

**BOAS PRÁTICAS AGROPECUÁRIAS NA PRODUÇÃO DE TILÁPIA-DO-NILO
(*OREOCHROMIS NILOTICUS*) EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO SIMPLES
EM ÁREAS URBANIZADAS**

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.032-021>

Bárbara Vasconcelos Palmeira

Zootecnista, Mestranda do programa de Mestrado em Produção Animal e Forragicultura da Universidade Estadual do Goiás (UEG - Campus São Luís dos Montes Belos).
E-mail: barbara-vpz@gmail.com

Oswaldo José da Silveira Neto

Médico Veterinário, Doutor em Ciência Animal, Docente da Universidade Estadual do Goiás (UEG - Campus São Luís dos Montes Belos).

Rodrigo Zaiden Taveira

Zootecnista, Doutor em Zootecnia, Docente da Universidade Estadual do Goiás (UEG - Campus São Luís dos Montes Belos).

Laudicéia Oliveira da Rocha

Zootecnista, Doutora em Ciência Animal, Docente da pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC GO).

Lara Palhano Silva

Médica Veterinária, graduada na Centro Universitário de Goiás (UNIGOIÁS)

RESUMO

O crescimento piscícola brasileiro se deu pelo considerável aumento no consumo de pescados, destacando-se a tilápia que continua sendo o pescado mais produzido no país, representando 65,3% do total nacional de produção aquícola. O que se fez necessário a busca de aplicação de boas práticas agropecuárias na produção de tilápia-do-nilo em sistemas alternativos que produzem com alta densidade e trabalham a diminuição de resíduos descartados nos afluentes. Assim o estudo examina a implementação de medidas de biossegurança em sistemas de recirculação simples, que através do biofiltro reutiliza a mesma água durante do cultivo. Essas medidas, são necessárias para garantir a saúde e o bem-estar dos peixes, assim como a segurança alimentar. Com base em uma revisão abrangente da literatura e em pesquisa de campo, são analisadas as práticas recomendadas para a instalação e operação desses sistemas, incluindo a seleção de locais adequados para controle da incidência solar, a realização de períodos de quarentena para monitoramento de sinais clínicos em lotes de peixes, a avaliação clínica regular dos peixes, o monitoramento contínuo da qualidade da água, a implementação de boas práticas de manejo e o uso responsável de medicamentos, quando necessário. Os resultados destacam a importância dessas práticas para prevenir a introdução e a disseminação de agentes patogênicos, além de promover a sustentabilidade e a viabilidade econômica da produção aquícola em ambientes urbanizados. A dissertação contribui para o avanço do conhecimento na área e fornece diretrizes práticas para produtores e gestores de sistemas de produção de tilápia-do-nilo em áreas urbanas.

Palavras-chave: Biossegurança. Sustentabilidade. Recirculação.



1 INTRODUÇÃO

A piscicultura, é um ramo da aquicultura que se concentra na criação e produção de peixes. Originária da Ásia, essa prática se disseminou globalmente e tem experimentado um crescimento significativo em todos os continentes, incluindo o Brasil. A criação de peixe é reconhecida como um dos principais métodos de produção de peixes em todo o mundo, sendo responsável por uma parcela substancial da oferta global de peixes para consumo humano (CARVALHO, 2009).

Conforme citado por Carvalho em 2009, a piscicultura representava 54% da produção de peixes destinada ao consumo mundial na época. Esse dado evidencia a importância desse setor na garantia da oferta de alimentos, bem como no desenvolvimento econômico e na segurança alimentar de diversas regiões do mundo. O Brasil, como um dos países que tem investido significativamente nessa área, contribui para esse panorama global, ampliando sua produção e participação no mercado internacional de peixes.

De acordo com a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) de 2020, a aquicultura mundial demonstrou um crescimento ao longo do período de 2001 a 2018, com uma taxa média de crescimento anual de 5,3%. Esse crescimento constante culminou em um marco histórico em 2018, quando a produção global atingiu a marca de 114,5 milhões de toneladas em peso vivo.

Paralelamente ao crescimento da produção aquícola, o consumo mundial de pescado também registrou um aumento significativo ao longo das décadas. Entre os anos de 1961 e 2017, o consumo de pescado apresentou um crescimento médio anual de 3,1%. Este percentual é quase o dobro do crescimento anual da população mundial no mesmo período, que foi de 1,6%. Além disso, o aumento no consumo de pescado superou o crescimento anual de outros alimentos, como carne, laticínios e leite, os quais cresceram a uma taxa média de 2,1% ao ano (FAO, 2020).

Em 2018, a piscicultura brasileira registrou um crescimento significativo, com um aumento de 4,5% em relação ao ano anterior, 2017. Isso resultou em uma produção total de 722.560 mil toneladas de peixes. Comparando com os números de 2014, onde a produção foi de 578.800 mil toneladas, é possível observar um crescimento substancial na produção ao longo desse período. Portanto, com base nesse levantamento, a cadeia produtiva da piscicultura acumulou uma expansão de aproximadamente 24,83% em poucos anos, o que demonstra um crescimento expressivo e contínuo nesse setor. (PEIXE BR, 2019).

O crescimento contínuo na produção de peixes no país a cada ano é relacionado ao impulso de diversos fatores, incluindo o surgimento de novos empreendimentos, investimentos em tecnologias avançadas, melhorias no manejo e no processo produtivo, com isso, a cada dia mais pesquisas estão sendo desenvolvidas em busca de mais conhecimento sobre a forma adequada de produção dos

mesmos, com destaque nas fases de larvicultura e alevinagem (TAVARES; DIAS et al., 2003; DANIEL, 2022).

A receita gerada por essa crescente produção de pescados no ano de 2020, foi de 8 bilhões de reais, que atingiu 802.930 t. Mais de 1 milhão de empregos gerados de forma direta e 7 indiretas (PEIXEBR, 2021).

Uma das espécies mais cultivadas na aquicultura em todo o mundo é a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), devido a uma série de características vantajosas. Possui um rápido crescimento, o que significa que atinge um tamanho de mercado em um curto período de tempo, tornando-a uma escolha econômica para os produtores. Além disso, sua rusticidade e capacidade de adaptação a uma ampla gama de condições ambientais a tornam uma espécie fácil de manejar. Além de ser valorizada por seu alto índice de rendimento (SILVA et al., 2015).

Em 2023, a tilápia ampliou significativamente sua participação na produção brasileira de peixes de cultivo, atingindo a marca de 579.080 toneladas. Esse número representa um crescimento de 5,28% em relação ao ano anterior. Com esse resultado, a tilápia passou a representar 65,3% do total nacional de produção aquícola. No ano anterior, em 2022, a produção de tilápia no Brasil foi de 550.060 toneladas, o que correspondia a 63,93% do total nacional (Peixe Br 2024).

Contudo a disposição inadequada de resíduos orgânicos e inorgânicos da aquicultura pode ter graves consequências para o meio ambiente, incluindo a contaminação da água, a degradação dos ecossistemas aquáticos e o risco à saúde humana e animal. Os resíduos orgânicos, como restos de alimentos e fezes de peixes, podem levar a problemas de eutrofização, resultando em diminuição do oxigênio dissolvido na água (POERSH, 2012).

Assim para mitigar esses impactos, é fundamental implementar práticas de manejo adequadas dos resíduos da aquicultura, incluindo o tratamento e a disposição responsável dos resíduos, o monitoramento da qualidade da água e a adoção de tecnologias sustentáveis de produção.

Ter sistemas alternativos que possam ajudar na diminuição de resíduos descartados nos afluentes é imprescindível. Para conciliar o aumento de produção com sustentabilidade é indispensável o uso de tecnologia de produção, em que se enquadra o sistema de recirculação de água onde é possível produzir organismos aquáticos (CREPALDI et al., 2006).

O Sistema de recirculação de água (RAS), que consiste na reutilização da mesma água no sistema, onde o mesmo irá tratar e manter a água nos parâmetros desejados (DANIEL, 2022).

As vantagens que este sistema pode oferecer é a gestão de resíduos e reciclagem de nutrientes, redução do consumo de água, fácil manutenção da higiene e controle de doenças, controles biológicos e de poluição realizando o processo. Além da possibilidade de serem produzidos próximos aos centros urbanos, pois necessitam de pouco espaço para funcionamento (LIMA et al., 2015).



Um dos aliados de uma produção lucrativa é a biosseguridade, essas medidas são fundamentais para garantir a saúde e o bem-estar dos peixes e para prevenir a introdução e disseminação de agentes patogênicos no ambiente de produção aquícola. Os produtores que fazem a implementação de biosseguridade, conseguem reduzir significativamente o risco de doenças e aumentar a produtividade e a sustentabilidade de suas operações aquícolas.

Diante disso, objetivou-se com a realização deste trabalho abordar os principais aspectos da biosseguridade juntamente ao sistema de recirculação promovendo ao produtor uma forma de produção sustentável em espaços reduzidos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TILÁPIA-DO-NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)

No cenário global, o Brasil ocupa a posição de quarto maior produtor de tilápia, ficando atrás apenas da China, Indonésia e Egito. Esses dados destacam a importância do Brasil no mercado mundial de tilápia e a significativa contribuição do setor aquícola para a economia nacional. Nos últimos dez anos, a produção de tilápia no Brasil experimentou um crescimento notável, passando de 285 mil toneladas para 579 mil toneladas. Esse aumento representa um salto impressionante de 103% no período. A tilápia se destaca como a proteína animal com o maior crescimento no país ao longo desse período (PEIXE BR, 2024).

Esse destaque na produção dessa espécie se dá pelo clima tropical e subtropical ser propício para a criação da tilápia do Nilo, já que oferecem condições ideais de temperatura e luminosidade para o crescimento e reprodução eficientes dessa espécie, fazendo assim com que se alastre por diversos países. Além disso por apresentar ótimo desempenho de crescimento e reprodução, bem como às características sensoriais favoráveis da carne do file, o que a torna muito apreciada na culinária. Também vale ressaltar a ausência de espinhos intramusculares em forma de “Y” o que a potencializa como peixe para industrialização (FURUYA, 2018).

Além disso, o ambiente propício no Brasil oferece condições favoráveis para a criação de tilápia, incluindo clima adequado, disponibilidade de água doce e investimentos em tecnologia e manejo. A crescente demanda também tem impulsionado a produção, uma vez que a tilápia é uma opção cada vez mais popular entre os consumidores brasileiros, devido ao seu sabor suave, preço acessível e valor nutricional.

A resistência da tilápia do Nilo a condições adversas, sua capacidade de crescimento rápido e sua facilidade de reprodução são fatores adicionais que contribuem para seu sucesso na aquicultura. Sua dieta versátil, como uma espécie onívora, permite aos produtores uma ampla gama de opções alimentares, o que proporciona flexibilidade em termos de manejo nutricional. Essas características

fazem da tilápia do Nilo uma escolha atrativa e rentável para os produtores comerciais, impulsionando ainda mais sua produção (MARENGONI, 2006).

Entre as espécies exóticas que o Brasil utiliza como fonte de economia, a tilápia apresenta grandes vantagens competitivas em relação às nativas. É conhecida por ser uma espécie resistente às doenças. Amplamente utilizada nas pisciculturas em todo o território brasileiro, precoce, com alta produtividade e boas características organolépticas e nutricionais, tais como: carne saborosa, baixo teor de gordura (0,9 g 100 g⁻¹ de carne) e de calorias (172 kcal 100 g⁻¹ de carne) (LIZAMA et al., 2004).

Desde o ano de 2021, seis em cada dez peixes cultivados no Brasil são tilápias. Demonstrando uma crescente brasileira de 12,5%, participando de 60.06%, em 2019, representava 57% e em 2018, 54,1% do cultivo nacional. Com esse excelente desempenho, a espécie consolidou-se ainda mais (PEIXEBR, 2021).

2.1.1 Índices Zootécnicos

Uma avaliação cuidadosa dos recursos hídricos disponíveis para o cultivo é essencial para determinar o sucesso da produção. Isso envolve a análise de parâmetros como pH, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, níveis de nutrientes e presença de contaminantes químicos. O conhecimento desses parâmetros permite aos produtores implementar medidas adequadas para manter a qualidade da água dentro dos padrões ideais para o crescimento saudável dos peixes (LEIRA et.al. 2016)

A água possui algumas variáveis, como oxigênio dissolvido, na qual os valores devem estar acima de 4 mg/L, valores menores deixam os animais estressados, prejudicando o crescimento (LIMA et.al., 2013).

O monitoramento da qualidade da água na piscicultura para garantir o bem-estar e o crescimento saudável dos peixes é um fato crucial. Problemas como a deterioração da qualidade da água, podem levar ao estresse dos peixes, ao aumento da suscetibilidade a doenças e até mesmo à mortalidade (DANIEL, 2021).

A aferição dos parâmetros da água deve ser realizada regularmente, de preferência diariamente, utilizando kits de análise de água confiáveis e práticos. Alguns dos parâmetros importantes que devem ser monitorados incluem a turbidez da água, que deve ser monitorada, pois influencia no crescimento de plantas aquáticas e pode causar estresse nos animais. Além disso, o pH da água é um fator crítico, pois afeta a saúde dos peixes e a eficácia da absorção de nutrientes por eles. Os níveis de oxigênio dissolvido na água são essenciais. Também é importante monitorar os níveis de amônia e nitritos na água, uma vez que altas concentrações desses compostos são tóxicas para os peixes (LIMA et.al., 2013; Santos et.al 2021).

Por fim, a temperatura da água deve ser monitorada, pois afeta o metabolismo dos peixes e sua taxa de crescimento. A manutenção da temperatura dentro de uma faixa adequada é essencial para o sucesso do cultivo (Santos et.al., 2021)

Manter a qualidade da água dentro dos parâmetros ideais requer não apenas monitoramento regular, mas também ações corretivas quando necessário, como trocas parciais de água, aeração adequada e ajustes nos sistemas de filtragem. Um manejo adequado da água é essencial para o sucesso da piscicultura (CAVALCANTE et.al., 2017).

A transparência da água, é o quanto o sol consegue adentra na água, deve ser de 30 a 45 cm, o que pode ser observado através de um disco de Secchi. A água desejada é mais ou menos esverdeada, muito transparente favorece o crescimento de algas filamentosas e plantas aquáticas, podendo resultar na falta de oxigênio. Se ela tiver uma cor muito escura resultará em problemas com a concentração de oxigênio. Contudo tilápia, a leituras menores são admissíveis, sendo limitante a 10- 15 cm (LIMA et.al., 2013).

Já para o valor ideal do pH em sistemas de produção de tilapias é entre 6,5 e 8. Variações maiores que 2 unidades ao longo do dia pode prejudica a vida do peixe. Já se tratando do parâmetro de alcalinidade, que é a quantidade de carbonato de cálcio presente na água, deve ser igual ou superior a 20 mg/L (SILVA et. Al, 2018). Contudo, as tilápias suportam faixas de pH entre 5 e 9 por sua rusticidade e adaptação, porém não irão demonstrar seu maior potencial de crescimento (BARBOSA, 2007).

O recomendado para oxigênio dissolvido em sistemas de recirculação é que a concentração deve estar acima de 4 mg/L, pois valores menores deixam os animais estressados, prejudicando o crescimento dos peixes, porém a tilápia possui uma exigência em oxigênio dissolvido bastante baixa, vivendo perfeitamente em águas contendo até 1,2mg/L (MACÊDO, 2004).

Uma característica que deve ser levada em conta é o gás carbônico, pois é um limitador de oxigênio, o gás é produzido dia e noite pelo processo de respiração, durante o dia o gás é consumido pelos fitoplâncton, enquanto anoite sua concentração é maior já eu estes que o consomem fazem o processo reverso neste período. O nível ideal é estar abaixo de 10mg/L (DAUDA et.al., 2018).

A amônia que é encontrada nos tanques advém principalmente pela excreção dos peixes. Ela é decomposta em nitrito e depois nitrato. Valores elevados são tóxicos para os peixes (LIMA et.al., 2013).

Os níveis de concentrações de amônia acima de 0,20 mg/L são considerados prejudiciais aos peixes. Caso os níveis de amônia e nitrito estejam elevados (acima de 0,2 mg/L para amônia e acima de 0,5 mg/L para nitrito), isso pode indicar um mau funcionamento do filtro biológico, que é responsável por converter esses compostos tóxicos em formas menos nocivas. Portanto, a solução proposta é aumentar a área superficial do biofiltro para corrigir essa situação e manter a qualidade da água dentro dos padrões adequados para os peixes (MARTINEZ et al., 2006; QUEIROZ e BOEIRA, 2007).



A temperatura deve variar de acordo com a espécie produzida, a tilápia por ser um peixe ovíparo, adaptada a viver em ambientes parados, capaz de tolerar uma ampla faixa de temperaturas, geralmente preferindo águas com temperaturas entre 26°C e 30°C (SILVA et al., 2015). Vale salientar que alteração bruscas dessa temperatura pode diminuir o consumo de alimento e a tolerância ao manuseio das doenças (LEIRA et al. 2016).

Além disso, é importante conter o registro diário da taxa de mortalidade, em que o aceito são até 10%, considerando todo o ciclo de criação de peixes.

2.2 SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA

A piscicultura causa diversos impactos ambientais, incluindo a contaminação da água, através dos resíduos orgânicos, como restos de alimentos e fezes de peixes. A repercussão desses impactos ganhou destaque justamente pelo crescimento significativo desse setor. A busca por formas sustentáveis para desenvolver a produção de pescados, são pontos abordados por especialistas, afim de visar diminuição desses conflitos. Por isso, o destaque com o sistema de recirculação, por diminuir a liberação de efluentes e tem se mostrado muito lucrativo (ZELAYA et al., 2001)

O sistema de recirculação ganha destaque, por ser uma fonte ecologicamente correta, oferecendo o máximo aproveitamento de água, através do biofiltro, o sistema se torna independente e recicla a água reutilizando durante todo o processo, em alguns países como Austrália, EUA, México e Israel já é bastante explorada por conseguir aumentar a densidade de estocagem em menores espaços e ter maior controle zootécnico (HUNDLEY et al., 2013; DANIEL, 2021).

Vale salientar que o equilíbrio dos níveis de amônia no sistema de recirculação ocorre através da presença de um biofiltro. Estes são responsáveis pelo crescimento e fixação de bactérias heterotróficas. Essas bactérias desempenham um papel na oxidação da amônia, convertendo-a em nitrito e subsequente a nitrato, que se torna uma substância menos tóxicas (DANIEL, 2021).

A capacidade de controlar e manter a qualidade da água em sistemas de aquicultura também permite a instalação desses sistemas em locais com escassez hídrica ou onde o custo da água é elevado. Isso é especialmente relevante em áreas onde a água doce é um recurso limitado e precioso (KUBITZA, 2006)

A aquicultura pode ser adaptada para operar em diversos ambientes e escalas, desde grandes fazendas aquícolas até pequenos sistemas instalados nos fundos de casa, até mesmo em áreas urbanas. A viabilidade desses sistemas depende do tamanho dos equipamentos utilizados, da quantidade de água disponível e do investimento necessário para estabelecer e operar o sistema (LIMA, et al. 2015).

2.2.1 Infraestrutura do Sistema de Recirculação de água

Segundo MARTINS et al., (2010, 2011) neste sistema, a água é continuamente recirculada através de diferentes componentes que visam a manutenção da qualidade da água e o bem-estar dos peixes. Os componentes mencionados incluem decantadores, filtros mecânicos e biológicos. Os decantadores são responsáveis por separar e remover materiais sólidos mais pesados da água, como restos de ração e fezes dos peixes, através do processo de decantação.

A montagem do sistema de recirculação para filtro mecânico-biológico envolve diversas etapas para garantir seu funcionamento adequado. Inicialmente, é essencial preparar o fundo do sistema, escolhendo um substrato não corrosivo, como plástico, fibra de vidro, cerâmica ou rochas. Este substrato é disposto no fundo do sistema, servindo como meio filtrante e proporcionando porosidade para a colonização bacteriana. Em seguida, é adicionada uma tela de proteção, como uma tela sombrite, sobre o substrato, a fim de resguardar o seixo fino que será inserido posteriormente. O seixo fino é então introduzido sobre essa tela, funcionando como outro meio filtrante para reter partículas menores na água. Para proteger a camada de areia grossa que virá a seguir, é incluída uma tela de proteção adequada, como uma tela de organza, sobre o seixo fino. A seguir, a areia grossa é adicionada sobre esta tela para concluir o sistema de filtragem mecânica (LIMA et. al., 2015).

Após a conclusão dessas etapas, o sistema de filtragem mecânico está pronto, com o substrato, seixo fino e areia grossa em suas posições adequadas. Por fim, o sistema de recirculação é ativado e a água passa por todo o sistema de filtragem, sendo purificada e pronta para ser reintroduzida no ambiente de cultivo dos peixes.

Os filtros mecânicos atuam na remoção de partículas sólidas menores da água, garantindo sua claridade e pureza. Já os filtros biológicos são essenciais para o controle da qualidade da água. Eles proporcionam um ambiente propício para o crescimento de bactérias nitrificantes, como as Nitrosomonas e Nitrobacter, que realizam o ciclo do nitrogênio. As Nitrosomonas convertem a amônia (proveniente das fezes e restos de alimentos) em nitrito, enquanto as Nitrobacter convertem o nitrito em nitrato, uma forma menos tóxica de nitrogênio (MARTINS et al., 2010, 2011).

Nesse sistema o oxigênio é o principal fator limitante para se medir a qualidade da água. Contudo, podendo ser facilmente controlado com o uso de aeração e oxigenação (LOBÃO et.al. 2018). Devido ao fato de o metabolismo bacteriano requerer oxigênio, é necessário que o ar seja fornecido para o biofiltro. Dessa forma, à medida que a água passa pelo filtro, vai sendo continuamente oxigenada, quanto o dióxido de carbono vai sendo removido. Nesse tipo de sistema é necessário a utilização de biofilme. Pois o metabolismo das bactérias precisa de oxigênio. Isso vai acontecer com a passagem da água pelo filtro, na qual ela vai ser oxigenada e o dióxido de carbono vai ser removido (EDING et al, 2006).

Dessa forma, o sistema de recirculação de água permite a manutenção de condições ambientais ideais para os peixes, minimizando o acúmulo de resíduos tóxicos na água e garantindo a saúde e o crescimento adequado dos animais. Este é um método eficaz para otimizar o uso da água e reduzir os impactos ambientais da aquicultura intensiva (MARTINS et al., 2010, 2011).

Contudo a Peixe Br (2021) destaca algumas desvantagens associadas ao sistema de recirculação de água na aquicultura. Entre essas desvantagens, estão a necessidade constante de energia para a circulação do sistema e aeração, o alto custo inicial de investimento para a aquisição de equipamentos, bombas e filtros, além do requerimento de mão de obra para o monitoramento diário do sistema.

Apesar desses desafios, ressalta-se as vantagens e benefícios significativos do sistema de recirculação de água. Este sistema apresenta uma baixa demanda de água em comparação com outras formas de criação, o que contribui para a conservação desse recurso essencial. Além disso, ele reduz o descarte de efluentes no meio ambiente, minimizando os impactos negativos sobre os ecossistemas aquáticos. Outro benefício é a possibilidade de instalação do sistema em zonas urbanas, próximo a áreas comerciais e de mercado, devido à sua eficiência espacial e à capacidade de reciclar e reutilizar a água, o que pode ser uma vantagem em termos de logística e acesso aos mercados consumidores (SCHNEIDER et al., 2010).

Essas vantagens ressaltam a importância e viabilidade do sistema de recirculação de água na aquicultura, especialmente em contextos onde a conservação de recursos naturais e a redução do impacto ambiental são prioridades. Embora apresente desafios, o sistema oferece soluções eficazes para enfrentar questões relacionadas à sustentabilidade e ao desenvolvimento da indústria aquícola.

A alta densidade de peixes é a característica de muitos sistemas de recirculação de água, o que influencia diretamente na escolha da espécie a ser utilizada. A espécie deve ser tolerante a altas densidades de estocagem e manejo frequente (HUNDLEY et al., 2013). As principais espécies de água doce produzidas neste sistema são as tilápias, o bagre Africano, enguias e as trutas. Como espécies marinhas o linguado e o robalo (MARTINS et al., 2010).

Silva *et al.* (2015), destaca que a popularidade da tilápia-do-nylo, se dá por suas características vantajosas como o crescimento rápido, rusticidade, facilidade de manejo, alto rendimento e carne de excelente qualidade, esses atributos a tornam uma escolha atrativa para produtores em todo o mundo.

2.3 BIOSSEGURIDADE

Conforme Sesti (2005), o termo "biosseguridade" deriva da palavra em inglês "Biosecurity" e está intrinsecamente relacionado à saúde animal. Dentro desse contexto, é estabelecido um plano de biossegurança que deve conter normas flexíveis, gerenciamento de riscos e práticas de medicina veterinária preventiva para garantir a saúde e o bem-estar dos animais.

Segundo Santos et.al (2021), a biosseguridade na piscicultura são ações estruturadas para conter a introdução e a disseminação de agentes patogênicos no ambiente de produção aquícola.

Ao desenvolver um plano de biosseguridade, é essencial identificar os potenciais perigos, que podem incluir agentes patogênicos como vírus, bactérias e parasitas, entre outros, que são específicos para as espécies cultivadas. Há também a necessidade de realizar uma avaliação dos riscos, examinando os fatores de risco e os pontos críticos de controle. Durante essa etapa, é fundamental analisar cuidadosamente as possíveis vias de introdução e disseminação dos agentes patogênicos na população, bem como as suas consequências. Ainda vale ressaltar que essas medidas dentro de um sistema de criação de peixes visam proteger a saúde dos peixes e garantir a qualidade sanitária do sistema, prevenindo assim a ocorrência de doenças e mantendo a sustentabilidade da produção aquícola. (SANTOS et.al, 2021).

Para reduzir os impactos ambientais negativos causados pelos sistemas de produção de peixes, camarões e outros organismos aquáticos, são recomendadas Boas Práticas de Manejo (BPM) (DE QUEIROZ, 2002).

O protocolo de Boas Práticas de Monitoramento Sanitário (BPMS) para o sistema de recirculação, conforme descrito por De Queiroz et al. (2017), abrange uma série de procedimentos destinados a garantir a saúde e o bem-estar dos peixes cultivados. Isso inclui a instalação do sistema em locais que permitam o controle da incidência solar e a realização de um período de quarentena em tanques de cultivo isolados do sistema principal de recirculação. Durante esse período, observa-se o comportamento dos peixes e monitoram-se quaisquer sinais clínicos de doenças, mesmo que os peixes tenham uma procedência considerada confiável.

Além disso, o protocolo envolve uma avaliação clínica detalhada dos peixes, considerando seu estado geral, como comportamento, cor da mucosa, produção de muco, aspecto das brânquias, peso e comprimento. São observadas possíveis alterações macroscópicas, como deformidades no corpo, infecções na pele e brânquias, e a presença de ectoparasitas, entre outros sintomas (KUBITZA, 2006).

Segundo Zanol (2021), adotar medidas rigorosas de biosseguridade é fundamental para garantir a sanidade e a eficiência na produção aquícola. Entre as práticas recomendadas, destaca-se a compra de alevinos que são livres ou possuem baixa pressão sanitária, pois a aquisição de alevinos saudáveis é crucial para prevenir a introdução de doenças no sistema de cultivo. Além disso, a adequação das densidades de cultivo é essencial, uma vez que manter uma densidade adequada de peixes evita o estresse e a propagação de doenças, promovendo um ambiente mais equilibrado e sustentável.

A realização de diagnósticos preventivos é igualmente importante, pois a detecção precoce de possíveis problemas de saúde nos peixes permite intervenções rápidas, minimizando impactos negativos. Complementarmente, programas de limpeza e desinfecção de estruturas reduzem

significativamente a presença de agentes patogênicos, garantindo instalações mais seguras. (VIANNA et. al., 2019).

O manejo de qualidade da água é outro aspecto vital, já que controlar parâmetros como oxigênio dissolvido, temperatura, pH e amônia é essencial para a saúde dos peixes. A vacinação preventiva é uma ferramenta eficaz para proteger os peixes contra doenças específicas, e o uso de alimentos de boa qualidade assegura uma dieta balanceada, promovendo o crescimento saudável dos peixes e melhorando sua resistência a doenças. (FIGUEIREDO et.al., 2020).

A entrada de pessoas na área de piscicultura, assim como o manuseio de insumos, pode representar um risco significativo de introdução de doenças, especialmente quando esses indivíduos transitam por outras propriedades de criação de peixes ou de animais que compartilham potenciais agentes infecciosos em comum. Portanto, é crucial implementar medidas preventivas rigorosas para minimizar a possibilidade de contaminações. Todas as visitas devem ser previamente agendadas, permitindo um controle mais rigoroso sobre quem entra nas áreas de produção e a implementação de medidas de segurança adequadas. Recomenda-se que visitantes e prestadores de serviços respeitem um período mínimo de 24 horas desde a sua última visita em outras áreas de produção de pescado, ajudando a reduzir o risco de transmissão de patógenos que podem ser carregados inadvertidamente (BARCELLOS, 2022).

Além do agendamento prévio, é fundamental que todos os visitantes passem por procedimentos de desinfecção antes de entrar nas instalações, incluindo a lavagem e desinfecção de calçados, roupas e mãos. O uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), como botas, jalecos e luvas, deve ser obrigatório para todos que entram na área de produção. Implementar um sistema de controle de acesso para monitorar e registrar a entrada e saída de pessoas facilita o rastreamento em caso de surtos de doenças. Também é essencial fornecer orientação e treinamento para visitantes e funcionários sobre as práticas adequadas de biossegurança e a importância dessas medidas na prevenção de doenças (SOUZA, 2021)

Por isso a instalação de pias com água, sabão e outros itens de higiene são essenciais para a lavagem das mãos e equipamentos. A desinfecção regular, seja com álcool, álcool iodado ou outros desinfetantes, ajuda a reduzir o risco de contaminação. Além disso, o uso de vestimentas adequadas, como propés, gorros e máscaras, é fundamental para evitar a entrada de agentes contaminantes nas instalações. A troca das roupas pessoais por roupas esterilizadas é uma medida ainda mais eficaz para minimizar o risco de contaminação cruzada

Em relação aos insumos, é importante garantir que todos, como rações e medicamentos, sejam adquiridos de fornecedores confiáveis que sigam normas rigorosas de segurança e higiene. Os insumos devem ser armazenados em locais apropriados, longe de áreas de produção, para evitar a contaminação cruzada, além de serem acondicionados suspensos ao chão para evitar umidade. Inspeções regulares

dos insumos são necessárias para detectar qualquer sinal de contaminação ou deterioração (SANTOS et.al., 2020).

Já em relação a desinfecção de utensílios e equipamentos é comum a utilização de alvejante doméstico líquido é de 3% a 6%, com a proporção de 10 ml por litro de água é adequada para desinfecção eficaz. Da mesma forma, o alvejante granular (cloro de piscina HTH) é eficaz e pode ser usado na proporção de 200 mg por litro de água. Após a desinfecção, é importante enxaguar bem os utensílios em água corrente para remover qualquer resíduo do desinfetante. Além disso, o uso de altas temperaturas, acima de 75 °C, também é eficaz para destruir microrganismos, sendo outra opção para garantir a higienização completa dos equipamentos e utensílios na piscicultura (BARCELLOS, 2022).

Quando disponíveis, deve ser feito a realização de exames adicionais, como parâmetros hematológicos e parasitológicos, para avaliar o estado de saúde e o nível de estresse dos peixes. Esses exames fornecem informações valiosas sobre a saúde dos peixes, incluindo contagem de células sanguíneas, perfil bioquímico e análise parasitológica de amostras de tecido. Os parâmetros hematológicos, como contagem de células sanguíneas e dosagem de hemoglobina, podem fornecer informações adicionais sobre a saúde geral dos peixes, identificando possíveis sinais de infecção ou inflamação (DE QUEIROZ et al., 2017).

Em casos de necessidade de tratamento veterinário, é importante utilizar medicamentos de forma responsável e conforme as orientações de um profissional qualificado, a fim de evitar resíduos de medicamentos nos peixes e no ambiente (SANTOS et.al., 2021)

Vale ressaltar que o profissional não deve se deter apenas ao reconhecimento de parasitas e/ou patógenos, mas também no conhecimento das instalações e da qualidade da água no cultivo (MARTINS, 2004).

Condições inadequadas de qualidade da água podem ter impactos significativos no desenvolvimento e na saúde dos organismos aquáticos, comprometendo o sucesso da produção. A qualidade da água em piscicultura é crucial para garantir o crescimento, reprodução, saúde e sobrevivência dos peixes. A água serve como o ambiente onde os peixes vivem, se alimentam, respiram e eliminam resíduos. Portanto, é essencial que as características da água sejam adequadas para atender às necessidades fisiológicas dos peixes (LEIRA et.al. 2016).

Medidas de manejo como aeração, controle de densidade populacional, trocas parciais de água, monitoramento regular da qualidade da água e uso responsável de insumos são essenciais para garantir condições ambientais ótimas nos viveiros de piscicultura. Ao controlar e manter a qualidade da água, os produtores podem maximizar a produtividade, minimizar os riscos de doenças e garantir a sustentabilidade de suas operações aquícolas (LEIRA et.al. 2016; FERREIRA ET AL., 2005; ALVES DE OLIVEIRA, 2001).

Por isso, MARTINS (2004), destaca a importância das medidas sanitárias na criação de peixes. Para garantir a eficácia das medidas sanitárias na aquicultura, é crucial que diversos fatores estejam devidamente coordenados. Além da implementação de boas práticas de manejo que inclui a realização de limpeza regular dos tanques, alimentação adequada e controle da densidade populacional, o que pode ajudar a reduzir o risco de doenças e melhorar a saúde dos peixes. É crucial que os proprietários de empreendimentos aquícolas estejam conscientes da importância do manejo sanitário e dos aspectos relevantes para garantir a segurança dos alimentos produzidos. A presença de profissionais capacitados na área de saúde animal e manejo sanitário é fundamental. Manter a qualidade da água nos viveiros é essencial para prevenir a contaminação dos peixes por patógenos. Isso envolve o monitoramento regular de parâmetros como pH, temperatura, amônia, oxigênio dissolvido e presença de contaminantes químicos.

2.3.1 Manejo sanitário

As infecções parasitárias e bacterianas que representam uma das principais causas de perdas econômicas na piscicultura brasileira. Os peixes afetados por esses agentes apresentam uma série de sinais de comportamento anormal, incluindo letargia, anorexia, perda de equilíbrio, agrupamento na superfície da água ou entrada d'água, respiração agitada, produção excessiva de muco, erosão na pele e/ou nadadeiras, brânquias inflamadas ou pálidas, abdômen inflamado, líquido sanguinolento, ânus inchado e enrijecido, exoftalmia, apatia, isolamento do cardume e, eventualmente, morte (SCHALCH et al., 2009).

Estes surtos que podem ocasionar mortalidade são devido ao estresse decorrente do manejo, por transportes rotineiros dos peixes, elevada densidade de estocagem, má qualidade de água. Para evitar prejuízo os processos na piscicultura necessitam de atenção (TAVARES-DIAS *et.al.*, 2014).

Para evitar que as enfermidades se tornem fatores limitantes para o aumento da produtividade e causem perdas econômicas significativas, é essencial implementar um manejo profilático constante no cultivo de peixes. Isso envolve medidas preventivas, como monitoramento regular da saúde dos peixes, controle da qualidade da água, manutenção de boas práticas de manejo e higiene, e, quando necessário, uso de tratamentos terapêuticos adequados. O manejo preventivo é fundamental para minimizar o impacto das doenças na produção aquícola e garantir a sustentabilidade econômica da atividade para os piscicultores (TAVARES-DIAS *et.al.*, 2014).

Afim de reduzir o número de doenças, a utilização de antibióticos para prevenção e tratamento de infecções bacterianas é comum nas pisciculturas (CABELLO et al., 2013). O uso de antibióticos profiláticos ou terapêuticos pode afetar a população bacteriana natural, aumentando a capacidade de produção de bactérias resistentes a antibióticos ou genes de resistência ambiental. A resistência

bacteriana às bactérias é considerada uma das ameaças mais importantes para a saúde humana e afeta a eficácia do tratamento de várias infecções em todo o mundo (HOSSAIN et al., 2020; OMS, 2018).

Por outro lado, de acordo com Melo (2015), as práticas de vacinação é uma técnica trabalhosa e estressantes aos peixes, além de necessitar de mão de obra qualificada para o serviço. O que faz ser impraticável eliminar completamente o uso desses medicamentos no setor, já que segundo Smith (2012) os antibióticos continuam a ser um tratamento eficaz para doenças na piscicultura intensiva.

Os piscicultores recorrem aos antibióticos, seja por métodos preventivos ou terapêuticos, com o intuito de diminuir a incidência e disseminação de infecções bacterianas. Geralmente, os antimicrobianos são utilizados em duas situações: profilaticamente, por meio de tratamentos via banho de imersão ou incorporados à ração; e terapeuticamente, para o tratamento de infecções bacterianas (Ali et al., 2016). No Brasil, apenas dois antimicrobianos são aprovados para uso na piscicultura: a oxitetraciclina e o florfenicol (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal - SINDAN, 2018).

A oxitetraciclina, é amplamente utilizado para tratar infecções bacterianas em peixes (RIGOS; TROISI, 2005). Essa substância possui ação bacteriostática, inibindo a síntese proteica em bactérias (RIGOS; NEMGAS; ALEXIS, 2006). Administradas em doses que variam de 50 a 125 mg/kg, por um período de 7 a 10 dias (MARQUES, 2018). O uso excessivo ou inadequado desse antimicrobiano pode resultar em efeitos adversos nos organismos dos peixes e na promoção de resistência bacteriana (MARSHALL; LEVY, 2011).

O florfenicol, considerado um antimicrobiano de importância crítica para o controle de doenças em peixes, indicada para o tratamento de *S. agalactiae*. Demonstra um amplo alcance de ação e é frequentemente administrado por meio de ração, em doses que geralmente variam de 10 a 20 mg/kg, por um período de 10 dias (ARMSTRONG et al., 2005).

A resistência antimicrobiana apresenta desafios substanciais para a saúde e o bem-estar animal. A capacidade das bactérias resistentes de se espalharem entre humanos, animais e o ambiente transcende fronteiras, tornando-a uma preocupação global em termos de saúde pública e animal (MARTINS, 2004). O uso indiscriminado e inadequado de medicamentos tem sido identificado como um dos principais impulsionadores do surgimento de cepas resistentes, impactando negativamente não apenas o equilíbrio dos ecossistemas, mas também a saúde e a segurança da população em geral (DA SILVA et al., 2022).

Ainda assim, as produções são suscetíveis as doenças, principalmente de origem bacteriana que são a causa de perdas econômicas no cultivo de tilápias, com destaque para o *Streptococcus agalactiae*. Essa bactéria pode ser encontrada nos órgãos internos das tilápias, como rins, fígado, intestino, coração, cérebro e baço (CAI et al., 2004; LIM E WEBSTER, 2006).

A presença dessas bactérias nos órgãos internos pode levar ao desenvolvimento de doenças bacterianas que afetam a saúde e o bem-estar das tilápias, resultando em perdas significativas na produção aquícola. Essa doença pode se manifestar de diversas formas, incluindo infecções sistêmicas, infecções de órgãos específicos e lesões cutâneas, entre outras (SILVA, 2008).

O *Streptococcus* é uma bactéria gram-positiva que representa uma preocupação significativa na aquicultura, afetando uma variedade de hospedeiros, incluindo peixes. Essa bactéria, frequentemente associada a elevadas taxas de morbidade e mortalidade, demonstra uma notável adaptabilidade a diferentes ambientes, abrangendo também a água doce (JOHRI et al., 2006; EVANS et al., 2002).

Entre as espécies de peixes afetadas por *S. agalactiae*, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é particularmente suscetível. Essas infecções podem levar a sérios impactos na saúde dos peixes, resultando em perdas significativas na produção e na aquicultura como um todo. Diante da gravidade das infecções causadas por *Streptococcus agalactiae*, é crucial implementar medidas eficazes de controle e prevenção, incluindo práticas de manejo adequadas, monitoramento sanitário regular e, quando apropriado, o uso de vacinas para proteger os peixes contra essa bactéria patogênica (EVANS et al., 2002; EVANS et al., 2004).

A vacinação é reconhecida como o procedimento mais eficaz para a imunização contra uma variedade de agentes patogênicos na aquicultura. Ela funciona ativando a resposta imune adquirida e gerando células de memória por meio da introdução de antígenos no organismo dos peixes (SECOMBES E BELMONTE, 2016).

Na aquicultura, existem três vias principais de administração de vacinas: oral, por imersão ou injetável intraperitoneal/intramuscular (Dadar et al., 2017; Derome et al., 2016). A escolha da via de administração da vacina depende de diversos fatores, incluindo as características do patógeno alvo, a rota natural de infecção, o tipo de vacina (viva ou inativada), o estado da memória imunológica e do sistema imunológico dos peixes, o ciclo produtivo, o sistema de produção, as práticas de manejo, a nutrição, o custo-benefício e as condições ambientais, como a temperatura da água (ASSEFA E ABUNNA, 2018; DADAR ET AL., 2017).

A vacinação oral, realizada por meio da administração da vacina na ração, tem se mostrado uma abordagem eficaz na proteção contra *Streptococcus agalactiae* em tilápias do Nilo (MELO et al., 2015). De acordo com Firdaus-Nawi et al. (2012), a vacinação oral oferece diversas vantagens, incluindo a redução dos custos de mão de obra, despesas com agulhas e seringas, além de minimizar o estresse sobre os peixes durante o processo de vacinação.

No entanto, é importante reconhecer que a vacinação oral pode induzir uma imunidade principalmente na mucosa do trato gastrointestinal, proporcionando uma proteção local (MELO et al., 2015). Estudos, como o de Rombout et al. (1986), que investigou a vacinação oral em carpas (*Cyprinus*

carpio), observaram que essa forma de vacinação pode resultar em uma imunidade menos pronunciada no sistema circulatório ou sistêmico.

Além disso, conforme mencionado por Evensen (2009), os peixes vacinados por via oral podem apresentar um período de proteção menor em comparação com outras formas de administração, como a injeção ou imersão. Isso significa que a imunidade conferida pela vacinação oral pode ser de curta duração em comparação com outras formas de vacinação.

Apesar dessas considerações, a vacinação oral ainda é uma estratégia viável para proteger os peixes contra *S. agalactiae*, especialmente em sistemas de aquicultura onde a administração oral é mais prática e econômica. No entanto, é importante monitorar regularmente a eficácia da vacinação oral e considerar outras opções de vacinação, dependendo das necessidades específicas de cada sistema de produção e das condições de cultivo (MELO et al., 2015).

Os estudos mencionados, de Evans et al. (2004) e Longhi et al. (2012), indicam que a vacina administrada por banho de imersão mostrou-se menos eficaz na proteção contra *Streptococcus agalactiae* em tilápias do Nilo em comparação com outras formas de vacinação.

No estudo de Evans et al. (2004), onde foi utilizado apenas um banho de imersão com a vacina, não houve diferença estatisticamente significativa na sobrevivência entre os peixes vacinados e o grupo controle. Já o estudo conduzido por Longhi et al. (2012), onde foram aplicados dois banhos de imersão com a vacina, com um intervalo de 25 dias entre eles, observou-se um efeito protetor maior em comparação com o grupo controle. No entanto, essa proteção foi semelhante àquela observada no grupo de peixes submetido a apenas um banho. Além disso, devido à alta taxa de mortalidade registrada em todos os grupos de peixes (aproximadamente 43%), os autores concluíram que o banho de imersão apresenta baixa eficácia na proteção contra *S. agalactiae* em tilápias do Nilo.

A vacinação por via injetável demonstra ser a mais eficaz. Segundo Klesius et al. (2000), a vacinação intraperitoneal com células inativadas de *Streptococcus* reduziu significativamente a mortalidade em tilápias infectadas com essa bactéria, prevenindo o surgimento de sintomas como natação errática e exoftalmia hemorrágica.

A vacinação intraperitoneal utilizando células inativadas de *Aeromonas hydrophila* em tilápias, alcançou uma proteção significativa nas semanas seguintes à vacinação (RUANGPAN et al., 1986).

A vacinação por via injetável apresenta algumas vantagens significativas em relação aos outros métodos de administração de vacinas. Por ser administrada em pequenas quantidades, diretamente no corpo do peixe (intraperitoneal ou intramuscular), e muitas vezes acompanhada de adjuvantes, essa forma de vacinação pode proporcionar um período mais prolongado de proteção (imunização). Além disso, permite a inoculação de antígenos de diferentes patógenos em uma única vacina, conhecida como vacina multivalente (DADAR et al., 2017).

No entanto, é importante destacar que a vacinação por via injetável pode não ser adequada para a fase inicial do ciclo de vida dos peixes, como pós-larvas e alevinos, cujo sistema imunológico ainda está em desenvolvimento. Isso ocorre porque a administração da vacina por meio de injeção pode causar estresse nos peixes, levando a uma redução na alimentação e até mesmo a lesões nos tecidos (ASSEFA E ABUNNA, 2018; LILLEHAUG, 2014).

Contudo, é importante reconhecer que a vacinação por meio de injeções individuais é uma técnica trabalhosa e estressante para os peixes. Isso porque requer a remoção dos peixes da água e sua anestesia antes da administração da vacina. Além disso, essa abordagem pode não ser economicamente viável em cultivos de larga escala, sendo geralmente reservada para peixes de alto valor, reprodutores e peixes ornamentais (MELO et.al., 2015).

Além da vacinação e o uso de antibiótico, a piscicultura tem como aliado o uso do sal comum, além de ser um uma opção de baixo custo, também reduzir a necessidade de outros quimioterápicos, proporcionando condições de saúde ideais para os peixes e aumentando a segurança do sistema de produção e dos consumidores (CHAGAS et al., 2012; SILVA et al., 2009).

O muco produzido pelos peixes desempenha um papel fundamental na proteção contra perdas de sais e na regulação osmótica do corpo, além de funcionar como uma barreira contra a hidratação excessiva. O estímulo à produção de muco, facilitado pelo uso de sal, também contribui para reduzir as chances de infecções secundárias causadas por fungos e bactérias. Portanto, a utilização de sal pode ser uma estratégia eficaz para promover a saúde e o bem-estar dos peixes em pisciculturas intensivas, ajudando a prevenir problemas de saúde e minimizar os impactos negativos sobre a produção (MELO et.al., 2015).

A utilização do sal é eficaz no controle de alguns ectoparasitos (SCHALCH et al., 2009; SILVA et al., 2009), minimiza o estresse osmorregulatório durante o transporte (KUBITZA, 2007; URBINATI; Carneiro, 2004, 2006) e durante o manejo, além de prevenir a metahemoglobinemia, conhecida como doença do sangue marrom (FRANCIS-FLOYD, 1995). Além disso, o uso de sal comum diminui a carga parasitária do *Piscinoodinium pillulare* após o transporte.

Em sistemas de recirculação, os peixes enfrentam frequentemente água com alta quantidade de sólidos em suspensão, o que pode resultar na proliferação de parasitas, bactérias e fungos. Além disso, devido às altas densidades de estocagem e exposição contínua a estressores como variações nos parâmetros da qualidade da água, os peixes podem perder sais mais rapidamente. Manter uma salinidade constante em torno de 20g/L ajuda a mitigar problemas com parasitas e fungos, reduz a irritação do epitélio branquial e minimiza a perda excessiva de sais pelos peixes (RECOLAST, 2017)

Neste mesmo sistema, podem ocorrer concentrações tóxicas de nitrito. A aplicação de sal na água pode atenuar o potencial tóxico do nitrito para os peixes. Os íons cloreto, quando presentes em



quantidades adequadas na água, se ligam aos receptores de nitrito nas células das brânquias dos peixes, impedindo a absorção deste composto tóxico (KUBITZA, 2007).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, a implementação de boas práticas agropecuárias na produção de tilápia-do-nylo em sistemas de recirculação simples em áreas urbanizadas é crucial para garantir a sustentabilidade e o sucesso econômico dessa atividade. A ênfase na biosseguridade desempenha um papel fundamental nesse contexto, pois permite prevenir a introdução e a disseminação de agentes patogênicos, garantindo a saúde e o bem-estar dos peixes, assim como a segurança alimentar.

Ao priorizar a biosseguridade, os produtores podem minimizar os riscos de doenças e aumentar a eficiência do sistema de recirculação, resultando em uma produção mais saudável e produtiva. Isso é especialmente relevante em ambientes urbanos, onde os desafios ambientais e sanitários podem ser mais intensos devido à proximidade com áreas residenciais e industriais.

Também é importante garantir que os fornecedores sejam confiáveis para obter os melhores resultados, e estar atento aos sinais que os peixes possam apresentar ao longo dos ciclos de cultivo, a fim de tomar decisões adequadas quando necessário. Buscar orientação é fundamental para o sucesso do produtor nesse empreendimento.

Portanto, investir em medidas de biosseguridade, como a instalação adequada do sistema, a realização de quarentenas, o monitoramento regular da qualidade da água e a implementação de práticas de manejo adequadas, é essencial para garantir o sucesso da produção em sistemas de recirculação simples em áreas urbanas. Essas medidas não apenas protegem a saúde dos peixes, mas também contribuem para a viabilidade econômica e sustentabilidade a longo prazo da aquicultura em ambientes urbanizados.



REFERÊNCIAS

ALI, Hazrat et al. An assessment of chemical and biological product use in aquaculture in Bangladesh. *Aquaculture*, v. 454, p. 199-209, 2016.

ALVES DE OLIVEIRA, R. C. 2001. Monitoramento de fatores físicoquímicos de represas utilizadas para criação de *Colossoma macropomum* no Município de Carlinda, Mato Grosso. 2001. Ciências Agrárias. Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso. *Aquatic Animal Health*, Bethesda, 4:32-39. 1992

ARMSTRONG, S. M.; HARGRAVE, B. T.; HAYA, K. Antibiotic use in finfish aquaculture: modes of action, environmental fate, and microbial resistance. *Environmental effects of marine finfish aquaculture*, p. 341-357, 2005.

ASSEFA, Ayalew et al. Maintenance of fish health in aquaculture: review of epidemiological approaches for prevention and control of infectious disease of fish. *Veterinary medicine international*, v. 2018, 2018.

BARBOSA, A.C.A. (2007). A Criação de Tilápias em gaiolas. EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, Lagoa Nova-RN.

BARCELLOS, L.J.G. Manual de boas praticas na criação de peixes de cultivo. 2022.

CABELLO, Felipe C. et al. Antimicrobial use in aquaculture re-examined: its relevance to antimicrobial resistance and to animal and human health. *Environmental microbiology*, v. 15, n. 7, p. 1917-1942, 2013.

CAI, W.; Li, S. & MA, J. 2004. Diseases resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), blue tilapia (*Oreochromis aureus*) and their hybrid (female Nile tilapia male blue tilapia) to *Aeromonas sobria*. *Aquaculture* 229:79-87.

CARVALHO, R; LEMOS, D. Aquicultura e consumo de carnes no Brasil e no mundo. 2009

CAVALCANTE, D.H., LIMA, F.R.S., REBOUÇAS, V.T., & SÁ, M.V.C. (2017). "Nile tilapia culture under feeding restriction in bioflocs and bioflocs plus periphyton tanks." *Acta Sci Anim Sci*, 39(3): 223–228

CHAGAS, E. C.; ARAUJO, L. D.; GOMES, L. D.; MALTA, J. C.; VARELLA, A. M. B. Efeito do cloreto de sódio sobre as respostas fisiológicas e controle de helmintos monogenóides em tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Acta Amazonica*, v. 42, n. 3, p. 439–444, set. 2012.

CREPALDI, D. V., et al. Sistemas de produção na piscicultura. *Revista Brasileira Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v.30, n3/4, p.86-99, jul. 2006

DA SILVA, Ana Maria Souza et al. Prospecting of essential oils in combination with florfenicol against motile *Aeromonas* isolated from tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Archives of Microbiology*, v. 204, n. 7, p. 392, 2022.

DADAR, Maryam et al. Advances in aquaculture vaccines against fish pathogens: global status and current trends. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, v. 25, n. 3, p. 184-217, 2017.

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

DAUDA, A.B., ROMANO, N., CHEN, W.W., NATRAH, I., & KAMARUDIN, M.S. (2018). "Differences in feeding habits influence the growth performance and feeding efficiencies of African catfish (*Clarias gariepinus*) and lemon fin barb hybrid (*Hypsibarbus wetmorei* ♂ × *Barboides gonionotus* ♀) in a glycerol-based biofloc technology system versus a recirculating system." *Aquacult Eng*, 82: 31–37

DE QUEIROZ, J. F. et al. Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia. 2017.

DE QUEIROZ, JULIO FERRAZ. Boas práticas de manejo para a aquicultura. 2002.

DEROME, Nicolas et al. Bacterial opportunistic pathogens of fish. The Rasputin effect: When commensals and symbionts become parasitic, p. 81-108, 2016.

EDING, E. H. et al. Design and operation of nitrifying trickling filters in recirculating aquaculture: a review. *Aquacultural engineering*, v. 34, n. 3, p. 234-260, 2006.

EVANS, J.J., KLESIUS P.H., GLIBERT, P.M., SHOEMAKER C.A., 2004. Efficacy of *Streptococcus agalactiae* (group B) vaccine in tilapia (*Oreochromis niloticus*) by intraperitoneal and bath immersion administration. *Vaccine*. 22, 3769–3773.

EVANS, J.J., KLESIUS P.H., GLIBERT, P.M., SHOEMAKER C.A., AL SARAWI, M.A., LANDSBERG, J., DUREMDEZ, R., AL MARZOUK, A., AL ZENKI, S., 2002. Characterization of beta-haemolytic group B *Streptococcus agalactiae* in cultured seabream, *Sparus auratus* (L.) and wild mullet, *Liza klunzingeri* (Day), in Kuwait. *J Fish Dis*. 25, 505–513.

EVENSEN O., 2009. Development in fish vaccinology with focus on delivery methodologies, adjuvants and formulations. *Options Mediterraneennes*. 86, 177–186.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) 2020. 2020. Disponível em: <<https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/es/c/1585153/>>. Acesso em: 20 de janeiro 2024.

FERREIRA, R. R., CAVENAGHI, A. L., VELINI, E. D., CORRÊA, M. R., NEGRISOLI, E., BRAVIN, L. F. N., TRINDADE, M. L. B. & PADILHA, F. S. 2005. Monitoramento de fitoplâncton e microcistina no Reservatório da UHE Americana. *Planta Daninha*, 23, 203-14.

FIGUEIREDO, Fabiano Moreira et al. Qualidade da água na piscicultura. 2020

FRANCIS-FLOYD, R. The use of salt in aquaculture. Gainesville: University of Florida, 1995. 6 p. (Fact Sheet, 86).

FURUYA, Wilson Massamitu et al. Composição química e coeficientes de digestibilidade aparente dos subproduto desidratados das polpas de tomate e goiaba para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 34, n. 4, p. 505-510, 2018.

HOSSAIN, A.; RAKNUZZAMAN, M.; TOKUMURA, M. Pandemia de Coronavírus (COVID-19): preocupação com o uso indevido de antibióticos. *J biomédico anal*, v.3, n.2, p.19–23, 2020.

HUNDLEY, Guilherme Crispim. Aquaponia: uma experiência com tilápia (*Oreochromis niloticus*), manjeriço (*Ocimum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de recirculação de água e nutrientes. 2013.



JOHRI, A. K., PAOLETTI, L. C., GLASER, P., DUA, M., SHARMA, P. K., GRANDI, G., RAPPUOLI., 2006. Group B Streptococcus: global incidence and vaccine development. *Nature*. 4, 932–942.

KLESZIUS, PHILLIP H.; SHOEMAKER, CRAIG A.; EVANS, JOYCE J. Efficacy of single and combined *Streptococcus iniae* isolate vaccine administered by intraperitoneal and intramuscular routes in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v. 188, n. 3-4, p. 237-246, 2000.

KUBITZA, F. Sistemas de Recirculação: sistemas fechados com tratamento e reuso de água. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v. 16, n.95, p 15-22, mai. 2006.

KUBITZA, F. A versatilidade do sal na piscicultura. *Panorama da Aquicultura*, v. 17, n. 103 p. 14-23, nov. 2007.

KUBITZA, F. Mais profissionalismo no transporte de peixes vivos. *Panorama da Aquicultura*, v. 17, n. 104, p. 36-41, nov. 2007.

LEIRA, Matheus Hernandez et al. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. *Pubvet*, v. 11, p. 1-102, 2016.

LILLEHAUG, Atle. Vaccination strategies and procedures. *Fish vaccination*, p. 140-152, 2014.

LIM C. & WEBSTER C.D. 2006 *Tilápia: biology, culture and nutrition*. An Imprint of the Haworth Press, New York, United Stated. 678p.

LIMA J de F., et al. Sistema fechado simples de recirculação para recria de peixes ou camarões de água-doce. *Comunicado técnico*, 136. Embrapa Amapá. p.8. 2015

LIMA, A. F. et al. *Qualidade da água: piscicultura familiar*. 2013.

LIMA, A. F. et al. *Qualidade da água: piscicultura familiar*. Embrapa Pesca e Aquicultura-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2013.

LIMA, A. F., DA SILVA, A. P., RODRIGUES, A. P. O., BERGAMIN, G., TORATI, L., Pedroza Filho, M. X., & MACIEL, P. (2013). *Qualidade da água: piscicultura familiar*.

LIZAMA, M.A.P. et al. Levantamento preliminar de ectoparasitos em tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em pisciculturas da região de Assis, SP, Brasil. In: 2004

LOBÃO, VERA LUCIA et al. Estudo comparativo entre quatro métodos de sistemas fechados de circulação em larvicultura de *Macrobrachium rosenbergii*. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 25, n. único, p. 101-109, 2018.

LONGHI, E., PRETTO-GIORDANO, L. G., MÜLLER, E. E., 2012. Avaliação da eficácia de vacina autóctone de *Streptococcus agalactiae* inativado aplicada por banho de imersão em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Semina: Ciências Agrárias*. 33, 3191–3200.

MACÊDO, J. A. B. *Águas & Águas*. 2.ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2004. 977p.

MARENGONI, N. G. Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. *Archivos de Zootecnia*, v.55, n.210, p.127-138, 2006.



- MARQUES, Tamires Valim. Antimicrobianos veterinários: florfenicol na piscicultura. 2018. Tese de Doutorado.
- MARSHALL, B. M.; LEVY, S. B. Animais alimentares e antimicrobianos: impactos na saúde humana. Revisões de microbiologia clínica, v. 24, n. 4, p. 718-733, 2011.
- MARTINEZ, C.B.R.; AZEVEDO, F.; WINKALER, E.U. 2006. Toxicidade e efeitos da amônia em peixes neotropicais. In: Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura. ed. J. E. P. Cyrino and E.C. Urbinati, 81-95. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática
- MARTINS, CATARINA IM; EDING, EP H.; VERRETH, JOHAN AJ. The effect of recirculating aquaculture systems on the concentrations of heavy metals in culture water and tissues of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Food Chemistry, v. 126, n. 3, p. 1001-1005, 2011.
- MARTINS, M.L. Cuidados básicos e alternativas no tratamento de enfermidades de peixes na aquicultura brasileira , p. 357 -370. In: RANZANI-PAIVA, M. J. TAKEMOTO R.M., LIZAMA, M. A. P. Sanidade de organismos aquáticos. Editora: V arela, São Paulo, 2004.
- MELO, CARLOS CICINATO VIEIRA et al. A eficácia das vacinas contra *Streptococcus agalactiae* em tilápias: uma revisão sistemática. Revista Científica de Medicina Veterinária, São Paulo, v. 14, p. 1-15, 2015.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Relatório sinaliza aumento da resistência a antibióticos em infecções bacterianas em humanos. 2018. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/noticias/9-12-2022-relatorio-sinaliza-aumento-da-resistencia-antibioticos-em-infeccoes-bacterianas>> Acesso em: 02 de abril de 2024.
- PEIXEBR. (2019). Anuário 2019, PeixeBR da Piscicultura. PEIXEBR
- PEIXEBR. (2021). Anuário 2024, PeixeBR da Piscicultura. PEIXEBR.
- PEIXEBR. (2024). Anuário 2024, PeixeBR da Piscicultura. PEIXEBR.
- POERSH, L. H.; et al., Bioflocos: Uma alternativa econômica viável para produtores de camarão em viveiro. Panorama da Aquicultura, Laranjeiras, RJ, p 37. 2012.
- QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. Boas práticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia em viveiros de aquicultura. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2007 (Comunicado Técnico Embrapa No.44/2007).
- RECOLAST. A Versatilidade do Sal na Piscicultura. [Manual]. Ano de publicação: 2017.
- RIGOS, G.; NENGAS, I.; ALEXIS, M. Oxytetracycline (OTC) uptake following bath treatment in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture, v. 261, n. 4, p. 1151-1155, 2006.
- RIGOS, G.; TROISI, G. M. Antibacterial agents in Mediterranean finfish farming: a synopsis of drug pharmacokinetics in important euryhaline fish species and possible environmental implications. Reviews in Fish Biology and Fisheries, v. 15, p. 53-73, 2005.
- ROMBOUT, JAN WHM et al. Immunization of carp (*Cyprinus carpio*) with a *Vibrio anguillarum* bacterin: indications for a common mucosal immune system. Developmental & Comparative Immunology, v. 10, n. 3, p. 341-351, 1986.



RUNGPAN, L.; KITAO, T.; YOSHIDA, Y. Protective efficacy of *Aeromonas hydrophila* vaccine in Nile tilapia. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, v.12, p.345-360, 1986.

SANTOS, B. et al. Guia Biosseguridade. PEIXE BR. 2021.

SANTOS, TBR et al. Protocolo de boas práticas de manejo durante a fase de produção de alevinos de tambaqui na região do Baixo São Francisco AL/SE. 2020.

SCHALCH, S. H. C.; TAVARES-DIAS, M.; ONAKA, E. M. Principais métodos terapêuticos para peixes em cultivo. In: TAVARES-DIAS, M. (Org.). *Manejo e sanidade de peixes em cultivo*. Macapá: Embrapa Amapá, 2009. p. 575-601.

SCHNEIDER, OLIVER et al. Practices in managing finfish aquaculture using RAS technologies, the Dutch example. In: *OECD Workshop on Advancing the Aquaculture Agenda*. OECD, Paris, France. 2010.

SECOMBES, CHRIS J.; BELMONTE, RODRIGO. Overview of the fish adaptive immune system. *Fish vaccines*, p. 35-52, 2016.

SESTI, L. Biosseguridade na moderna avicultura: O que fazer e o que não fazer. 2005. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MAavicultura/saude/artigos/biosseguridade-moderna-avicultura-fazer-t19/165-p0.htm>> Acesso em: 15 de junho 2024.

SILVA, A. L.; MARCASSI-ALVES, F. C.; TALMELLI, E. F. A.; ISHIKAWA, C. M.; NAGATA, M. K.; ROJAS, N. E. T. Utilização de cloreto de sódio, formalina e a associação destes produtos no controle de ectoparasitas em larvas de tilápia (*Oreochromis niloticus*). *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 35, n. 4, p. 597- 608, 2009.

SILVA, BRUNO CORRÊA da. Resposta hematológica e imunológica de tilápia do Nilo após aplicação de vacina polivalente por banho de imersão, injeção intraperitoneal e administração oral. 2008.

SILVA, G. F. Tilápia-do-nilo: criação e cultivo em viveiros do Paraná. Curitiba: GIA, 2015.

SILVA, M.A., DE ALVARENGA, É.R., ALVES, G.F., MANDUCA, L.G., TURRA, E.M., DE BRITO, T.S., & AMP; TEIXEIRA, E.D. (2018). "Crude protein levels in diets for two growth stages of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in a biofloc system." *Aquac Res*, 49(8): 2693–2703 SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA SAÚDE ANIMAL (SINDAN). *Compêndio de Produtos Veterinários*. São Paulo: SINDAN, 2018.

SMITH, P. Antibiotics in aquaculture: reducing their use and maintaining their efficacy. In: *Infectious Disease in Aquaculture*. Woodhead Publishing, 2012. p. 161-189.

SOUZA, AMANDA CAROLINNY BARROS de. Importância das boas práticas de manejo sanitário na piscicultura de água doce. 2021.

TAVARES-DIAS, MARCOS. Variáveis hematológicas de teleósteos brasileiros de importância zootécnica. 2003. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura.

TAVARES-DIAS, M.; ARAÚJO, C. S. O.; BARROS, M. S.; VIANA, G. M. New hosts and distribution records of *Braga patagonica*, a parasite cymothoidae of fishes from the Amazon. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 18, n. 1, p. 91-97, 2014.



URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Eds.). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt, 2004. p. 171-193.

URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Sodium chloride added to transport water and physiological responses of matrinxã *Brycon amazonicus* (Teleost: Characidae). *Acta Amazonica*, v. 36, n. 4, p. 569-572, Oct./ Dec. 2006.

VIANNA, GUILHERME ROCHA et al. Biosseguridade para sistemas de produção de peixes em tanque-rede em função da colmatação agravada por *Limnoperna fortunei*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 71, n. 01, p. 314-322, 2019.

ZANOLO, R. 2021. Biosseguridade na piscicultura: os cuidados para garantir um bom manejo sanitário. Disponível em: <<https://www.universodaudeanimal.com.br/aquicultura/biosseguridade-na-piscicultura-os-cuidados-para-garantir-um-bom-manejo-sanitario/#:~:text=Como%20garantir%20um%20bom%20manejo,de%2012%20a%2010%20dias.>> Acesso em: 20 de julho 2024.

ZELAYA, O; BOYD et al. Edeects of Water Recirculation onWater Quality and Bottom Soil in Aquaculture Pods, In: EIGHTEENTH ANNUAL TCHNICAL REPOSRT, POND DINAMICS/ AQUACULTURE CRSP. Oregon, 2001.