começaram com quatro tratadas ao dia na fase de alevinagem e terminaram com duas tratadas na fase de engorda.

4.2.6 Manejo sanitário

O sistema de recirculação permite ter controle de alguns aspectos de sanidade dos peixes por estarem em um ambiente controlado e sem contato com a água do ambiente externo como ocorre em sistema de produção em tanques-rede. Desta forma, há proteção contra a contaminação cruzada. No entanto, ainda pode ocorrer predação por morcegos que podem capturar peixes pequenos ou causar ferimentos provocando contaminação de origem exógena.

Durante o ciclo de produção estudado não foram encontrados indícios de contaminação ou animais doentes. Mesmo assim, se fez uso de probióticos para melhorar as condições do ambiente aquático.

4.2.7 Despesca

A despesca nesse sistema de produção é feita de forma bem mais rápida e fácil se comparada com o tanque-rede, pois é realizada apenas com o uso de puçares para remover os peixes da água. Os animais são postos em um tanque com água e gelo para provocar a insensibilização por meio de água fria para evitar contaminação e ativação de enzimas deteriorantes.

4.2.8 Aspectos ambientais

No criatório em que foram levantados os dados observou-se que os impactos desse tipo de cultivo sobre o meio ambiente são mínimos e facilmente contornáveis se comparados com o sistema de tanque-rede, uma vez que há a filtragem da água de forma biológica e mecânica. Aí, a decantação favorece a filtragem parcial dos resíduos. Após a realização da despesca, o

produtor reutiliza a água para a agricultura com elevados ganhos de produtividade na irrigação de mandioca, batata-doce e feijão verde, e isso ocorre devido à presença de resíduos de ureia e outros componentes orgânicos que servem como fontes de adubação.

4.3 Processo de produção no sistema de tanques-rede

4.3.1 Considerações gerais

O criatório pesquisado com tanques-rede está localizado no lago da barragem de Araçagi, em território do município de Itapororoca. A construção dessa barragem ocorreu em 1999 com o objetivo de abastecer várias cidades e amenizar a crise de falta de abastecimento da região. Por outro lado, ainda houve outras consequências, como a perda de habitat de espécies, mudanças de atividades de drenagem e ambiente da região. A localização da barragem está situada entre os municípios de Araçagi-PB e Itapororoca-PB e possui capacidade para armazenar 63.000.000 m³. A referida barragem barra o rio Mamanguape em sua porção média (SILVA, PESSOA, et al., 2015).

De acordo com Silva, et al. (2015), a bacia do rio Mamanguape é uma das principais bacias do estado, que contribui para o desenvolvimento de várias atividades econômicas, entre elas, a atividade canavieira. A bacia do referido rio está situada na região Nordeste, no estado da Paraíba, apresenta Latitude 6° 36' 49'' N, 7° 11' 08'' S e Longitude 34° 54' 42'' L e 35° 57' 51'' O. A bacia está inserida na mesorregião da Zona da Mata e Agreste Paraibano.

Tabela 4. Valores dos parâmetros fisiográficos da Bacia do Rio Mamanguape

Características físicas	Resultados
Fator de forma (F)	0,25
Índice de Compacidade (FC)	1,62
Índice de Conformação (KC)	0,14
Declividade média da Bacia (%)	48
Curva Hipsométrica (Altura média (m))	338,5
Declividade do Curso D'água (%)	2,81
Ordem da Bacia	4
Densidade do Curso D'água (Km/Km ²)	0,0099
Densidade de Drenagem (Km/Km ²)	0,145

Fonte: (SILVA, PESSOA, et al., 2015).

Foram utilizados três tanques de produção com densidade de 250 unidades/m³. As dimensões dos tanques são de 2,0 m x 2,0 m x 1,5 m, com um volume de água total de 6,0 m³. O cultivo ocorre na barragem de Araçagi, que além da pesca e da piscicultura, abastece as populações dos municípios de Araçagi, Itapororoca, Cuitegi, Guarabira e Mamanguape.

O sistema de produção é classificado como intensiva por possibilitar a produção de grande quantidade de animais empregando maior quantidade de tecnologias e necessitando de manejos frequentes com uma dieta elaborada que atenda às necessidades dos peixes e que resulta em uma larga produção.

De acordo com o Senar (2018a) é necessário que a seleção do ambiente possa estar protegida contra a proximidade de plantios agrícolas devido à possibilidade de contaminação por agrotóxicos; evitar correntezas de ar, pois os animais podem gastar mais energia nadando; estar em um ambiente com vegetação preservada para evitar erosão e deslizamento de terras ou transferência de resíduos para a água; não haver navegações e deslocamentos de pessoas frequentes no local; evitar a instalação próximo a captação de água para abastecimento de uso doméstico de água por haver alterações nas características da água por influência da produção piscícola.

4.3.2 Preparo inicial dos tanques-rede

A aclimação dos tanques ocorreu com antecedência de dois a cinco dias para receber os alevinos. Desta forma, os procedimentos visam preparar o ambiente para recepção dos alevinos. O povoamento nos berçários ocorreu entre os primeiros 30 a 60 dias e, após esse período foram transferidos para tanque de engorda onde permaneceram até a fase de despesca.

4.3.3 Transferência dos alevinos para os tanques-rede

Para manter a integridade dos alevinos foi necessário que o transporte ocorresse em um recipiente de contenção da água e dos alevinos adequada para manter a qualidade de vida durante o transporte e evitar mortalidade. A contenção foi realizada em sacos plásticos com volume de 14 litros de água e oxigênio. Os alevinos possuíam 2 g de massa corporal cada um, e o lote era constituído de 1.050 unidades, sendo a quantidade adquirida de 1.000 alevinos mais 5% (50 alevinos) devido à porcentagem de mortalidade. Os alevinos foram distribuídos em três tanques-rede.

Ao chegar nos tanques-rede foi feita a aclimação dos animais que consistiu em inserir

os sacos plásticos na superfície da água para uniformizar a temperatura da água das sacolas com a do ambiente. Após aproximadamente 5 a 10 minutos, iniciou-se o preenchimento de água nas sacolas com os alevinos para homogeneizar as condições de ambas as águas e adaptá-los ao novo ambiente. O processo de preencher os sacos plásticos devem ser lentos para evitar mudança brusca e ainda o choque térmico.

Foram utilizadas três tanques-rede. Cada tanque possuía 5,6 m³ de volume útil e 0,4 m³ de borda livre. A densidade de alevinos foi de 53,5/m³ com a quantidade de 350 alevinos em cada tanque.

4.3.4 Manejo alimentar

Os alevinos receberam ração inicial em pó similar à que foi utilizada no criatório de Mari. A composição consistia de 45% de Proteína Bruta (PB) em quantidade equivalente a 10% de biomassa do cardume de engorda fornecida seis vezes ao dia durante 30 dias. Após os 30 dias com peso médio de 25 g cada unidade, os tamanhos das granulometrias foram aumentando de acordo com o ganho de peso utilizada como referência a tabela 1 Arraçoamento para a criação de tilápias em tanques-rede.

4.3.5 Manejo sanitário

O sistema intensivo de tanque-rede esteve mais propenso a sofrer contaminação de doenças devido ao adensamento de produção dos peixes. Portanto, estão mais propensos a sofrer incidência de contaminação cruzada entre si devido à dificuldade de se controlar a qualidade da água no ambiente de cultivo. A contaminação ou causas diversas de doenças pode ser causada durante o transporte ou durante algum dos diversos manejos, como povoamento, repicagens, alta densidade e por meio dos alimentos.

No cultivo de tanques-rede não foram observados nenhum sintoma como problemas na natação, exoftalmia (olhos saltados), alta produção de mucos e perdas de escamas. A prevenção para esses problemas foi a assepsia dos instrumentos utilizados para evitar a incidência inicial de doenças. Os instrumentos utilizados foram: puçás, caixas isotérmicas, termômetro, balança e redes. Na recepção dos animais foi realizado o tratamento químico com a utilização de banho de cloreto de sódio ou bicarbonato de sódio.

4.3.6 Controle da biomassa

O controle biométrico dos peixes ocorreu em um ciclo de produção de 210 dias, distribuídos em períodos de 30 dias. Em cada tanque foram coletadas quinze amostras de unidades de peixes, pesagem de todos e aferir a média de cada amostra. A biomassa foi medida com uma balança de precisão pesando-se um animal por vez. Após essas coletas de amostras foi possível averiguar quantitativamente o desenvolvimento médio das tilápias.

4.3.7 Despesca

A despesca no criatório da barragem de Araçagi normalmente foi feita manualmente sobre uma plataforma flutuante que ajuda o manejo dos animais. Os tanques-rede foram trazidos um por vez para a plataforma, içados com uma roldana e a despesca é feita com punçares para a captura dos animais. Após a captura, os peixes são postos em uma caixa com água e gelo com temperatura de 1 °C para causar uma insensibilização térmica. Desta forma, pode-se manter as qualidades físicas e químicas dos pescados. Esse manejo contribui para manter baixa qualquer interferência de possível proliferação bacteriana e diminuir a ação de enzimas deteriorantes (SANTOS, 2023).

4.3.8 Aspectos ambientais

No criatório em que foram levantados os dados observou-se que os impactos desse tipo de cultivo sobre o meio ambiente são maiores do que o sistema de recirculação de água, uma vez que não há como fazer um bom controle dos parâmetros hidrológicos, já que os tanques-rede se encontram espalhados em uma vasta área de espelho d'água. Nesse ambiente aquático, a qualidade da água está fortemente condicionada aos diferentes usos que se faz desse recurso, como irrigação e abastecimento de água para as populações próximas, o que quase sempre resulta na poluição dessas águas.

A dificuldade de se fazer um controle da qualidade da água no ambiente onde se encontram instalados os tanques-rede tem uma relação direta com a produção e a produtividade. No caso do sistema de tanque-rede, ao contrário do RAS, onde o controle dos parâmetros hidrológicos é quase completo, as constantes modificações da qualidade da água podem levar ao aumento da mortalidade e a um atraso no processo de crescimento e engorda dos peixes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 5 consta com os dados obtidos de aferição da biomassa dos tanques -rede no ciclo de 210 dias distribuídos em período de 30 dias cada aferição. A média foi realizada com a pesagem de 15 amostras de unidades de tilápias em cada período e dividida pela quantidade de amostras.

Tabela 5. Biomassa dos animais no período de 210 dias em tanques-rede

TANQUE- REDE	BIOMASSA (em g)						
	Período (dias)						
	30	60	90	120	150	180	210
Tanque-Rede 01	24	68	145	206	518	685	835
Tanque-Rede 02	27	55	105	181	439	531	653
Tanque-Rede 03	24	60	124	191	479	715	859

Fonte: De autoria Própria

A Tabela 6 apresenta a média de biomassa em gramas do sistema de tanque elevado.

Tabela 6. Biomassa de tilápias em tanque elevados

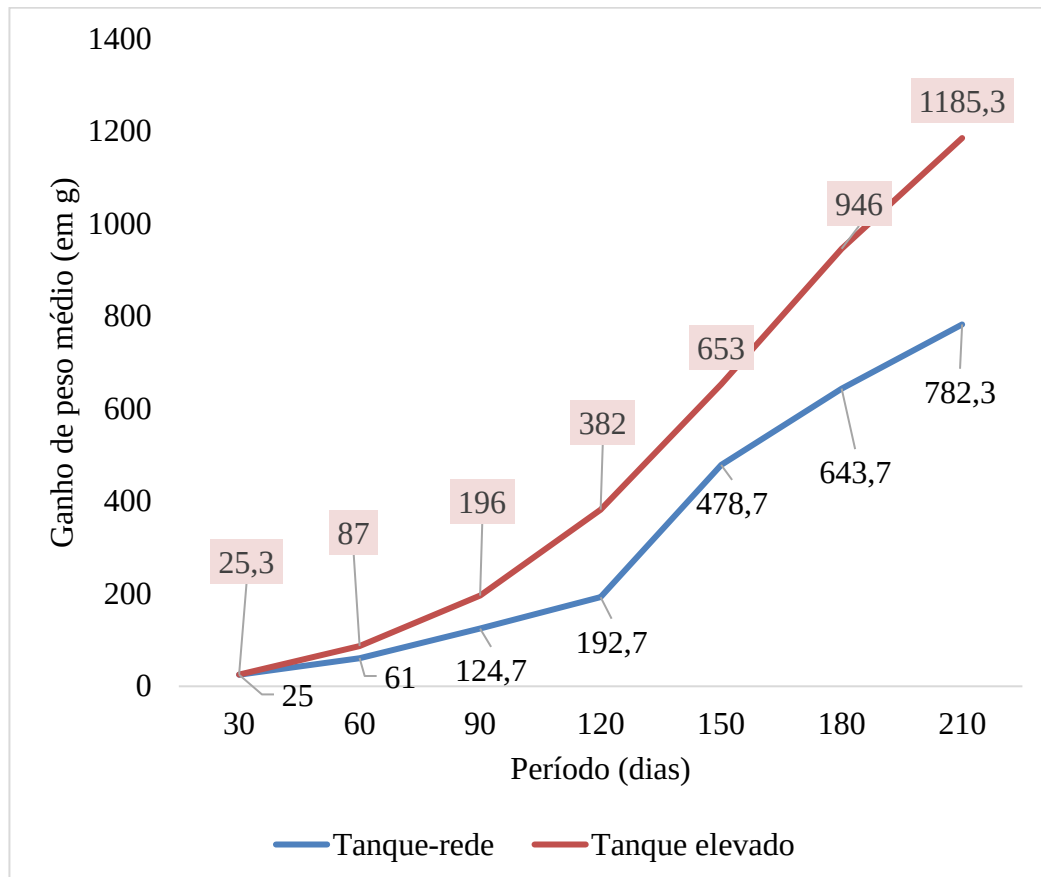
TANQUE ELEVADO	BIOMASSA (em g)						
	PESO MÉDIO POR PERÍODO (DIAS)						
	30	60	90	120	150	180	210
Tanque Elevado - 01	25	87	195	381	654	948	1187
Tanque Elevado - 02	26	85	197	382	652	946	1184
Tanque Elevado - 03	25	89	196	383	653	944	1185

Fonte: De autoria Própria

No Gráfico 1 é possível comparar as médias de aumento de peso contínuo de ambos os sistemas de produção é notável a vantagem de produção de tilápias produzidas em sistema de

recirculação de água. Observa-se que em sistema de recirculação de água o crescimento é mais uniforme e acompanha a conversão alimentar dos animais.

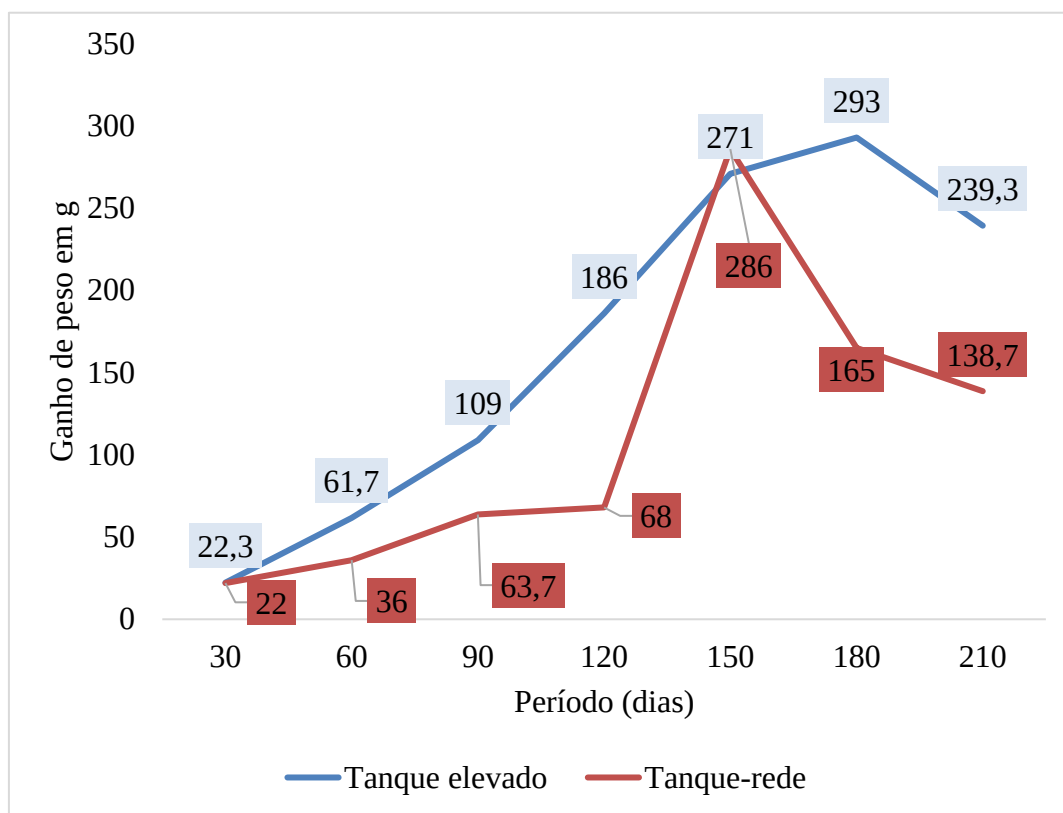
Gráfico 1. Peso médio nos sistemas de tanque-rede e tanque elevado



Fonte: De Autoria Própria

O Gráfico 2 mostra a diferença no ganho de peso entre períodos no sistema de tanque-rede e RAS. O método utilizado foi calcular a diferença do peso no período de referência com o peso no período anterior. O RAS obteve melhores resultados e uniformidade no ganho médio de peso entre períodos.

Gráfico 2. Ganho de peso nos sistemas RAS e tanque-rede



Fonte: De autoria Própria

Por fim, os dados levantados sobre a produção de ambos os sistemas revelaram que em termos de produção física ao final do período de cultivo (biomassa), o sistema de recirculação de água mostrou uma maior produção de tilápia por m³, tendo o de tanque-rede produzido 43,02 kg/m³ e o de recirculação 45,5 kg/m³, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7. Dados comparativos de biomassa ao final dos ciclos de produção

Sistema de produção	Nº inicial de alevinos (Unidades)	Taxa de mortalidade (%)	Nº final de peixes (Unidades)	Peso médio ao final do ciclo (g)	Biomassa ao final do ciclo(kg)	
					Total	Em kg/m ³
Tanque-rede	350	12,0	308	782,3	240,9	43,02
RAS	850	2,0	833	1.185,3	987,4	45,50

Fonte: De autoria Própria

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os indicadores de peso médio e ganho de peso durante o ciclo de produção de cada sistema de cultivo tenham se mostrado bem superiores para o sistema de recirculação de água é notável que não houve diferença significativa entre ambos os sistemas de produção ao considerar a produção final de biomassa. A diferença entre a produção de tilápias em RAS e Tanque-Rede por m³ foi apenas de 1,5 kg/m³.

7. REFERÊNCIAS

- ABREU, Filipe Fragoso de. Sistema de Recirculação Semiautomático Aplicado à Piscicultura. 2022. 123 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Automação Indústria, Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras-Pb, 2022.
- BRASIL. Constituição (1998). **Portaria Ibama nº 145, de 1998**. Portaria Ibama. Brasília, DF, 29 out. 1998. p. 1-13.
- BARROSO, Renata Melon *et al.* **Diagnóstico da cadeia de valor da tilapicultura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 186 p. ISBN: 978-85-7035-726-7.
- BORGES, Adalmyr Moraes. **Criação de tilápias**. 2ª ed. Brasília, DF: Emater-DF, 2009.
- DANIEL, Lucas Ávila Rezende. **Sistema de recirculação de água para piscicultura urbana (Tilápia-do-Nilo)**. 2021. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Medicina Veterinária, Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac, Gama-DF, 2021.
- DIAS, Patrícia da Silva *et al.* **Rendimento de carcaça e filé de adultos de *Oreochromis niloticus* em sistema de recirculação fechada**. I Encontro Latino Americano de Peixes de Cultivo – Elapc, São José do Rio Preto - SP, p. 1-3, 26 maio 2022.
- IBAMA. **Portaria Ibama nº 145, de outubro de 1998**. Brasília, DF: Diário Oficial [Da] República Federativa do Brasil, 30 out. 1998.
- LEMOES, Carlos Henrique da Paixão. Efeito do pH da água no crescimento e no metabolismo de Tilápia-do-Nilo e pintado amazônico. 2017. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2017.
- OLIVEIRA, Léo de. Manual de qualidade da água para aquicultura. Florianópolis/SC: Alfakit Ltda, 2018. 14 p. Adaptação de Texto por Léo de Oliveira.
- PEIXE BR, 2018, Pinheiros - SP. **ANUÁRIO Peixe BR da Piscicultura 2018**. São Paulo-SP: Peixe BR, 2018. 71 p. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario2018/>. Acesso em: 06 dez. 2022.
- PEIXE BR, 2020, Pinheiros - Sp. **ANUÁRIO 2020.São Paulo-SP: Peixe BR, 2020**. 136 p. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>. Acesso em: 06 dez. 2022.
- PEIXE BR, 2021, Pinheiros - SP. **ANUÁRIO 2021:Peixe BR da Piscicultura**. São Paulo- SP: Peixe Br, 2021. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>. Acesso em: 06 dez. 2022.
- SANTOS, Vagner Gerônimo do Nascimento *et al.* **Rendimento de carcaça, composição química e resistência de couro da tilápia cultivada em viveiros escavados e tanques-rede**. Research, Society and Development, [S.L.], v. 11, n. 7, p. 1-12, 20 maio 2022. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i7.29778>.
- SANTOS, Silvia Prestes dos. **DENSIDADES DE ESTOCAGEM NO DESCANSO PRÉ ABATE AFETAM O ESFORÇO RESPIRATÓRIO E MUSCULAR E QUALIDADE DO FILÉ DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**. 2023. 44 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – Ms, 2023

SEBRAE (ed.). **Criação de tilápias em viveiros escavados: guia técnico para empreender na criação de tilápias em viveiros**. Brasília, DF: Serviço Brasileiro de Apoio Às Micro e Pequenas Empresas - Sebrae, 2016. 96 p. ISBN – 978-85-7333-797-6.

SENAR (org.). **Piscicultura: fundamentos da produção de peixes**. Brasília: Coleção Senar, 195, 2017. 68 p.

SENAR (org.). **Piscicultura: criação de tilápias em tanques-rede: serviço nacional de aprendizagem rural**. 208. ed. Brasília: Senar, 2018a. 111 p.

SENAR (org.). **Piscicultura: criação de tilápias em viveiros escavados**. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2018b. 120 p. ISBN: 978-85-7664-190-2.

SILVA, Matheus Patrick Araújo da; PESSOA, Gabriel Carlos Moura; SOUZA NETO, José Joaquim de; ROLIM, Francisco Gustavo Gomes; QUEIROZ, Manoel Moisés Ferreira de. **Estudo hidrológico da Bacia Hidrográfica do rio Mamanguape**. II Workshop Internacional das Águas no Semiárido Brasileiro, [s. l], v. 1, n. 1, p. 1-6, mar. 2015.

SIQUEIRA, Roseane Soledade *et al.* **Sistema automatizado para criação de peixes com recirculação de água**. Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Manaus-AM, p. 1-8, out. 2019.

SCHULTER, Eduardo Pickler; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea, 2017. 42 p.

XIMENES, Luciano F. **Produção de pescado no Brasil e no Nordeste brasileiro**. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - Etene, [s. l], v. 5, n. 150, p. 1-16, jan. 2021. Mensal.

APÊNDICE A - REGISTRO FOTOGRÁFICO DOS CRIATÓRIOS

SISTEMA DE PRODUÇÃO DE TANQUES-REDE

Figura 1 - Vista geral da barragem de Araçagi



Fonte: Acervo pessoal

Figura 16. Processo de aclimação dos alevinos de tilápia durante o povoamento dos tanques-rede utilizados como berçários.



Fonte: Acervo pessoal

Figura 17. Recepção dos alevinos com peso médio de 3 gramas após tratamento à base de cloreto de sódio para descontaminação.



Fonte: Acervo pessoal

Figura 18. Local de instalação dos tanques-rede



Figura 19. Plataforma utilizada no manejo dos peixes



Fonte: Acervo pessoal

Figura 20. Crescimento descontrolado de algumas espécies vegetais que cobrem vastas extensões de água na barragem como consequência de altos níveis de matéria

orgânica, comprometendo o desenvolvimento dos peixes nos tanque-rede



Fonte: Acervo pessoal

Figura 21. Pesagem dos alevinos de tilápia



Fonte: Acervo pessoal

Figura 22. Os principais equipamentos utilizados no manejo de tilápias são a canoa, os puçás, a balança, termômetro



Fonte: Acervo pessoal

Figura 23. Kit de reação colorimétrica para medição dos parâmetros hidrológicos.



Fonte: Acervo pessoal

Figura 24. O acompanhamento biométrico das tilápias



Fonte: Acervo pessoal

SISTEMA DE PRODUÇÃO DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA

Figura 25. Vista geral do sistema de RAS de um dos 18 tanques elevados de alvenaria do cultivo de tilápias do Sítio Tilápia



Fonte: Acervo pessoal

Figura 26. O sistema de aeração da água dos tanques de recirculação conta com o uso o de sopradores e de aeradores acionados por bombas de 1,5 CV.



Fonte: Acervo pessoal

Figura 27. Detalhe do sistema de recirculação de água nos tanques do Sítio Tilápia com o uso de sopradores acionados por bomba que retira água de um poço.



Fonte: Acervo pessoal

Figura 28. Detalhe das mangueiras de oxigenação da água dos tanques que alimentam de oxigênio os sopradores



Fonte: Acervo pessoal

Figura 29. Processo de transferência das tilápias dos tanques utilizados como berçário para os tanques definitivos.



Fonte: Acervo pessoal

Figura 30. Captura para Biometria das tilápias.



Fonte: Acervo pessoal

Figura 31. Amostras de tilápias que chegaram ao sítio pesando aproximadamente 3 gramas, as quais são colocadas em um tanque elevado chamado redondel onde ocorre o sistema de recirculação de água.



Fonte: Acervo pessoal

Figura 32. Detalhe do sistema de filtragem da água com o uso de plantas aquáticas, que complementa o tratamento da água com o uso de tanques de decantação.



Fonte: Acervo pessoal