



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO - CAMPUS VIII  
COLEGIADO DE ENGENHARIA DE PESCA

ESTEPHANY DAYANE SOUSA SILVA

*Aeromonas* spp. E *Streptococcus* spp. EM ÁGUA E COMEDOUROS DE  
UMA PISCICULTURA, TIPO TANQUES-REDE, EM UM RESERVATÓRIO  
NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

PAULO AFONSO-BA  
2024

ESTEPHANY DAYANE SOUSA SILVA

*Aeromonas* spp. E *Streptococcus* spp. **EM ÁGUA E COMEDOUROS DE  
UMA PISCICULTURA, TIPO TANQUES-REDE, EM UM RESERVATÓRIO  
DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso-TCC,  
apresentado à Universidade do Estado  
da Bahia como requisito para obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia de  
Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Mamede da  
Silva Santos.

PAULO AFONSO-BA

2024


ESTEPHANY DAYANE SOUSA SILVA

***Aeromonas* spp. E *Streptococcus* spp. EM ÁGUA E COMEDOURO DE UMA  
PISCICULTURA, TIPO TANQUES-REDE, EM UM RESERVATÓRIO DO  
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Banca examinadora da monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharelado em Engenharia de Pesca do Departamento de Educação *Campus VIII*.


**DATA DE APRESENTAÇÃO: 17/07/2024**

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **DANILO MAMEDE DA SILVA SANTOS**  
Data: 13/08/2024 19:06:06-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof. Dr. Danilo Mamede da Silva Santos  
UNEB – *Campus VIII*  
(Orientador)

Documento assinado digitalmente  
 **SUSANA MENEZES LUZ DE SOUZA**  
Data: 16/08/2024 17:16:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Ma. Susana Menezes Luz de Sousa  
UNEB – *Campus VIII*  
(Avaliadora)

Documento assinado digitalmente  
 **RAQUEL MARQUES DOS SANTOS**  
Data: 15/08/2024 12:25:35-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Dra. Raquel Marques dos Santos  
Prefeitura Municipal de Jatobá-PE  
(Avaliadora)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por sempre me guiar pelo melhor caminho e por me dar forças para concluir cada etapa durante a graduação, uma fase de extrema importância na minha vida. Se cheguei onde estou, é graças a Ele.

Expresso minha profunda gratidão aos meus pais, Joelma Silva e Adilson de Sousa, pelo apoio e incentivo incondicionais. Agradeço por cada sacrifício e por cada renúncia que fizeram para que eu pudesse ter o melhor na vida e realizar meus sonhos. Serei eternamente grata e me esforçarei ao máximo para retribuir tudo o que fizeram por mim.

Agradeço ao meu namorado, Alexandre Carvalho, por estar ao meu lado em mais uma etapa da minha vida. Sua presença constante, apoio nos momentos difíceis e incentivo para seguir em frente foram fundamentais. Você é o melhor parceiro de vida que poderia ter.

Aos meus familiares, Celina Alvez, Victória Silva, Vinicius Gabriel e Cleonides Alvez, por sempre confiarem em mim e acreditarem no meu potencial. Vocês têm um papel fundamental na minha vida e contribuíram imensamente para que eu pudesse me tornar quem sou hoje.

Gostaria de fazer um agradecimento especial ao meu orientador, Danilo Mamede, por me proporcionar a oportunidade de ter meu primeiro contato com a pesquisa científica e por todos os ensinamentos, tanto dentro quanto fora da universidade. Agradeço pelo carinho e pela confiança depositados em mim, que me permitiram alcançar lugares inimagináveis. Sou imensamente grata por cada momento. Saiba que, onde quer que eu vá, sempre levarei seu nome comigo.

Aos meus colegas de classe, especialmente Ranah Cristiane, Bruno Jonathan e Itaynara Brasil, meu muito obrigada. Apesar dos inúmeros desafios e adversidades ao longo desses anos de graduação, permanecemos sempre unidos. Vocês são muito especiais para mim.

Às minhas parceiras de laboratório, Paloma Ketley e Thaila Andrade, não poderia ter companheiras melhores para compartilhar tantos momentos, desde coletas e análises

de dados até congressos. Foi uma jornada incrível e desafiadora, e vocês, com toda certeza, fazem parte dessas conquistas.

A todo corpo docente, por todos os ensinamentos compartilhados e pela valiosa contribuição no desenvolvimento pessoal e profissional de todos os alunos.

E por último, mas não menos importante, a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação acadêmica.

## RESUMO

*Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. podem ser agentes de patologias ao cultivo de tilápia, além de apresentarem possíveis riscos para a saúde pública. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo detectar a presença de bactérias *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. em água e comedouros de uma piscicultura, tipo tanques-rede, em um reservatório no semiárido brasileiro. As coletas para *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. foram realizadas mensalmente durante os meses de Outubro de 2022 a Julho de 2023 e Junho de 2023 a Maio de 2024, respectivamente. As amostras de água foram coletadas com auxílio de frascos de borosilicato esterilizados. Para as amostras de água destinadas as análises de comedouros foi realizado a raspagem de quatro quadrante de 20 cm, opostos entre si, com o auxílio de escova de cerdas rígidas e suporte esterilizado. Foi utilizado o método de plaqueamento em GSP Ágar, MIAB e KAPER'S Medium para detecção e caracterização de *Aeromonas* spp. As placas foram incubadas em estufa bacteriológica a 35 °C durante 72 horas para os meios de GSP Ágar e MIAB, e 35 °C durante 24 a 48 horas para o meio de KAPER'S Medium. Foi utilizado o método de plaqueamento em Ágar Azida Sangue com adição de 5% de sangue de cordeiro desfibrilado para detecção e caracterização de *Streptococcus* spp. As placas foram inoculadas em aerofilia a 35 °C durante 48 a 96 horas. Foi detectada a presença de bactérias *Aeromonas* spp. em todas as amostras de água investigadas; *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. foram detectadas em todas as amostras de comedouros. A água e os comedouros podem ser vetores de risco ao plantel, podendo proporcionar riscos de um eventual surto de aeromonose e estreptococose quando relacionado com o manejo sanitário inadequado da piscicultura. Sendo assim, para impulsionar a atividade de piscicultura é necessário aperfeiçoar as técnicas de produção no que se diz respeito às áreas de manejo e sanidade dos peixes mediante bactérias potencialmente patogênicas, principalmente na região do semiárido brasileiro que tem sido pouco estudada.

**Palavras – chave:** Bacteriose; Sanidade; Tilapicultura; Rio São Francisco.

## ABSTRACT

*Aeromonas* spp. and *Streptococcus* spp. can be agents of pathology in tilapia farming, posing possible risks to public health. With this in mind, this study aimed to detect the presence of *Aeromonas* spp. and *Streptococcus* spp. bacteria in the water and feeders of a tank-net type fish farm in a reservoir in the Brazilian semi-arid region. *Aeromonas* spp. and *Streptococcus* spp. were collected monthly from October 2022 to July 2023 and June 2023 to May 2024, respectively. The water samples were collected using sterilized borosilicate vials. For the water samples intended for analysis of the feeders, four 20 cm quadrants were scraped, opposite each other, using a stiff bristle brush and sterilized support. The GSP Agar, MIAB, and Kaper's Medium plating method were used to detect and characterize *Aeromonas* spp. The plates were incubated in a bacteriological oven at 35 °C for 72 hours for the GSP Agar and MIAB media, and 35 °C for 24 to 48 hours for the KAPER'S Medium. The method of plating on Azide Blood Agar with the addition of 5% defibrillated lamb's blood was used for the detection and characterization of *Streptococcus* spp. The plates were inoculated in aerophilia at 35 °C for 48 to 96 hours. The presence of *Aeromonas* spp. bacteria were detected in all the water samples investigated; *Aeromonas* spp. and *Streptococcus* spp. were detected in all the feeder samples. Water and feeders can be vectors of risk to livestock, and can pose risks of a possible outbreak of aeromonosis and streptococcosis when related to inadequate sanitary management of fish farming. Therefore, to boost fish farming, it is necessary to improve production techniques in the areas of fish management and sanitation against potentially pathogenic bacteria, especially in the Brazilian semi-arid region, which has been little studied.

**Keywords:** Bacteriosis; Health; Tilapiculture; São Francisco River.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mapa de localização geográfica do reservatório Moxotó .....	28
<b>Figura 2:</b> Características do local da coleta .....	29
<b>Figura 3:</b> Crescimento bacteriano em diferentes meios de cultura. (A): Crescimento bacteriano no meio de cultura GSP Ágar; (B): Crescimento bacteriano no meio de cultura MIAB com colônias características de <i>Aeromonas hydrophila</i> ; (C): Tubos de KAPER'S com características positiva para <i>Aeromonas hydrophila</i> .....	31
<b>Figura 4:</b> Quantificação de <i>Aeromonas</i> spp. em amostras de água .....	32
<b>Figura 5:</b> Quantificação de <i>Aeromonas</i> spp. em amostras de comedouros.....	34
<b>Figura 6:</b> Atividade hemolítica dos isolados de <i>Streptococcus</i> spp. (A): Ágar Azida Sangue Base (Himédia) acrescido de 5% de sangue desfibrilado de cordeiro; (B): $\beta$ hemólise; (C) $\alpha$ hemólise e (D) $\gamma$ hemólise .....	36
<b>Figura 7:</b> Quantificação de <i>Streptococcus</i> spp. em amostras de comedouros.....	37

## LISTA DE APÊNDICES

<b>Apêndice A</b> – <i>Aeromonas</i> spp. na água e comedouros de <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) em uma piscicultura no sertão da Bahia.....	53
<b>Apêndice B</b> – <i>Aeromonas</i> spp. e <i>Streptococcus</i> spp. em água e comedouros de uma piscicultura, tipo tanques-rede, em um reservatório no semiárido.....	63

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1 GERAL .....	14
2.2 ESPECÍFICOS.....	14
<b>3. REFERÊNCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
3.1 Aquicultura.....	15
3.2 Aquicultura no Brasil.....	16
3.3 Piscicultura em tanques-rede .....	18
3.4 Região Semiárida e Rio São Francisco .....	19
3.5 Doenças bacterianas no pescado .....	20
3.6 <i>Aeromonas</i> spp.....	22
3.7 <i>Streptococcus</i> spp .....	23
3.8 <i>Aeromonas</i> spp. e <i>Streptococcus</i> spp. em <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) .....	24
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
4.1 Coleta e caracterização da área da piscicultura .....	27
4.2 Área de estudo .....	28
4.3 Coleta de amostra de água e comedouros.....	29
4.4 Isolamento e Caracterização de <i>Aeromonas</i> spp.....	29
4.5 Isolamento e Caracterização de <i>Streptococcus</i> spp.....	30
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
5.1 <i>Aeromonas</i> spp. na água e comedouros .....	31
5.2 <i>Streptococcus</i> spp. na água e comedouros .....	35
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>81</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No terceiro milênio, a aquicultura apresentou um importante avanço produtivo, demonstrando seu essencialismo para a segurança alimentar e nutrição mundial, oferecendo alternativas viáveis para a produção de proteínas de alta qualidade. (Abbas *et al.*, 2023; FAO, 2022). O avanço da tecnologia tem impulsionado essa prática possibilitando a expansão de operações e a implementação de práticas de cultivo mais eficiente e sustentável.

O Brasil é um país de dimensões continentais, contendo uma das maiores bacias hidrográficas do mundo, sendo classificado internacionalmente como um país com alto potencial para a piscicultura, devido ao seu extenso território e condições climáticas, cenário excepcional para desenvolvimento da atividade (Pavanelli *et al.*, 2008; Valenti *et al.*, 2021).

Em 2023 a produção global de tilápia cresceu 3% em relação a 2022, atingindo 6,7 milhões de toneladas e com esse resultado a espécie passou a representar 65,3% dentre o total de peixes nacionais de cultivo. O Brasil mantém a 4ª posição em nível mundial, com possibilidade de atingir 600 mil toneladas em 2024 (Peixe BR, 2024). Diversos fatores contribuem para o crescimento da tilápia no mercado interno, como a adaptação da espécie às condições ambientais locais, seu rápido crescimento, boa qualidade da carne e alto rendimento.

A região do semiárido, especificamente na região do Reservatório Moxotó, Bahia, a cada ano se destaca pela expansão do setor da piscicultura no cultivo de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), tilápia do Nilo, linhagem Chitralada (Soares *et al.*, 2014). O semiárido nordestino compreende oito estados e corresponde a 11% do território nacional (Acosta Salvatierra, 2017), esta região está inserida no bioma caatinga, possui clima tropical quente e seco que se caracteriza por altas temperaturas e baixa pluviosidade (Freire, 2020; Pell *et al.*, 2007).

Entretanto, os comedouros instalados dentro e ao longo das laterais dos tanques-rede, apesar de desempenhar um papel primordial na alimentação dos peixes e na prevenção da perda de alimentos, evitando que a ração ofertada escape dos tanques, nota-se que os comedouros podem representar uma problemática devido ao material de sua composição, que consiste em malhas reduzidas, o que favorece a colmatação de biofilme microbiano em sua estrutura, tornando o ambiente propício

para o desenvolvimento de bactérias e fungos (Dantas *et al.*, 2021a; Dantas *et al.*, 2021b; Tavares-Dias *et al.*, 2018).

As atividades humanas têm causado degradação dos ambientes aquáticos, provocando hipernutrição, causando mudanças na qualidade da água e mortalidade de peixes. A qualidade de água é de vital importância para a produção de peixes, pois esses organismos dependem da água para realizar todas as suas funções, ou seja: respirar, se alimentar, reproduzir e excretar. Para um bom desenvolvimento dos organismos aquáticos e uma produção economicamente viável, se faz necessário o monitoramento da água do cultivo, sendo uma das etapas principais que pode determinar o sucesso do cultivo (Alves de Oliveira, 2001).

A expansão da tilapicultura está constantemente sujeita a diversos riscos emergentes que ameaçam sua viabilidade, especialmente nos métodos de cultivo intensivo com altas densidades de estocagem. Nessas condições, os peixes enfrentam estresse e adversidades na qualidade da água, o que propicia o desenvolvimento de bactérias potencialmente patogênicas. Estas, por sua vez, apresentam características oportunistas e uma capacidade significativa de disseminação. Esses fatores combinados representam desafios, pois as enfermidades bacterianas são em sua grande maioria responsáveis por elevadas taxas de mortalidades em peixes e quando não ocasionam mortalidade, provoca lesões que inviabilizam sua comercialização, causando grandes prejuízos econômicos.

A grande frequência das bacterioses na produção aquícola foi destacada por Kubitzka (2005), no qual os gêneros *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp., foram mais frequentemente descritas em tilápias e responsável por perdas em sistemas de cultivo intensivo. Nesse contexto, aponta-se a lacuna de conhecimento nas áreas da Caa-tinga, no qual o acelerado crescimento na produção de tilápia do Nilo carece de investigações abrangentes sobre as variadas estirpes bacterianas desses microrganismos que impactam diretamente a prática. Esta ausência de estudos específicos torna-se mais notória dada a singularidade do bioma, que apresenta características ambientais únicas, as quais podem influenciar a dinâmica desses microrganismos e suas interações com a produção de peixe de água doce.

Das espécies de *Aeromonas* identificadas, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria* e *Aeromonas caviae* são as mais importantes por serem um patógeno comum em ambientes aquáticos, que causam doenças não só em animais como também em humanos (Bhowmick; Bhattacharjee, 2018; Leão *et al.*, 2020).

A *A. hydrophila* causa doenças oportunistas em peixes fracos como uma infecção secundária e já foram observadas em órgãos como o fígado, rim, brânquias, estômago e baço. Algumas manifestações clínicas de peixes infectados com *A. hydrophila* incluem úlceras cutâneas, arritmias, anorexia, exoftalmia e inchaço abdominal (Noga, 2010).

A incidência de *Aeromonas* spp., na aquicultura e noutros ambientes está relacionada com fatores de estresse, tais como alterações nas condições ambientais, oscilação de temperatura e manejo inadequado (Barcellos *et al.*, 2008). Silva *et al.* (2024), em seu estudo confirmou a incessante presença do gênero *Aeromonas* spp. em uma piscicultura situada no sertão da Bahia, região caracterizada pelos baixos índices pluviométricos e elevadas temperaturas do ar e da água, fatores que podem estar exercendo influência sob o desenvolvimento e multiplicação de *Aeromonas* spp., em ambientes de piscicultura.

*Streptococcus* spp. se tornou uma ameaça para os peixes em todo o mundo e inflige danos econômicos e preocupações de saúde pública (Iregui *et al.*, 2015). As principais bactérias que causam estreptococose em peixes incluem *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus difficile*, *Streptococcus difficilis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus iniae*, e *Streptococcus shiloi* (Lannes-Costa., 2021).

Os sinais clínicos da doença dependem das espécies de peixes, as manifestações mais frequentes são exoftalmia, distensão abdominal, perda de orientação, natação errática, anorexia, opacidade ocular, escurecimento e pele hemorrágica e, eventualmente, morte (Boylan 2011; Leal *et al.*, 2019). A investigação sobre a patogenicidade do gênero *Streptococcus* mostrou que o trato gastrointestinal foi o principal portal de entrada de *S. agalactiae* na tilápia, e a bactéria podia atravessar mucosa e as camadas intestinais (Iregui *et al.*, 2015).

Diante o exposto, os gêneros *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. podem ser agentes de patologias ao cultivo de tilápia, além de apresentarem possíveis riscos para a saúde pública. Sendo assim, para impulsionar a atividade de piscicultura é necessário aperfeiçoar as técnicas de produção no que se diz respeito às áreas de manejo e sanidade dos peixes mediante bactérias potencialmente patogênica, principalmente na região do semiárido brasileiro que tem sido pouco estudada.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Detectar a presença de bactérias *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. em água e comedouros de uma piscicultura, tipo tanques-rede, em um reservatório no semiárido brasileiro.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Isolar e caracterizar bactérias *Aeromonas* spp. associados à água e comedouros de peixes, na piscicultura do tipo tanques-rede;
- Isolar e caracterizar *Streptococcus* spp. associados à água e comedouros de peixes, na piscicultura do tipo tanques-rede;
- Traçar um comparativo sobre a ocorrência dos microrganismos investigados em água e comedouros ao longo dos meses de estudo na piscicultura do tipo tanques-rede;

### 3. REFERÊNCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Aquicultura

A aquicultura começou há cerca de 4.000 anos, durante o período de 2.000 a 1.000 a.C. na China (Rabanal, 1988). Segundo Balon (2004), a carpa comum foi o primeiro peixe domesticado porém, uma das evidências mais antigas da aquicultura foi a colheita de tilápia em tanques no Egito durante 2.500 a.C.

Esta prática é realizada há milhares de anos na China e no Egito a partir do cultivo de diferentes espécies de peixes, plantas aquáticas, moluscos e crustáceos, tanto em água salgada, como em água doce. Na criação são utilizados tanques e viveiros com o objetivo de oferecer todas as condições necessárias para o desenvolvimento e engorda do pescado (Siqueira, 2017; Smith, 2012). Este segmento de produção de alimentos é o que mais cresce no mundo e parte deste crescimento está relacionado com a sobre-exploração dos estoques pesqueiros através da pesca, destacando-se como uma importante alternativa na produção de pescado para atender a demanda populacional mundial que está em constante crescimento.

O rápido desenvolvimento da aquicultura tem sido considerado a "revolução azul" (Costa-Pierce, 2002; Simpson, 2011), referindo-se ao surgimento significativo dessa atividade como uma prática agrícola vital e altamente produtiva. Essa revolução, resultante da vasta produção de peixe, contribui substancialmente para a nutrição humana (Simpson, 2011).

Segundo FAO (2022), a aquicultura continua a ser importante fonte de alimento, nutrição, renda e subsistência para centenas de milhões de pessoas em todo o mundo, sendo uma atividade rentável e ecologicamente correta. Para além disso, a demanda pelo pescado se dá pela mudança de hábito alimentar da população para o consumo de carnes brancas, sendo estes fatos aliados a estabilidade na quantidade de captura da pesca marítima (Hermes, 2016).

A criação de organismos aquáticos é praticado principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Atualmente são cultivadas 652 espécies (peixes, crustáceos, moluscos, algas, répteis, invertebrados aquáticos, rãs), empregando em 20.7 milhões de pessoas. A China é o maior produtor mundial em aquicultura, tendo produzido 50 milhões de toneladas de animais aquáticos em 2020 (FAO, 2022).

Os cinco principais países da aquicultura mundial incluem a Índia, a Indonésia, o Vietnã e Bangladesh. Apesar do seu grande potencial, o Brasil é apenas o 13º na

lista, tendo produzido 630 mil toneladas de peixes e camarões. Entretanto, a FAO (2020) projeta que a produção aquícola brasileira será de 750 mil toneladas em 2030.

Em 2020, a aquicultura produziu 87,5 milhões de toneladas de animais aquáticos e 56% advém da piscicultura continental (FAO, 2022). A piscicultura já se destaca entre os setores da aquicultura e tende a expandir ainda mais devido ao avanço das tecnologias nas práticas de manejo. Esses avanços contribuem para a eficiência e o crescimento da produção, além de promoverem a sustentabilidade do setor.

Diversas espécies são produzidas no mundo, com destaque para carpas: carpa capim - *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844); carpa prateada - *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844); e a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Fogaça, 2020). A produção anual de peixes de água doce para consumo atinge volumes elevados, em grande parte devido ao crescimento da tilapicultura.

### 3.2 Aquicultura no Brasil

A aquicultura no Brasil teve início no século XVII, mas só ganhou status profissional na década de 1970, sendo, portanto, uma atividade relativamente jovem no Brasil, com cerca de meio século de existência. A maior parte da produção vem de pequenos empresários e fazendas com áreas de tanques de menos de 2 hectares (Engle, 2020).

A piscicultura é a produção de peixes em ambientes controlados. A criação de peixes, contempla grande variedade de espécies e graus de intensidade de produção. Desenvolvida em praticamente todas as regiões do país, a atividade possui em diversos sistemas de criação, como viveiros escavados, açudes e tanques-rede e pode ser classificada em basicamente quatro tipos de sistemas de cultivo, são eles: sistema extensivo, sistema semi-intensivo, intensivo e superintensivo (SEBRAE, 2015; SENAR, 2017; Shulter; Vieira Filho, 2017).

A piscicultura é uma das atividades de produção animal que mais cresce no Brasil, impulsionada pela abundância de recursos hídricos no país que possui uma vasta rede de rios, lagos e reservatórios, além das inúmeras usinas hidrelétricas, destacando um enorme potencial para a produção de peixes. Além da importância para geração de renda, postos de trabalho e segurança alimentar, a piscicultura possibilita maior eficiência no uso da água, já que, após passar pelo sistema de produção de peixes, a água pode ser utilizada para outros fins, sendo de grande relevância para regiões que possuem restrição hídrica (Brasil, 2021).

Na produção nacional, diversas espécies de peixes de água doce têm grande potencial para a piscicultura, destacando-se o tambaqui, tambacu e pacu. No entanto, a espécie mais cultivada é *Oreochromis niloticus*, a tilápia do Nilo, uma espécie exótica. O Brasil é o quarto maior produtor mundial de tilápia, sendo uma referência tecnológica no cultivo dessa espécie (Santana *et al.*, 2013; Peixe BR, 2023; Kubtiza, 2021).

Condições climáticas favoráveis e vastos reservatórios hídricos corroboram para a expansão significativa da produção nacional. Se 2% do potencial hídrico do país fosse utilizado para o cultivo de peixes em tanques-rede o Brasil estaria entre os maiores produtores mundiais. O estabelecimento da cadeia produtiva da tilápia propicia o desenvolvimento de agroindústrias de processamento, geração de milhares de empregos, maior produção de alimentos, geração de renda e intercâmbio de tecnologias, incrementando o agronegócio nacional (Veracalderóm; Ferreira, 2004).

Estudos da Peixe BR (2024) aponta que o Brasil produziu 887.029 toneladas de peixes de cultivo em 2023, com crescimento de 3,1% sobre o resultado do ano anterior (860.355 toneladas), apesar dos desafios enfrentados devido às questões climáticas e sanitárias. O desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura está diretamente relacionado aos investimentos tecnológicos que visam aumento da produtividade e sustentabilidade (Souza; Soares, 2020).

Uma das espécies responsável pela expansão da piscicultura no país é a tilápia (*Oreochromis niloticus*), participando com a produção de 579.080 toneladas (65,3% do total), os peixes nativos contribuíram com 263.479 toneladas (29,7% do total) e as outras espécies (carpa, truta e pangasius) atingiram 44.470 toneladas (5% do total) (Peixe BR, 2024).

O Rio São Francisco possui características ambientais que favorecem o desempenho e crescimento da espécie *O. niloticus*, contribuindo para o aumento significativo dessa atividade ao longo dos últimos anos. Um dos maiores polos de produção de tilápia no Nordeste está localizado no Submédio do Rio São Francisco, abrangendo os municípios de Glória, na Bahia, e Jatobá, em Pernambuco. Segundo Ribeiro *et al.* (2015), os reservatórios das hidrelétricas (UHE) situadas nessa região possuem uma capacidade de suporte para a produção de 258,04 mil toneladas de tilápia. Em 2021, existiam 62 áreas regularizadas para fins aquícolas nesses três reservatórios, com uma capacidade de produção de 54,52 mil toneladas.

### 3.3 Piscicultura em tanques-rede

A origem da piscicultura em tanques-rede é associada à atividade realizada por pescadores, que utilizavam essas estruturas como forma de manter os peixes presos até o momento da comercialização, na década de 80. Os tanques-rede são instalados em ambientes aquáticos abertos, como reservatórios, lagos e açudes. Desenvolvido com estruturas flutuantes e revestidos com tela ou redes, podem ser confeccionados de diferentes materiais e tamanhos. (Zimmermann; Fitzsimmons, 2004)

A fim de garantir a qualidade no manejo e a eficiência, deve-se apresentar as seguintes características: alta resistência, durabilidade, facilidade para a renovação da água, leveza, resistência à corrosão e à colonização por algas e outros organismos, além de serem seguros para os peixes e operadores. Dentre as principais vantagens dos tanques-rede, destaca-se o menor custo de investimento em relação aos sistemas tradicionais, a facilidade no manejo, altos índices de produtividade e rápido retorno do investimento. Entretanto, necessita de maior esforço e dedicação nos manejos e monitoramento da qualidade de água (SENAR, 2018).

Dentre os sistemas de confinamento utilizados no Semiárido brasileiro mais precisamente no sertão da Bahia, o manejo de cultivo na produção de tilápia em tanques-rede é o mais predominante, de forma intensiva. Esta modalidade utiliza alta densidade de peixes por volume de água, renovação constante de água e alimentação artificial balanceada, visando a alta produtividade em menos espaço, possibilitando rápido retorno econômico (Mainardes-Pinto *et al.*, 2018; Souza; Santana; Gargantini, 2021).

Os comedouros são estruturas fixadas dentro do tanque-rede, posicionados na altura da linha d'água, cerca de 15 cm a 20 cm acima da superfície da água e de 40 cm a 50 cm abaixo da linha d'água. Sua principal função é reter a ração flutuante no interior do tanque-rede para que os peixes possam consumir todo o alimento disponível. Esses comedouros podem ser fabricados com fio de poliéster revestido de PVC, plástico ou nylon multifilamento, sendo importante que sejam resistentes à corrosão e não causem ferimentos aos peixes. Normalmente, são confeccionados com telas de malha de cerca de 1 mm de tamanho (semelhante a tela mosquiteiro) ou até um pouco maiores, proporcionando maior resistência. Devido ao tamanho reduzido da malha, é necessário realizar limpezas periódicas e fixá-las de forma segura ao tanque-rede (Sandoval-Junior *et al.*, 2019).

Os comedouros, localizados na parte interna dos tanques-rede, desempenham um papel fundamental na alimentação diária dos peixes (Tavares-Dias *et al.*, 2019). No entanto, os resíduos de ração presentes nos comedouros, podem se tornar ambientes propícios para o crescimento de fungos filamentosos e outros microrganismos (Dantas *et al.*, 2021a; Dantas *et al.*, 2021b). É de extrema importância realizar um monitoramento regular da qualidade da água e manter os comedouros adequadamente limpos, para garantir a sanidade do pescado cultivado (Tavares-Dias *et al.*, 2018; Sandoval-Junior *et al.*, 2019; Dantas *et al.*, 2021a; Dantas *et al.*, 2021b).

Apesar das inúmeras vantagens do sistema de criação de peixes em tanques-rede, há muitos desafios na produção que exigem manejos tecnológicos específicos para não comprometer o desempenho nutricional e, conseqüentemente, o desempenho zootécnico da espécie em questão.

### **3.4 Região Semiárida e Rio São Francisco**

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco tem grande importância para o país não apenas pelo volume de água transportado em uma região semiárida, mas, também, pelo potencial hídrico passível de aproveitamento e por sua contribuição histórica e econômica para a região (Castro; Pereira, 2017).

Abrange 639.219 km<sup>2</sup> de área de drenagem (7,5% do país) e vazão média de 2.850 m<sup>3</sup>/s (2% do total do país). O Rio São Francisco tem 2.700 km de extensão e nasce na Serra da Canastra em Minas Gerais, escoando no sentido sul-norte pela Bahia e Pernambuco, quando altera seu curso para este, chegando ao Oceano Atlântico através da divisa entre Alagoas e Sergipe. A Bacia está presente em sete unidades da federação, sendo, 48,2% na Bahia, 36,8% em Minas Gerais, 10,9% em Pernambuco, 2,2% Alagoas, 1,2% em Sergipe, 0,5% Goiás e 0,2% no Distrito Federal (CBHSF, 2020).

Devido à sua extensão e aos diferentes ambientes, divide-se em quatro regiões fisiográficas: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco, com uma área de aproximadamente, 155.637 km<sup>2</sup>. O Submédio São Francisco compreende uma totalidade de 17% do território desta bacia e 440 km de extensão. Sua população é de aproximadamente 1,944 milhões de habitantes (CBHSF, 2013).

No que se refere ao Submédio São Francisco, segundo a classificação de Köppen a região apresenta clima quente e semiárido, do tipo BSw<sub>h</sub>, as precipitações pluviiais são baixas e muito irregulares, variando entre 350 a 800 mm e a estação chuvosa

estende-se de dezembro a abril e a seca de maio a novembro (INMET, 2010). Esta região ocupa 17% da área da Bacia do Rio São Francisco (CBHSF, 2019).

O Rio São Francisco na região do Submédio é explorado para diferentes finalidades tanto sociais quanto econômicas, tais como: uso da água para o abastecimento público, depósito de efluentes, irrigação, pesca, e para implantação de projetos de aquicultura, navegação, comércio pluvial entre as cidades vizinhas e exploração da hidroeletricidade através da Usina de Sobradinho, pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF (Fontes *et al.*, 2002).

Atualmente, o Submédio São Francisco é uma das regiões mais dinâmicas do Nordeste. Os grandes projetos de piscicultura dinamizaram a economia e cumpriram importante papel na geração de riqueza, de ocupação e de renda local (Silva, 2012; Todelo; Souza, 2015).

As inúmeras possibilidades de aproveitamento dos recursos do rio São Francisco, inegavelmente geram riqueza, no entanto, quando explorado de forma descontrolada e pouco sustentável pode acarretar em graves problemas ambientais (Tallman; Benectido, 2018).

Conforme mencionado por Ribeiro (2015), os desafios enfrentados pelos diferentes segmentos da cadeia de piscicultura vão além da intensificação dos cultivos. É fundamental que o sistema de produção seja orientado para o desenvolvimento sustentável, minimizando o impacto ambiental dessas atividades e promovendo o bem-estar animal, o que, por sua vez, aumenta a sua qualidade e potencial de produção.

### **3.5 Doenças bacterianas no pescado**

Todo empreendimento de produção animal, independentemente do sistema utilizado, está sujeito à ocorrência de doenças, pois o ambiente de cultivo aquático naturalmente favorece o crescimento e a multiplicação de patógenos. Logo, os desafios relacionados aos problemas sanitários que afetam o pescado são numerosos. Esses problemas geralmente resultam de falhas no manejo, mas também podem ser causados por fatores ambientais, como secas, mudanças abruptas de temperatura, entre outros.

Entre os microrganismos de importância econômica que impactam o cultivo de peixes, destacam-se as bactérias oportunistas. Estas se proliferam rapidamente em ambientes aquáticos e podem persistir em hospedeiros sem causar doenças até que

ocorra alguma alteração devido a certos fatores (Leira *et al.*, 2017). Entre esses fatores, pode-se destacar o estresse causado por mudanças na qualidade da água associados à elevada densidade de estocagem de peixes, o que favorece o aumento das populações bacterianas.

As bactérias são organismos unicelulares procariontes de tamanho microscópico, que variam de 0,2 µm até 0,7 mm, divididas em dois grandes grupos, as Gram-positivas e Gram-negativas. São parte da comunidade bacteriana normal da água, sendo encontradas na pele e brânquias dos peixes. Quando primárias, as bactérias possuem a capacidade de iniciar uma infecção no hospedeiro. Já bacterioses de origem secundária apenas se manifestam quando o peixe já apresenta um estado de debilidade, causado por algum outro tipo de agente etiológico ou condição ambiental inadequada (Lizama; Takemoto, 2012).

As bacterioses promovem uma variedade de doenças de importância econômica na produção do pescado e devem ser evitadas, pois são de difícil tratamento. Tais microrganismos considerados patogênicos são, geralmente, de origem zoonótica e tornaram-se, nos últimos anos, um problema de saúde pública mundial e seu consequente impacto na economia é cada dia mais reconhecido (Abebe *et al.*, 2020; Amaral *et al.*, 2021).

Sabe-se que as zoonoses, doenças associadas aos animais e que podem ser transmitidas ao homem, representam cerca de 60% das doenças humanas e até 75% das doenças emergentes, o que torna necessário prevenir, prever, detectar as ameaças globais à saúde, como ocorreu com a pandemia de COVID-19 (Goiozo, 2020; OpenWHO, 2023).

O pescado é considerado um alimento nutritivo, mas altamente suscetível à deterioração (EMBRAPA, 2009). Assim, a qualidade do pescado é um fator essencial, e há um número crescente de leis que exigem a qualidade dos alimentos, visando assegurar a integridade dos produtos em todas as etapas da cadeia de produção. Essas medidas buscam evitar o desenvolvimento de microrganismos patogênicos que podem representar riscos à saúde pública, causando dores e toxinfecções alimentares em humanos (Soares; Gonçalves; Souza, 2014).

Embora existam inúmeras bactérias patogênicas, algumas delas são de ocorrência frequente e apresentam maior impacto econômico na produção comercial de peixes cultivados, como: *Aeromonas* spp., *Streptococcus* spp., *Edwardsella* spp., *Flavobacterium columnare*, *Pseudomonas* spp. e *Francisella* spp. (Chang *et al.*, 2009;

Lukkana *et al.*, 2011). Nos últimos anos, diversas doenças bacterianas têm sido identificadas na produção de tilápias no Brasil, causando sérios problemas na produção. Em casos mais simples, essas doenças podem inviabilizar a comercialização do pescado, enquanto em situações mais graves, podem levar a altas taxas de mortalidade entre os peixes.

### 3.6 *Aeromonas* spp.

As bactérias do gênero *Aeromonas* pertencem à família *Aeromonadaceae*, apresentam habilidade de formar biofilme e são encontradas comumente em ambientes aquáticos (Chauret *et al.*, 2001; Almeida, 2015).

Os membros desse gênero ocorrem de forma isolada e raramente em pares ou em cadeias curtas, sendo compostos por bacilos Gram-negativos cujo tamanho varia entre 0,3 - 1,0  $\mu\text{m}$  X 1,0 – 3,5  $\mu\text{m}$ . Trata-se de bactérias anaeróbias facultativas, não produtoras de esporos, produtoras de catalase, fermentadoras de glicose e capazes de transformar nitrato em nitrito (Martin-Carnahan; Joseph, 2005). Além disso, o gênero é caracterizado pela produção da enzima citocromo oxidase que permite diferenciá-las das *Enterobacteriaceae* e de indol, além de serem capazes de fermentar maltose, D-galactose e trealose. (Edberg; Browne; Allen, 2007; Parker; Shaw, 2011).

O gênero *Aeromonas* é classificado como mesófilo, sendo que a maioria das espécies é capaz de se multiplicar em uma amplitude de temperatura de 5 °C a 41 °C, com exceção de *A. salmonicida* cuja temperatura ótima de crescimento apresenta uma variação entre 22 °C e 28 °C (Popoff, 1984). As espécies de *Aeromonas* também são caracterizadas como halotolerantes estando aptas a crescerem em concentrações de NaCl de 2% a 4% (Buchanan; Palumbo, 1985; Fernández- Bravo; Figueras, 2020).

Ao longo das últimas décadas a taxonomia do gênero *Aeromonas* sofreu mudanças em decorrência do uso de técnicas moleculares, demonstrando discordâncias consideráveis entre identificações fenotípicas e genotípicas (Beaz-Hidalgo *et al.*, 2010). A partir de 1992, 22 novas espécies foram descritas e incluídas no gênero. Atualmente são descritas 36 espécies no gênero, apesar de ainda existir controversa sobre as melhores técnicas para a identificação e taxonomia final (Fernández- Bravo; Figueras, 2020).

Dois grandes grupos de espécies podem ser diferenciados dentro do gênero *Aeromonas* baseando-se nas características de motilidade e temperatura de multiplicação (Martin-Carnahan; Joseph, 2005). O grupo mesofílico e móvel, cuja temperatura de desenvolvimento é entre 35 a 37 °C, é composto pelas espécies *A. hydrophila*, *A. caviae* e *A. sobria*. Já o grupo de espécies imóveis e psicrófilas apresenta temperatura ótima de crescimento entre 22 e 25 °C e tem como representantes *A. salmonicida* e *A. media* (Popoff, 1984; Holmes; Niccols; Sartory, 1996; Janda; Abbott, 2010).

Com distribuição universal, as bactérias pertencentes ao gênero *Aeromonas* podem ser isoladas de praticamente todos os ambientes em que existam ecossistemas bacterianos (Janda; Abbott, 2010). Consideradas autóctones de ambientes aquáticos, as bactérias do gênero *Aeromonas* já foram isoladas de rios, lagos, mar, esgotos, fontes de água mineral (Holmes; Niccols; Sartory, 1996) e água clorada (Edberg; Browne; Allen, 2007).

Sendo assim, a água é considerada como o principal meio de disseminação de *Aeromonas*. A infecção pode ocorrer de forma direta, através do contato direto ou da própria ingestão da água contaminada, ou de forma indireta a partir de alimento, seja este peixe e/ou fruto do mar além de demais produtos que possam ter sido contaminados com a água (Tavares; Cereser; Timm, 2015).

Tradicionalmente, alguns fatores como a adição de cloreto de sódio, baixas temperaturas e pH, inibem o crescimento de muitas bactérias. No entanto, as espécies do gênero *Aeromonas* podem sobreviver em temperaturas baixas (2-10 °C), em pH de 5 e em concentrações de cloreto de sódio de até 4% (Buchanan; Palumbo, 1985; Fernández-Bravo; Figueras, 2020). Dessa forma, essas bactérias podem sobreviver e persistir mesmo quando expostas aos mais diversos ambiente.

### **3.7 *Streptococcus* spp.**

O gênero *Streptococcus* pertence à ordem *Lactobacillales* e à família *Streptococcaceae*. São bactérias em formato de cocos gram-positivos, arranjados em formato de cadeia ou em pares (Lannes-Costa *et al.*, 2021). As colônias possuem formato esférico e possuem diâmetro inferior a 2 mm (Whiley; Hardie, 2015).

A infecção de peixes por estreptococos foi inicialmente retratada por Hoshima *et al.* (1958), no Japão, em truta arco íris (*Oncorhynchus mykiss*). Em tilápia do Nilo, o primeiro relato do isolamento de *Streptococcus* spp. foi descrito por Wu (1970) e a

partir de então, esse patógeno tem sido identificado como responsável por elevados prejuízos (Salvador, 2008).

Esses microrganismos são imóveis, não formadores de esporos, anaeróbios facultativos, catalase negativos e possuem metabolismo fermentativo (Melville *et al.*, 2016; Whiley; Hardie, 2015). Por serem microrganismos fastidiosos, requerem meios de cultura ricos em nutrientes para cultivo em laboratório, com suplementação de sangue, soro ou glicose; ademais são microrganismos capnofílicos, apresentando bom crescimento em concentrações elevadas de CO<sub>2</sub> (Whiley; Hardie, 2015).

Podem ser classificados quanto ao tipo de hemólise observada após o crescimento em ágar sangue, sendo do tipo  $\alpha$  (alfa, hemólise parcial),  $\beta$  (beta, hemólise total) ou  $\gamma$  (gama, ausência de hemólise) (Melville *et al.*, 2021; Haenni *et al.*, 2018). Conforme as características antigênicas do carboidrato C da parede celular, também são classificados em grupos, de A a W; entretanto, algumas espécies do gênero não são classificáveis (Haenni *et al.*, 2018).

Os estreptococos  $\beta$ -hemolíticos são capazes de gerar um halo transparente em torno da colônia, representando a lise completa da célula vermelha; já os  $\alpha$ -hemolíticos, geram uma hemólise parcial das hemácias, por meio do peróxido de hidrogênio, resultando na cor esverdeada ao redor da colônia, quando em meio com presença de oxigênio; e as espécies que não conseguem gerar hemólise são classificados como  $\gamma$ -hemolíticas (Haslam; Geme III, 2018).

Entre as principais espécies patogênicas em seres humanos e animais, destacam-se *S. agalactiae*, *S. iniae* e *S. dysgalactiae* (Mallicote, 2015; Haas; Grenier, 2018; Lannes-Costa *et al.*, 2021). Estes microrganismos são considerados oportunistas, agem quando a resposta imunológica do hospedeiro é comprometida (Melville *et al.*, 2021; Haenni *et al.*, 2018).

### **3.8 *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. em *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)**

A intensificação do cultivo de tilápia tem aumentado a frequência de surtos de doenças infecciosas oportunistas, causadas por patógenos bacterianos como *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. Esses patógenos não apenas reduzem a qualidade dos peixes, mas em casos mais severos, causam altas taxas de mortalidade, podendo comprometer também a segurança alimentar humana. Além disso, tais surtos resultam em significativas perdas econômicas para o setor.

A atenção mundial sobre os membros do gênero *Aeromonas* aumentou consideravelmente nos últimos anos, em decorrência das taxas significativas de mortalidades provocadas nos peixes durante os surtos (Hossain; Heo, 2021). Para os peixes criados em cativeiro, os integrantes do grupo de *Aeromonas* móveis são os principais patógenos associados com o desenvolvimento da doença aeromonose (John; Hatha, 2013).

A aeromonose em peixes é transmitida horizontalmente a partir das excretas ou lesões de pele, podendo levar à morte entre dois e dez dias após o aparecimento dos sinais clínicos (Leira *et al.*, 2016).

O gênero *Aeromonas* apresentam três espécies mais comuns que são causadoras de doenças em tilápia, que são: *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas caviae* e *Aeromonas sobria*. A bactéria *A. hydrophila* é a que mais se destaca como patógeno importante em *O. niloticus*. É possível encontrar essas bactérias em diversos ambientes, tanto terrestres como aquáticos, e fazem parte da flora intestinal de uma vasta gama dos peixes. Esses patógenos são oportunistas que irão se valer de uma baixa na imunidade do hospedeiro para causar a doença (SNA, 2018). Aumento da temperatura da água, má qualidade da água, manuseio excessivo, são as principais causas de surtos epidêmicos (Ünver; Bakici, 2021).

Segundo Da Silva (2021), *A. hydrophila* é causadora da septicemia hemorrágica e está ligada diretamente ao excesso de matéria orgânica na água, acometendo tilápias em condições de estresse e/ou já infectados por outro patógeno, agindo como uma bactéria oportunista. Os sinais clínicos são comuns à septicemia/sepse bacteriana, que incluem natação lenta, anorexia, lesões cutâneas e ulcerativas com aspecto hemorrágico. Pode ocorrer exoftalmia, olhos hemorrágicos, ascite, anemia, necrose nas nadadeiras e perda de pele e escamas.

Apesar da infecção por *Aeromonas* ser considerada comum em tilápias, o mecanismo de patogenicidade do gênero é complexo e ainda não foi totalmente esclarecido, sendo que a doença é classificada como multifatorial (Bizani; Brandelli, 2011). Os quadros com sintomatologia nervosa e septicemia são semelhantes aos apresentados em infecções ocasionadas por *Streptococcus* spp. Sendo muito importante o diagnóstico diferencial nesses casos (Figueredo; Leal, 2008).

Segundo Pádua (2017), atualmente, existe três agentes etiológicos do gênero *Streptococcus* que se destacam ao causar grandes impactos econômicos nas produ-

ções de tilápia no mundo, são eles *Streptococcus agalactiae*, *S. iniae* e *S. dysgalactiae*. No Brasil há a ocorrência das três espécies de *Streptococcus* como causadores de enfermidades nos cultivos. No entanto, a *S. agalactiae* é que causa mais prejuízos nas fazendas e que se apresenta em maior abrangência no território nacional, podendo ser encontrada em todos os polos de cultivo de tilápia no Brasil.

O primeiro relato da ocorrência da doença em peixes foi no ano de 2003, onde foram identificados surtos de estreptococoses em tilapiculturas no Norte do Paraná (Salvador, 2008). Posteriormente, infecções causadas por *S. agalactiae* foram relatadas em tilapiculturas nos estados do Paraná, São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia, Ceará (Botrel *et al.*, 2010).

Dentre os agentes etiológicos, destaca-se *Streptococcus agalactiae*, um importante patógeno capaz de provocar altas taxas de mortalidades. De acordo com a MSD Animal Health (2012), 70% de todos os isolados de tilápia do Nilo produzidas foram identificados como *Streptococcus spp.* e cerca de 82% correspondiam a *S. agalactiae*.

Leira *et al.*, (2016) relatam que o *Streptococcus* é o principal patógeno causador de doenças em tilápias de cultivo no país. A estreptococose apresenta uma elevada taxa de mortalidade e os principais fatores de risco que levam ao seu aparecimento são o aumento da temperatura da água (acima de 27 °C), manejo intensivo e altas densidades de estocagem, além dos processos de classificação que aumenta o estresse dos animais e podem provocar surtos em sistemas de tanques-rede.

Os processos de seleção e classificação também têm sido caracterizados como desencadeadores de surtos para tilápias do Nilo cultivadas em tanques-rede. Os casos de infecção natural por *S. agalactiae* são observados principalmente em peixes adultos, entretanto, em condições experimentais a doença pode acometer alevinos e juvenis (Figueiredo *et al.*, 2012a).

Ceccarelli Jr. (2021) cita que o *Streptococcus spp.* pode estar presente em peixes já mortos e moribundos, inclusive em peixes com aparência sadia. Assim, a bactéria é disseminada na água e pode infectar outros peixes e causar elevada mortalidade. A infecção por *Streptococcus spp.* ocasiona infecção sistêmica, contudo, a bactéria tende a afetar o sistema nervoso central, o que leva ao quadro de meningoencefalite bacteriana, e com a evolução dos sinais clínicos neurológicos causando natação em rodopios e oculares causando exoftalmia e panoftalmia (necrose da esclera e/ou córneas).

As formas de manifestação da doença podem variar conforme a fase, estirpe ou virulência da bactéria e os fatores de risco associados. Na fase mais aguda pode ser observado sinais clínicos neurológicos e oculares, já na fase mais crônica se observa sinais de caquexia, efusão celomática, assim como formação de abscessos inflamatórios e inflamações que podem vir a evoluir para úlceras, em casos mais graves (Pádua, 2017; Ceccarelli Jr., 2021).

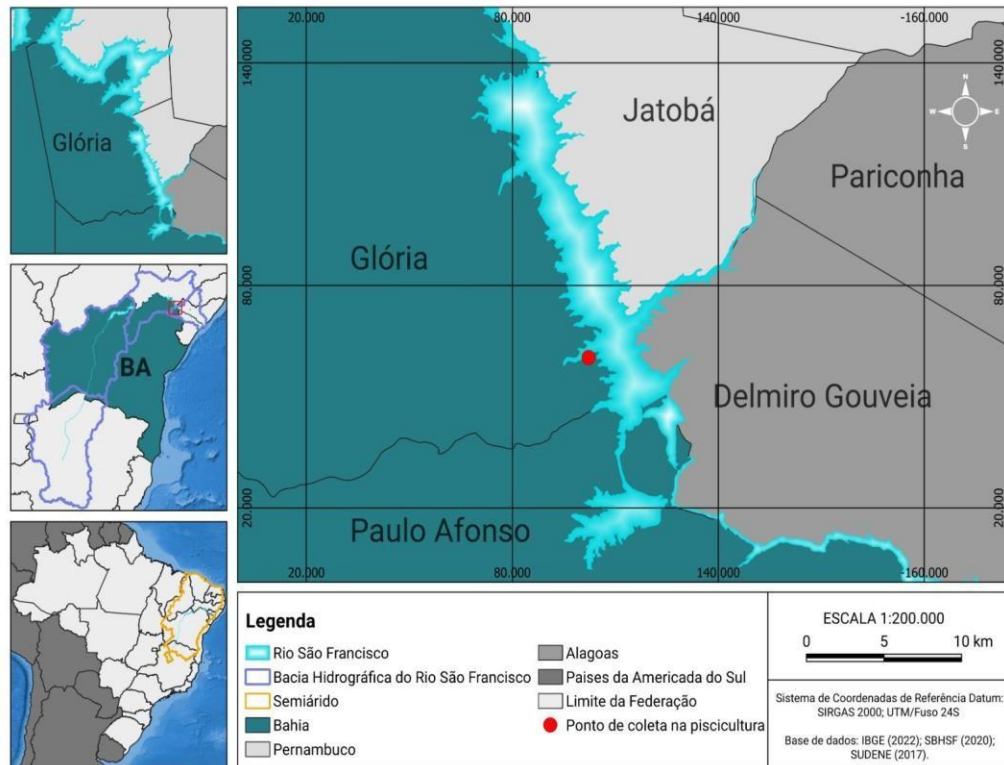
Um dos principais métodos para controlar estreptococoses nas pisciculturas é a antibioticoterapia oral dos peixes. Entretanto, o tratamento é realizado pela via oral e a anorexia é umas das primeiras alterações fisiológicas induzidas pela infecção, sendo essa terapia muitas vezes malsucedida. Este procedimento evita a ocorrência da doença nos peixes não infectados, debela as infecções dos casos que se encontram no início e dos portadores assintomáticos, mas não cura os peixes que já estão apresentando sinais clínicos (Heuer *et al.*, 2009)

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Coleta e caracterização da área da piscicultura

As coletas para *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. foram realizadas mensalmente durante os meses de Outubro de 2022 a Julho de 2023 e Junho de 2023 a Maio de 2024 respectivamente, na piscicultura de cultivo de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758), localizada na região semiárida, no Submédio do Rio São Francisco, no reservatório do Moxotó, no município de Glória-BA, entre a latitude: 09° 20' 17" S longitude: 38° 15' 17" W altitude de 243 m (Figura 1). A região apresenta clima BSh, árido quente, segundo a classificação de Köppen (Pell *et al.*, 2007).

**Figura 1:** Mapa de localização geográfica do reservatório Moxotó, Sertão da Bahia.



Fonte: SILVA (2024).

#### 4.2 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio São Francisco é considerada a terceira maior bacia hidrográfica do Brasil, abrange 639.219 km<sup>2</sup> em área de drenagem (7,5% do país) e vazão média de 2.850m 3s<sup>-1</sup> (2% do total do país) (CBHSF, 2022). Apresenta uma extensão de 2.700 km, com nascente na Serra da Canastra (MG), escoando no sentido sul-norte pela Bahia e Pernambuco, chegando ao Oceano Atlântico através da divisa entre Alagoas e Sergipe, abrangendo 521 municípios (CHESF, 2019).

No trecho classificado como submédio, estão localizados os reservatórios Moxotó, Paulo Afonso IV- BA e Delmiro Gouveia- AL, que integram o complexo de Usinas Hidroelétricas (UHEs) Paulo Afonso I, II, III e IV (9°20'53.88"S - 038°13'11.91"W). Esse sistema hídrico possui um volume útil de 9,8 Hm<sup>3</sup>, com vazão regulada por fio d'água, sendo utilizado para diversas finalidades, como abastecimento público, irrigação, aquicultura, pesca, lazer e turismo regional, sendo a principal a produção de energia (CHESF, 2018).

### 4.3 Coleta de amostra de água e comedouros

As amostras de água destinadas à análise qualitativa da composição da comunidade microbiana foram coletadas na superfície, em profundidade de até 10 cm, com auxílio de frascos de borosilicato de boca larga de 500 mL de capacidade (Figura 2). As amostras de água destinadas as análises dos comedouros foram realizadas através de raspagem de quatro quadrantes de 20 cm, opostos entre si, com auxílio de escova de cerdas rígidas.

Após as coletas, as amostras foram conduzidas, em caixas isotérmicas resfriadas, ao Laboratório de Microbiologia e Planctologia (LAMIPLAN) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), para posterior análise.

**Figura 2:** Características do local da coleta. (A): tanques-rede; (B): coleta das amostras de água; (C): raspagem de comedouro.



Fonte: SILVA (2024).

### 4.4 Isolamento e caracterização de *Aeromonas* spp.

Utilizou-se 100  $\mu$ L das amostras de água e comedouros para ambos os nichos em cada placa, totalizando três repetições. As amostras foram semeadas com o auxílio da alça de Drigalski em placas de Petri estéreis contendo o meio de cultura GSP Ágar (Pseudomonas Aeromonas Selective Agar Base). Em seguida as placas foram incubadas em estufa bacteriológicas a 35 °C durante 72 horas. Selecionou-se colônias bacterianas com características do táxon investigado, colônia amarela com halo amarelo ao redor da colônia. As colônias selecionadas foram suspensas em placas de Petri contendo o meio MIAB (Meio de Isolamento Aeromonas Base), para identificação de *Aeromonas hydrophila* foram incubadas em estufas bacteriológicas a 35 °C durante

o período de 48 horas. Ao término deste período, as colônias foram repicadas em tubos de ensaio contendo o meio Kaper's Medium e incubadas em estufas bacteriológicas a 24 °C por 24 a 48 horas. Esse procedimento possibilitou a confirmação do táxon *Aeromonas hydrophila*.

#### **4.5 Isolamento e Caracterização de *Streptococcus* spp.**

Alíquota de 100 µL das amostras suplementadas, foram utilizadas no plaqueamento das amostras de água e comedouros. As amostras foram plaqueadas em placas de Petri contendo o meio de cultura Ágar Azida Sangue (AAS), totalizando três repetições (Jatobá *et al.*, 2012). As amostras foram semeadas com o auxílio da alça de Drigalski, utilizando a técnica de *spread plate*.

Após o procedimento, incubou-se as placas em aerofilia a 35 °C por 48 a 96 horas (Leira *et al.*, 2016). Para as placas inoculadas que obtiveram crescimento microbiano, foi realizada a seleção de cepas para o procedimento de purificação, seguindo as características correspondentes ao táxon investigado, as quais se caracterizam pelas colônias com formato puntiforme e coloração acinzentada, com formação ou não de halo de hemólise no entorno da colônia.

Após a purificação, as placas foram incubadas novamente em aerofilia seguindo as adequações descritas anteriormente. Logo em seguida, realizou-se o ensaio de catalase (Boretti *et al.*, 2014), procedimento de averiguação bioquímica utilizado para o processo de caracterização do táxon. A catalase pretende determinar se a estirpe realmente corresponde ao gênero, devido às especificidades do meio seletivo utilizado, que proporciona o crescimento de *Streptococcus* spp. Ao decorrer da caracterização morfológica foi realizado o teste de coloração de Gram para constatação da forma e arranjo característico do gênero investigado.

A preservação das amostras foi realizada no meio de cultura de AAS e após o crescimento acondicionado sob refrigeração de -4 °C.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 *Aeromonas* spp. na água e comedouros

A presença de *Aeromonas* spp. foi evidenciada na água e nos comedouros em todos os meses investigados. Os resultados foram positivos para todos os meios de cultura utilizados: GSP Ágar (Pseudomonas Aeromonas Selective Agar Base), MIAB (Meio de Isolamento Aeromonas Base) e meio KAPER`S Medium (Figura 3).

O gênero *Aeromonas* é um táxon patogênico emergente em peixes, associado a mortalidade massiva de peixes de água doce cultivados, sendo relatada a mortalidade de tilápia do Nilo por infecções provocadas por *Aeromonas* spp. (Assane *et al.*, 2021).

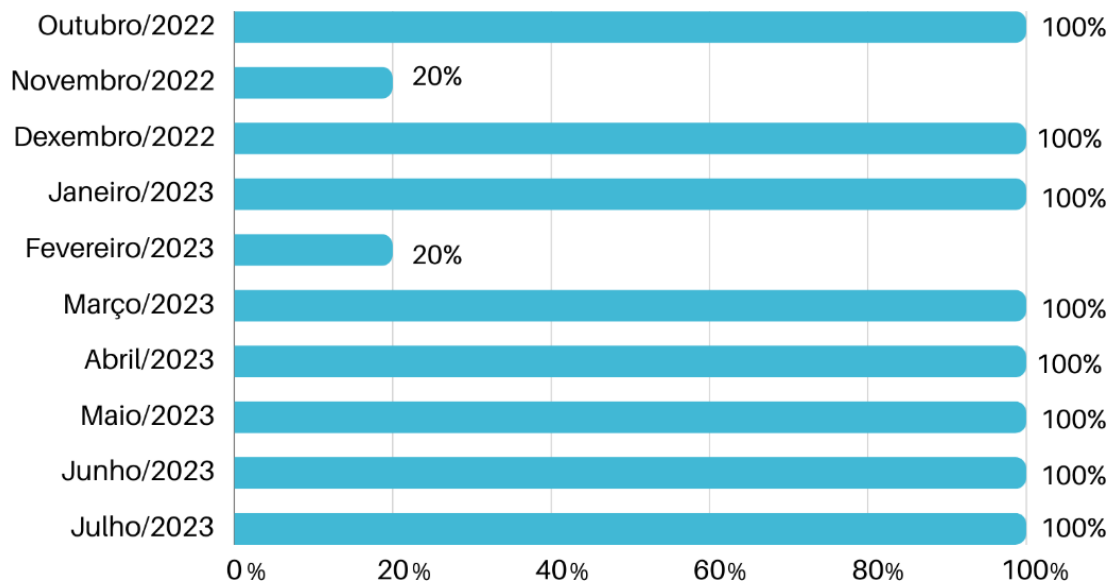
**Figura 3:** Crescimento bacteriano em diferentes meios de cultura. (A): Crescimento bacteriano no meio de cultura GSP Ágar; (B): Crescimento bacteriano no meio de cultura MIAB com colônias características de *Aeromonas hydrophila*; (C): Tubos de KAPER`S com características positiva para *Aeromonas hydrophila*.



Fonte: SILVA (2024).

Entre os meses de outubro de 2022 e julho de 2023, observou-se a presença constante de *Aeromonas* spp. nas amostras de água analisadas, com uma frequência de 100% na maioria dos meses. Exceções ocorreram nos meses de novembro de 2022 e fevereiro de 2023, quando a frequência foi de 20% em ambos os casos (Figura 4).

**Figura 4:** Quantificação de *Aeromonas* spp. em amostras de água.



**Fonte:** SILVA (2024).

A piscicultura investigada neste estudo está inserida na região do Submédio do rio São Francisco, sertão da Bahia, bioma Caatinga, de clima árido quente. Essa região é caracterizada pelos baixos índices pluviométricos e elevadas temperaturas do ar e da água.

A temperatura do ar, durante o mês de janeiro, em uma piscicultura localizada na região do Submédio do rio São Francisco, chegou ao marco de 43,8 °C; enquanto a temperatura da água, para a mesma região, chegou a 31 °C durante o mês de março (Cardoso *et al.*, 2017). Essas temperaturas são favoráveis ao desenvolvimento de *Aeromonas* spp. Desta forma, a temperatura do ar e da água podem estar exercendo influência sob o desenvolvimento do gênero *Aeromonas* nos ambientes da piscicultura investigada. Assim, o clima semiárido no Sertão Baiano está favorável à multiplicação do gênero *Aeromonas*, quando considerado as temperaturas da região que permanecem elevadas durante todo o ano.

Entretanto, os meses de novembro de 2022 e fevereiro de 2023 apresentaram índices pluviométricos atípicos e elevados na região em questão, o que pode ter influenciado na oscilação das temperaturas do ar e da água. Este aumento da precipitação, pode ter criado um ambiente menos favorável para o crescimento e a proliferação

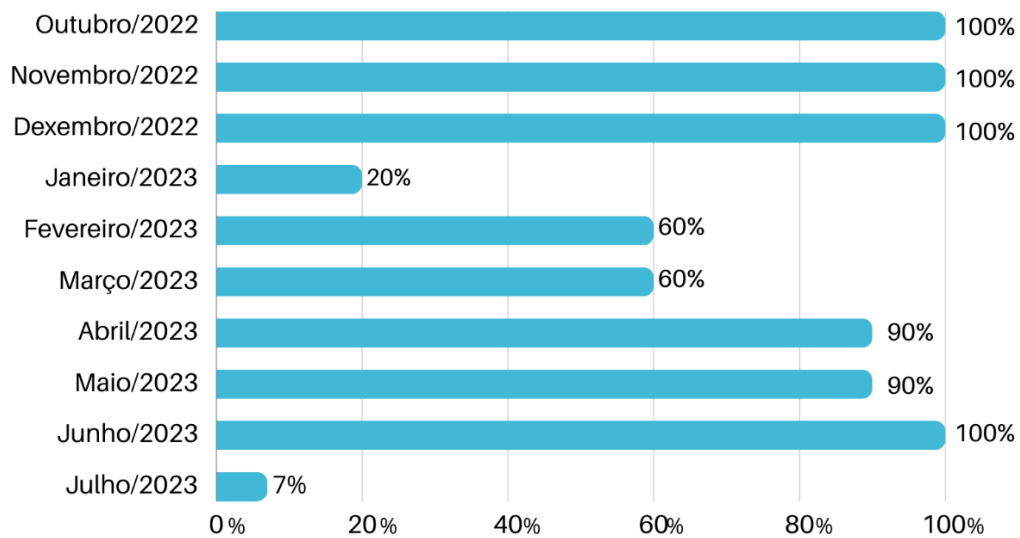
das bactérias do gênero *Aeromonas*. Este gênero bacteriano, pode ter sido adversamente impactado pelas mudanças nas condições ambientais, refletindo assim nos dados do presente estudo.

Souza e Silva-Souza (2001) ao investigar a água do rio Congonhas, no sudeste do Brasil, verificaram que o gênero *Aeromonas* foi abundante quando a temperatura da água foi mais elevada. O referido relato corrobora com a hipótese de que ambiente com maior temperatura da água possam ser mais favoráveis ao desenvolvimento do gênero *Aeromonas*.

Os múltiplos impactos sobre os ecossistemas aquáticos têm sido responsáveis pela deterioração da qualidade da água de bacias hidrográficas. Dantas *et al.* 2021b ressalva que a água, quando contaminada, torna-se um dos principais meios de contaminação, *in situ*, de alimentos de origem pesqueira e que a água da piscicultura de cultivo de *Oreochromis niloticus*, do reservatório Moxotó, Bahia, região Submédio do rio São Francisco, pode gerar um comprometimento, devido a proliferação microbiana principalmente no período chuvoso. A qualidade da água é um fator essencial que influencia o desenvolvimento, crescimento e qualidade de peixes, sendo vital para o sucesso do cultivo.

Foi detectada a presença de *Aeromonas* spp. em todas as amostras de comedouros, de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758), tilápia do Nilo, em todos os meses investigados (Figura 5).

**Figura 5:** Quantificação de *Aeromonas* spp. em amostras de comedouros.



**Fonte:** SILVA (2024).

Foi evidenciado que os comedouros, da tilapicultura investigada, com 25 dias de imersão nos tanques-rede, estavam colmatados com detritos e um biofilme, aparentemente formado por algas, fungos e bactérias, além de matéria orgânica amorfa que pode ter sido oriunda das fezes animais e/ou de agregados carregados pelo leito do rio São Francisco.

No presente trabalho, o gênero *Aeromonas* esteve presente em comedouros colmatados que apresentavam agregados de biofilme microbiano e matéria orgânica amorfa. Fato que corrobora com o descrito por Dantas *et al.* (2021a) que relata que o acúmulo de nutrientes em comedouros, pode contribuir para a formação de biofilme nos comedouros dos tanques-rede e facilitar a multiplicação de microrganismos potencialmente patogênicos no nicho investigado.

A detecção de *Aeromonas* spp. em todos os meses investigados pode inferir que a exposição dos comedouros, a 25 dias de imersão nos tanque-rede, propicia a proliferação de *Aeromonas* spp. haja vista a acumulação de matéria orgânica no local. Este cenário aumenta a susceptibilidade de patogenias ao pescado, sendo necessário o monitoramento do tempo em que estas estruturas estão submersas, evitando o acúmulo de biofilme aparente.

A presença de *Aeromonas* spp. em *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo, pode acarretar problemas epidemiológicos ao cultivo da tilápia, uma vez que, o fator de

virulência da aerolisina, enterotoxina citolítica, que conduz a morte celular por perda da permeabilidade seletiva, é encontrado em mais de 80% dos peixes doentes, em amostras de DNA plasmidial em diferentes espécies de *Aeromonas* (Kim *et al.*, 2018).

Kim *et al.* (2019), ao investigarem amostras de água e peixes vivos e mortos, em uma piscicultura da margem pernambucana da região do submédio do rio São Francisco, relataram que os genes de virulência mais frequentes para infecções de *Aeromonas* na região, foram: enterotoxina citotóxica e aerolisina para amostras de água e pescado. Na água, houve presença de espécies de *Aeromonas* com predominância de genes para enterotoxina citotóxica, em 80% das amostras de água investigadas. Os autores relatam que tais resultados são preocupantes, pois, demonstra o elevado potencial de patogênico de espécies de *Aeromonas*, potencialmente causadoras de aeromonose nos cultivos em tanques-rede nos municípios de Jatobá e Petrolândia, no sertão do estado de Pernambuco, Brasil.

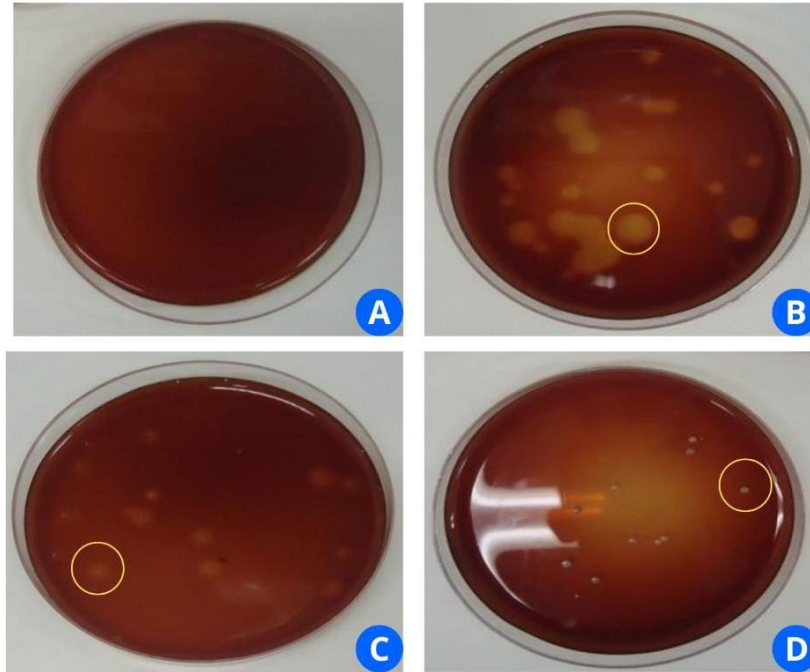
Dantas *et al.* (2021b) comenta que a presença dos resíduos gerados, constituídos pela oferta de alimentos não ingeridos pelo pescado, podem ficar aderidos nas malhas dos comedouros de tilápia do Nilo, podem se tornar um meio favorável para o aparecimento de patógenos.

Souza *et al.* (2023) observaram que elevadas densidades de peixes em tanques-rede podem resultar no acúmulo de nutrientes nas malhas dos comedouros, que pode potencializar a proliferação do biofilme microbiano, criando um ambiente propício para a ocorrência de patógenos. Logo, o constante fluxo de água se faz necessário, além da qualidade da água em que os peixes estão sendo cultivados, pois a confirmação de *Aeromonas* spp. neste estudo no período explorado, expõe a importância da verificação do estado da água, que quando contaminada, pode causar problemas aos peixes devidos o contato direto, além de se tornar um perigo de saúde pública.

## **5.2 *Streptococcus* spp. na água e comedouros**

A presença de *Streptococcus* spp. não foi evidenciada nas amostras de água em nenhum dos meses investigados. No entanto, o gênero foi detectado nas amostras de comedouros em todo o período de estudo. As bactérias do gênero *Streptococcus* foram caracterizadas com diferentes tipos de hemólise, sendo encontradas colônias do tipo  $\alpha$  (alfa),  $\beta$  (beta) e  $\gamma$  (gama) (Figura 6).

**Figura 6:** Atividade hemolítica dos isolados de *Streptococcus* spp. (A): Ágar Azida Sangue Base (Himédia) acrescido de 5% de sangue desfibrilado de cordeiro; (B)  $\beta$  hemólise; (C)  $\alpha$  hemólise e (D)  $\gamma$  hemólise

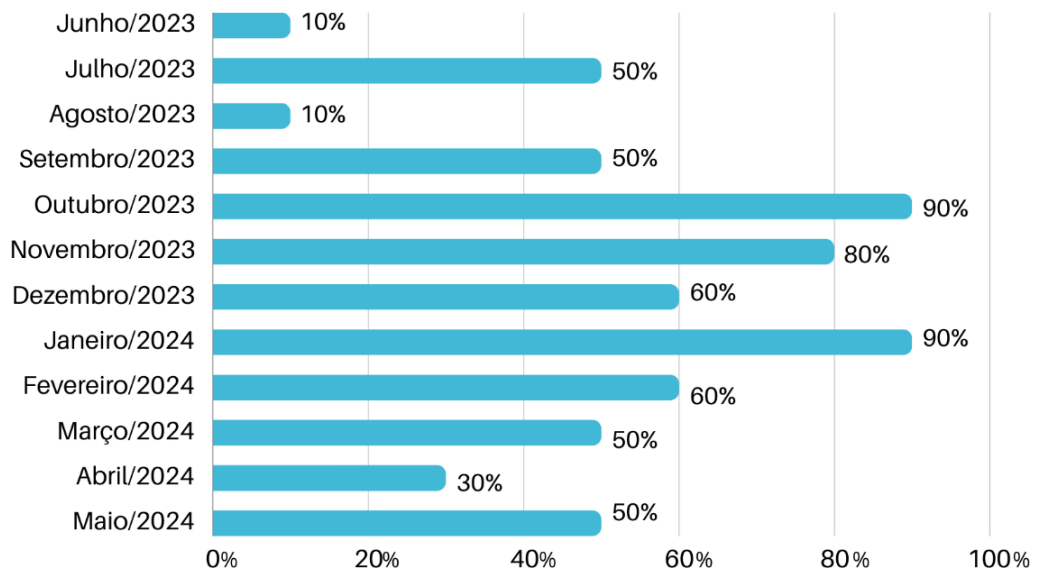


Fonte: SILVA (2024).

A ausência de *Streptococcus* spp. na água da tilapicultura reflete as exigências específicas que esse gênero possui para o seu crescimento e proliferação no ambiente aquático. Essas exigências incluem fatores como condições ambientais específicas, além das características de patógeno oportunista, necessitando de um hospedeiro com imunidade comprometida para se manifestar, como ocorre nos peixes quando apresentam baixa imunidade.

Foi detectada a presença de estirpes de *Streptococcus* spp. em todos os comedouros analisados. A análise ao longo de vários meses revelou uma constante presença de colônias do tipo  $\gamma$  (tabela 1), que exibem características de não hemólise e catalase positiva, não sendo classificadas como pertencentes ao gênero *Streptococcus*. Entretanto, também foi observada a presença de estirpes de *Streptococcus* spp. com características  $\beta$  e  $\alpha$  hemolíticas. Esses achados sugerem a possível presença de mais de uma espécie de *Streptococcus* nos comedouros da piscicultura investigada. Esses resultados confirmam os dados de Dantas *et al.* (2021b), que relatam uma diversidade de grupos hemolíticos para o gênero *Streptococcus* em comedouros de tanques-rede.

**Figura 7:** Quantificação de *Streptococcus* spp. em amostras de comedouros.



**Fonte:** SILVA (2024).

**Tabela 1:** Hemólise do gênero *Streptococcus* spp. em amostras de comedouros. Colônias do tipo  $\alpha$  (alfa),  $\beta$  (beta) e  $\gamma$  (gama).

Mês	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Junho/2023			+
Julho/2023			+
Agosto/2023	+		
Setembro/2023		+	+
Outubro/2023	+	+	+
Novembro/2023		+	+
Dezembro/2023			+
Janeiro/2024	+	+	+
Fevereiro/2024	+	+	
Março/2024			+
Abril/2024			+
Mai/2024	+		+

**Fonte:** SILVA (2024).

Os resultados obtidos mostram que os meses de outubro de 2023 e janeiro de 2024 apresentaram a maior incidência de *Streptococcus* nos comedouros, com 90% em ambos os casos (Figura 7). Além disso, foi observada uma maior diversidade de padrões de hemólise, incluindo colônias do tipo  $\alpha$  (alfa),  $\beta$  (beta) e  $\gamma$  (gama) (Tabela 1).

A atividade hemolítica das estirpes é um dos critérios de classificação quanto sua patogenicidade, sendo possível classificar a presença do táxon investigado nos comedouros, conforme a capacidade hemolítica, a qual se dá principalmente pela ação da enzima hemolisina, que desencadeia o rompimento da hemácia (célula sanguínea), como consequência, pode ocasionar ou não na formação de halo hemolítico no entorno da colônia (Lage, 2013).

Os estreptococos  $\beta$ -hemolíticos são capazes de gerar um halo transparente em torno da colônia, representando a lise completa da célula vermelha; já os  $\alpha$ -hemolíticos, geram uma hemólise parcial das hemácias, por meio do peróxido de hidrogênio, resultando na cor esverdeada ao redor da colônia, quando em meio com presença de

oxigênio; e as espécies que não conseguem gerar hemólise são classificados como  $\gamma$ -hemolíticas (Haslam; Geme III, 2018).

A propagação e a gravidade das doenças causada por *S. agalactiae* podem ser motivados por condições ambientais, como altas concentrações de amônia, baixo oxigênio dissolvido e temperaturas acima de 27 °C (Lee *et al.*, 2022). Ademais, a dose infectante e a estirpe de *S. agalactiae*, estão diretamente relacionados com a intensidade da doença em tilápias (Zamri-Saad *et al.* 2014; Tavares *et al.*, 2018).

A propagação de *Streptococcus* spp. com potencial patogênico, exerce ação infecciosa grave e oferece maior risco epidemiológico devido ao elevado potencial virulento para tilápia produzida, porém, acredita-se que não somente um grupo de espécies patogênicas podem atuar no cultivo. As colocações de Pádua (2017) levam a crer que os microrganismos desse gênero podem provocam o aparecimento a respeito da sintomatologia clínica severa, principalmente em consequência da virulência de cepas que apresentam hemólise  $\alpha$  e  $\beta$ , as quais ocasionam sintomas neurológicos, aspecto que influencia no funcionamento metabólico do hospedeiro, assim, oferecem maior risco de desencadear surtos epidêmicos.

Houve a presença do táxon investigado nos comedouros, durante todos os meses de coleta. Segundo Figueiredo (2012a), a temperatura da água pode ser um dos principais indicativos de propagação da estreptococose, pois foram identificados maiores níveis de mortalidade quando a temperatura aumentava de 28 °C para 32 °C. Deste modo, os dados permitem inferir que os comedouros de tilapicultura cultivadas na região do semiárido brasileiro é um potencial vetor de propagação da bactéria no cultivo.

Atualmente para controlar as doenças causada por estreptococos tem se utilizado algumas tecnologias aplicáveis, como vacinas comerciais, mas há limitações (Abasali; Mohamad, 2010; MSD Animal Health, 2012), dentre elas a operacionalização e manipulação dos peixes. Além disso, os antibióticos também são amplamente utilizados para tratar muitas doenças bacterianas em peixes. Entretanto, o uso indiscriminado de antibióticos tem provocado danos graves. Uma das maiores preocupações em nível mundial quanto a utilização indiscriminada dos antibióticos é a resistência cruzada, que é a transferência de genes de resistência frente aos antibióticos de bactérias da piscicultura, por exemplo, para as bactérias que acometem os humanos, impactando assim na eficácia dos antibióticos quando utilizados em humanos (Zanolo, 2022).

Na produção de tilápia, o uso de vacinas já é uma prática comum para evitar altos níveis de mortalidade causados pela estreptococose. Todavia, essas vacinas são geralmente desenvolvidas para um único tipo de cepa do gênero *Streptococcus*. O presente estudo demonstra que é possível a presença de mais de uma espécie de *Streptococcus*, conforme registrado nas amostras de comedouro. Para superar essas limitações, é de extrema importância a implementação de métodos profiláticos que possam reduzir significativamente a incidência de bactérias patogênicas na tilapicultura. Quando aplicados e seguidos corretamente no dia a dia, esses métodos oferecem uma alternativa mais acessível e de alta eficiência.

O cultivo de tilápia em tanques-rede é uma atividade financeiramente atrativa e de importância socioeconômica estabelecida. Porém, requer a adoção de práticas preventivas para evitar problemas ao cultivo. O estresse, as altas densidade de estocagem e a nutrição animal são elementos importantes a serem considerados para minimizar efeitos negativos ao sistema de cultivo. Portanto, danos a sanidade das tilápias cultivadas em tanques-rede podem ter causas múltiplas, sendo que o manipulador deve estar apto a identificar possíveis distúrbios e/ou interferências para evitar o sofrimento animal e mortalidade do plantel (Romanzini; Costa, 2023).

A qualificação profissional também é um fator importante para que seja possível evitar e/ou mitigar danos ao cultivo de *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo, e promover garantias de bem-estar animal e à saúde do trabalhador.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo intensivo de peixes e o conseqüente aumento na produção podem ser acometidos por enfermidades nas pisciculturas, frequentemente causadas por bactérias patogênicas dos gêneros *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp.

A água e comedouros investigados podem configurar-se como agentes de contaminação bacteriana por *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. podendo proporcionar riscos de um eventual surto de aeromonose e estreptococose, respectivamente, quando relacionado com o manejo sanitário inadequado da piscicultura.

Evidencia-se a atenção para a necessidade da higienização dos comedouros em tempos inferiores a 25 dias de imersão nos tanques-rede e a implementação adequada de um plano de monitoramento da balneabilidade dos recursos hídricos do reservatório Moxotó-BA.

Indica-se que os trabalhadores da piscicultura façam uso de equipamentos de proteção individual (EPI), para o manejo sanitário e manutenção dos comedouros e tanques-rede. Assim, a realização de trabalhos sobre esse microrganismo torna-se relevante devido ao pouco conhecimento sobre sua presença nos ecossistemas aquáticos da região da caatinga, localizada no Semiárido brasileiro. Além de que a sua detecção em água e comedouro é uma informação útil e preditiva para dinâmica de patologias presentes em pisciculturas intensivas.

## REFERÊNCIAS

- ABASALI, H.; MOHAMAD, S. **Immune response of common carp (*Cyprinus carpio*) fed with herbal immunostimulants diets**. Journal of Animal and Veterinary Advances, v. 9, n. 13, p. 1839-1847, 2010.
- ABBAS, S.; IQBAL, A.; ANJUM, K. M.; SHERZADA, S.; ATIQUE, U.; KHAN, M. K. A.; AKMAL, M.; RAHMAN, A.; ASIF, A. R.; AHMAD, S.; MALIK, A.; KHAN, S. A.; AHMAD, S.; INAYAT, M. **Body composition, growth performance and enzyme activities of *Labeo rohita* fed different commercial fish feeds**. Brazilian Journal of Biology, vol. 83, pp. 250402. 2023.
- ABEBE, E.; GETACHEW, G.; MESELY, A. **Review on Major Food-Borne Zoonotic Bacterial Pathogens**. Journal of Tropical Medicine; 2020: 4674235, 2020.
- ACOSTA SALVATIERRA, L. H.; LADLE, R. J.; BARBOSA, H. R.; CORREIA, A and MALHADO, A. C. M. **Protected áreas buffer the Brazilian semi-arid biome from climate change**. Biotropica, v.49, n. 5, p. 753-760, 2017.
- ALMEIDA, A. F. ***Aeromonas e Plesiomonas***. In: TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. Microbiologia. São Paulo: Atheneu, 2015. p.383-387.
- ALVES DE OLIVEIRA, R. C. **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.
- AMARAL, S. M. B. **Panorama dos surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil no período de 2009 a 2019**. Revista Científica Multidisciplinar, v. 2, n. 11, 2021.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA PISCICULTURA PEIXE BR, 2023. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA PISCICULTURA PEIXE BR, 2024. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- ASSANE, I., SOUSA, E. L.; VALLADÃO, G. M. R.; TAMASHIRO, G. D.; CRISCOULO-URBINATI, E.; HASHIMOTO, D. T.; PILARSKI, F. **Phenotypic and genotypic characterization of *Aeromonas jandaei* involved in mass mortalities of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) in Brazil**. Aquaculture, v.541, p.736848, 2021.
- AYROZA, L. M. S.; FURLANETO, F. P. B. **Situação da regularização de projetos piscícolas em tanques**. 62 Informações Econômicas, SP, v. 43, n. 3, maio/jun. 2013. Brabo, M. F. et al. rede no Estado de São Paulo. Pesquisa e Tecnologia, São Paulo, v.8,n.2,p.1-7,2011. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/ie/2010/tec1-0410.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

- BALON, E. K. **About the oldest domesticates among fishes**. J. Fish Biol. 65, 1-27.
- BEVERIDGE, M. C. M., LITTLE, D. C., 2002. **The history of aquaculture in traditional societies**. In: COSTA-PIERCE, B. A. (Ed.) **Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution**. Blackwell Science, Oxford, pp. 3-29, 2004.
- BARCELLOS, L. J. G.; KREUTZ, L. C.; RODRIGUES, L. B.; SANTOS, L. R.; MOTTA, A. C.; RITTER, F.; BEDIN, A. C.; SILVA, L. B. ***Aeromonas hydrophila* em *Rhamdia quelen*: aspectos macro e microscópico das lesões e perfil de resistência a antimicrobianos**. Boletim do Instituto de Pesca, v.34, n.3, p.355-363, 2008.
- BEAZ-HIDALGO, R.; ALPERI, A.; BUJÁN, N.; ROMALDE, J. L.; FIGUERAS, M. J. **Comparison of phenotypical and genetic identification of *Aeromonas* strains isolated from diseased fish**. Systematic and Applied Microbiology, v.33, n.3 p.149-153, 2010.
- BORETTI, V. S.; CORRÊA, R. N.; SANTOS, S. S. F.; LEÃO, M. V. P.; SILVA, C. R. G. **Sensitivity profile of *Staphylococcus* spp. and *Streptococcus* spp. isolated from toys used in a teaching hospital playroom**. Revista Paulista de Pediatria. v.32, n. 3, p. 151-156, 2014.
- BOYLAN, S. **Zoonoses Associated with Fish**. The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice. 14. 427-38, v. 10.1016/j.cvex.2011.05.003. 2011.
- BOTREL, M. A.; HAENNI, M.; MORIGNAT, E.; SULPICE, P.; MADEC, J. Y.; CALAVAS, D. **Distribution and antimicrobial resistance of clinical and subclinical mastitis pathogens in dairy cows in Rhône-Alpes, France**. Foodborne Pathog. Dis.,7, pp. 479-487, 2010.
- BHOWMICK, U. D.; BHATTACHARJEE, S. **Bacteriological, clinical and virulence aspects of *Aeromonas* associated diseases in humans**. Polish Journal of Microbiology, v.67, n.2, p.137-149, 2018.
- BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Boletim aquicultura em águas da união 2020: relatório anual de produção-RAP/Secretaria de Aquicultura e Pesca-Brasília: MAPA/SAP, 2021.**
- BUCHANAN, R. L.; PALUMBO, S. A. ***Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas sobria* as potential food poisoning species: a review**. Journal of Food Safety, v.7, p.15-29, 1985.
- CARDOSO, A. S.; SILVA, G. M. N.; MARQUES, E. A. T.; ASSIS, J. M. O.; OLIVEIRA, C. R.; PINHEIRO, A. F.; SOBRAL, M. C. M.; CASÉ, M. C. C. **Ferramentas de avaliação de impactos da piscicultura na qualidade da água: estudo de caso em reservatório no submédio São Francisco**. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis. Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017.
- CASTRO, C. N.; PEREIRA, C. N. Revitalização do Rio São Francisco. **IPEA- Boletim regional, urbano e ambiental**. p. 69-76, jul.-dez,2017.

CBHSF. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 2013. **O submédio São Francisco**. Disponível em: <<http://cbhsaofrancisco.org.br/2017/o-submedio-sao-francisco-2/>>. Acesso em: 11 mar. 2024.

CBSHF. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 2019. **O submédio São Francisco**. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>. Acessado em 25 de mar de 2024.

CBSHF. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 2020. **O submédio São Francisco**. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>. Acessado em 25 de mar de 2024.

CBSHF. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 2022. **Bacia Hidrográfica do rio São Francisco**. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>. Acessado em 25 de abril de 2024.

CECCARELLI Jr., P. **Streptococcosis é uma das mais importantes infecções bacterianas que afetam a produção de tilápia**. 2021. Disponível em: <<https://opresenturral.com.br/streptococcosis-e-uma-das-mais-importantesinfeccoes-bacterianas-que-afetam-a-producao-de-tilapia/>>. Acesso em: 12 mai. 2022.

CHANG, C. I.; WU, C. C.; TA CHIH CHENG, T.C.; JYH-MING TSAI, J. M.; LIN, K. J. **Multiplex nested-polymerase chain reaction for the simultaneous detection of *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda*, *Photobacterium damsela* and *Streptococcus iniae*, four important fish pathogens in subtropical Asia**. Aquaculture Research, v.40, p.1182-1190, 2009.

CHAURET, C.; VOLK, C.; CREASON, R.; JAROSH, J.; ROBINSON, J.; WARNES, C. **Detection of *Aeromonas hydrophila* in a drinking-water distribution system: a field and pilot study**. Canadian Journal of Microbiology, v.47, n.8, p.782-786, 2001.

Companhia Hidroelétrica do São Francisco CHESF. 2018. **Plano de Gerenciamento para Segurança Hídrica na Bacia do São Francisco. Reservatórios complexo Paulo Afonso**.<<https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGercao/ComplexoPauloAfonso>>.Acesso em:13 Jan. 2018.

Companhia Hidroelétrica do São Francisco CHESF. 2019. **Plano de Gerenciamento para Segurança Hídrica na Bacia do São Francisco. Reservatórios complexo Paulo Afonso**.<<https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGercao/ComplexoPauloAfonso>>. Acesso em:19 Jan. 2019.

COSTA-PIERCE, B. A. **Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution**. Blackwell Science Ltd, Oxford. 2002.

DA SILVA, A. M. S. **Prospecção de óleos essenciais em combinação com florfenicol frente *Aeromonas* móveis isoladas de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. 2021. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros - Área de Concentração de Produção Animal) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

DANTAS, P. H. L.; SOUZA, N. B.; PASSOS, K. A.; OLIVEIRA, J. H.; CUNHA, M. C. C.; SANTOS, D. M. S. **Fungos filamentosos em comedouros, água e ração de**

uma piscicultura de cultivo de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), no reservatório Moxotó-BA, submédio do rio São Francisco. In: VALENÇA, A. R.; SANTOS, P. R.; GUZELLA, R. **Pesquisas e Aquicultura: Desenvolvimento Tecnológico Sustentável**. 1ªEd. Editora UFSC, v. 1, p. 108-123, 2021ª.

DANTAS, P. H. L.; SOUZA, N. B.; VIEIRA, A. B. S.; OLIVEIRA, J. H.; PASSOS, K. A.; SANTOS, D. M. S. **Detecção de *Streptococcus* spp. em comedouros de cultivo de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) no reservatório Moxotó-BA, submédio do rio São Francisco**. In: CORDEIRA, C. A. M.; SAMPAIO, D. S.; HOLANDA, F. C. A. F. **Engenharia de Pesca: aspectos teóricos e práticos**, v.2, n.5, p. 76 -84, 2021b.

DE SOUZA, R. M.; SANTANA, F. A.; GARGANTINI, O. F. **Produção de tilápia em tanque-rede**. Revista Alomorfia, v. 5, n. 1, p. 266-273, 2021.

EDBERG, S.C.; BROWNE, F. A.; ALLEN, M. J. **Issues for microbial regulation: *Aeromonas* asa model**. Critical Reviews in Microbiology, v.33, p.89-100, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **A importância do manejo higiênico-sanitário na qualidade do pescado**. Disponível em:<<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2009/a-importancia-do-manejo-higienico-sanitariona-qualidade-do-pescado/>>. Acesso em: 02 de abr. 2024.

ENGLE, C. **Aquaculture businesses: A practical guide to economics and marketing**. 5m Books Ltd, 2020.

FAO (2020). **A world overview of species of interest to fisheries. *Oreochromis niloticus***. Figis species fact sheets. Text by sidp – species identification and data programme. In: fao fisheries and aquaculture department [online]. Rome.

FAO. (2022). **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Towards Blue Transformation. Rome.

FERNÁNDEZ-BRAVO, A.; FIGUERAS, M. J. **An update on the genus *Aeromonas*: taxonomy, epidemiology, and pathogenicity**. Microorganisms. v.8, n.129, p.39, 2020.

FIGUEIREDO, H. C. P.; LEAL, C. A. G. Tecnologia aplicada em sanidade de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**.v.37, suplemento especial p.08-14, 2008.

FIGUEIREDO, H. C. P. **Estreptococose em tilápia do Nilo - parte 1**. Panorama da Aquicultura, v. 19, n. 103, set./ out. 2012a.

FOGAÇA, F. **O Brasil e a produção mundial de pescado**. 2020. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Opinioao/noticia/2020/07/brasileproducao-mundial-de-pescado.html>>.

FONTES, L. C. S.; HOLANDA, F. S. R.; SILVA, C. M.; CASADO, A. P.; LATRUBESSE, E.; CUNHA, S. B. **Estudo do processo erosivo das margens do Baixo São Francisco e seus efeitos na dinâmica de sedimentação do Rio: Relatório Final**. Projeto GEF São Francisco (ANA/ GEF/PNUMA/OEA). Universidade Federal de Sergipe, 2002.

FREIRE, N. C. F. **Mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação de proteção integral da administração federal no bioma caatinga.** Brazilian Journal Of Development, v. 6, n. 5, p. 24773-24781, 2020.

FURLANETO, F. P. B.; ESPERANCINI, M. S. T.; AYROZA, D. M. M. R. **Estudo da viabilidade econômica de projetos de implantação de piscicultura em viveiros escavados.** Informações Econômicas, v.2, n.39, p.5-11, 2009. Disponível em:<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/209-VIVEIROS-ESCAVADOS.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

GOIOZO, P. F. I. **Saúde Única: iniciativas dos acadêmicos do curso de Medicina Veterinária do UniBrasil.** Revista Expressão, v.9, n.1, p.88-91, 2020.

HAAS, B.; GRENIER, D. **Understanding the virulence of *Streptococcus suis*: A veterinary, medical, and economic challenge.** Médecine et Maladies Infectieuses, v.48, p.159-166, 2018. DOI: 10.1016/j.medmal.2017.10.001.

HAENNI, M.; LUPO, A.; MADEC, J.-Y. **Antimicrobial Resistance in *Streptococcus* spp.** Microbiology Spectrum v.6, p.10.1128 microbiolspec.arba-0008 2017, 2018. DOI: 10.1128/microbiolspec.arba-0008-2017.

HASLAM, D. B.; GEME III, J. W. S. **Principles and Practice of Pediatric Infectious Diseases**, 5 ed. Amsterdam: Elsevier, 2018.

HERMES, C. A. **Sistema agro-industrial da tilápia na região de Toledo-PR e comportamento de custos e receitas.** Tese de Doutorado em Aquicultura. Jaboticabal: UNESP, 06 p. 2016.

HEUER, O. E.; KRUSE, H.; GRAVE, K. **Human health consequences of use of antimicrobial agents in aquaculture.** Clinical Infectious Diseases, v. 49, n. 8, p. 1248-1253, 2009.

HOLMES, P.; NICCOLLS, L. M.; SARTORY, D. P. **The ecology of mesophilic *Aeromonas* in the aquatic environment.** In: AUSTIN, B.; ALTWEGG, M.; GOSLING, P. J.; JOSEPH, S. The genus *Aeromonas*. Chicester: John Wiley & Sons, 1996, p.127-150.

HOSHIMA, T.; SANO, T.; MORIMOTO, Y. **A *Streptococcus* pathogenic to fish.** Journal Tokyo University Fish, v. 44, p.57-58, 1958.

HOSSAIN, S.; HEO, G.-J. **Ornamental fish: a potencial source of pathogenic and multidrug-resistant motile *Aeromonas* spp.** Letters in Applied Microbiology, v.72, n.1, p.2-12, 2021.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Balanço Hídrico Climatológico (2010).** Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/html/agro.html>>. Acesso em: 02 de abr. 2024.

IREGUI, C. A.; COMAS, J.; VASQUEZ, G. M.; VERJAN, N. **Experimental early pathogenesis of *Streptococcus agalactiae* infection in red tilapia *Oreochromis* spp.** Journal of fish diseases, v. 39, n. 2, p. 205-215, 2015.

- JANDA, J. M., ABBOTT, S. **The genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity and infection.** *Clinical Microbiology Reviews*, v.23, n.1, p.35-73, 2010.
- JATOBÁ, A.; SILVA, B. C.; VIEIRA, F. N.; MOURIÑO, J. L. P.; SEIFFERT, W. Q. **Isolation and characterization of hemolytic bacteria Fish disc and Neon Rainbow.** *Semina: Ciências Agrárias*. v. 33, n. 2, p. 763-768, 2012.
- JOHN, N.; HATHA, A. A. M. **Distribution, extracellular virulence factors and drug resistance of motile *Aeromonas* in fresh water ornamental fishes and associated carriage water.** *International Journal of Aquaculture*, v.3, n.17, p.92-100, 2013.
- KIM, F. J. P.; SILVA, A. E. M.; SILVA, R. V. S.; KIM, P. C. P.; ACOSTA, A. C.; SILVA, S. M. B. C.; SENA, M. J.; MOTA, R. A. **Elevada frequência de *Aeromonas* spp. e genes de virulência em cultivos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede, na região semiárida de Pernambuco, Brasil.** *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. V. 71, n. 5, p.1609-1615, 2019.
- KIM, F. J. P.; SILVA, A. E. M.; SILVA, R. V. S.; KIM, P. C. P.; ACOSTA, A. C.; SILVA, S. M. B. C.; SENA, M. J.; SENA, M. J.; MOTA, R. A. **Detecção de *Aeromonas* spp. e do gene de virulência aerolisina em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com a técnica de mPCR.** *Brazilian Journal of Veterinary Research*. V. 38, n. 9, p. 1731-1735, 2018.
- KUBITZA, F. **Três décadas: a evolução da tilapicultura industrial no Brasil.** *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro. v. 31, n. 184, p. 34-47, 2021.
- KUBITZA, F. **Tilápia em água salobra e salgada. Uma boa alternativa de cultivo para estuários e viveiros litorâneos.** *Panorama da aquicultura*. Rio de Janeiro, v. 13, n.76, p.14-22, Mar-abr; 2005.
- LAGE, S. A. G. **Detecção de Bactérias *Streptococcus* em pisciculturas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) na região semiárida da Bahia, Paulo Afonso.** 2013.
- LANNES-COSTA, P. S.; OLIVEIRA, J. S. S. DE.; SILVA SANTOS, G. DA.; NAGAO, P. E. **A current review of pathogenicity determinants of *Streptococcus* sp.** *Journal of Applied*. p.6-15, 2021.
- LEAL, C. A. G.; QUEIROZ, G. A.; PEREIRA, F. L.; TAVARES, G. C.; FIGUEIREDO, H. C. P. ***Streptococcus agalactiae* Sequence Type 283 in Farmed Fish, Brazil.** *Emerging infectious diseases*, v.25, n.4, p.776-779. 2019. <https://doi.org/10.3201/eid2504.180543>.
- LEÃO, S. O. A.; SILVA, A. M. S.; VELASQUES, J. G. R.; BRANDÃO, F.; CHAGAS, E. C.; MAJOLO, C. **Ocorrência de *Aeromonas* multirresistentes em tambaquis cultivados em tanques escavados.** *Scientia Amazonia*, v.9, n.4, CA17-CA24, 2020.
- LEE, PO-TSANG.; WU, YOU-SHENG.; TSENG, CHUNG-CHIH.; LU, JIS-YU.; LE, MENG-CHOU. **Dietary *Agaricus blazei* Substrato gasto melhora a resistência à doença da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) contra *Streptococcus agalactiae* in vivo.** *Journal of Marine Science and Engineering*, v. 10, n.1, 2022.

LEIRA, M. H.; LAGO, A. A.; VIANA, J. A.; CUNHA, L. T.; MENDONÇA, F. G.; FREITAS, R. T. F. **As principais doenças na criação de tilápias no Brasil: revisão de literatura.** Nutri time, v.14, n.2, p.4982-4996. 2017.

LEIRA, M. H.; BRAZ, M. S.; TANAKA, M. S.; FRANÇO, V. S.; GARCIA, A. M. **Estreptococose nas pisciculturas de Lavras, Sul do Estado de Minas Gerais.** Nutritime Ltda., v. 13, n. 03, 2016a.

LEIRA, M. H.; LAGO, A. A.; BOTELHO, H. A.; MELO, C. C. V.; MENDONÇA, F. G.; NASCIMENTO, A. F.; FREITAS, R. T. F. **Principais infecções bacterianas na criação de peixes de água doce do Brasil: uma revisão.** Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública, v. 3, n. 1, p. 44-59, 2016b.

LIZAMA, M. A. P.; TAKEMOTO, R. M. **Patologia e Sanidade de Organismos Aquáticos.** Massoni: Maringá, 2012. p. 59-80.

LUKKANA, M.; WONGTAVATCHAI, J.; CHUANCHUEN, R. **Expression of the ABC efflux system and plasmid profile of *Aeromonas hydrophila* isolates from farmed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).** Thai Journal of Veterinary Medicine, v.41, n.2, p.529-533, 2011.

MAINARDES-PINTO, C. S. R.; PAIVA, P.; VERANI, J. R.; ANDRADE-TALMELLI, E. F. de; WIRZ, M. V. M. A.; SILVA, A. L. **Desempenho produtivo da tilápia tailandesa, *Oreochromis niloticus*, estocada em diferentes quantidades de tanques-rede instalados em viveiros povoados com a mesma espécie.** Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v.33, n.1, p. 53-62, 2007.

MALLICOTE, M. Update on ***Streptococcus equi* subsp *equi* Infections.** Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, Respiratory Medicine and Surgery. v.31, p.27-41, 2015. DOI: 10.1016/j.cveq.2014.11.003.

MARTIN-CARNAHAN, A.; JOSEPH, S. W. **Aeromonadales.** In: BRENNER, D. J.; KRIEG, N. R.; STALEY, J. T.; GARRITY, G. M. Bergey's manual of systematic bacteriology: the proteobacteria. New York: Springer-Verlag, 2005. 2.ed., v.2, p.556-578.

MEGID, J.; RIBEIRO, M. G.; PAES, A. C. **Doenças infecciosas em animais de produção e de companhia.** Rio de Janeiro: Roca, p. 799-821, 2016.

MELVILLE, P. A.; BENITES, N. R.; RIBEIRO, M. G. **Estreptococcias,** p. 317-326. Em: Microbiology Spectrum, v.6, p.10.1128/microbiolspec.arba-0008-2017, 2018. DOI: 10.1128/microbiolspec.arba-0008-2017. Microbiology, v.131, p.1600-1620, 2021. DOI: 10.1111/jam.15090.

MSD Animal Health. **Technical Bulletin: *Streptococcus* in the Tilapia Environment.** 2012.

NOGA, E. J. **Fish Diseases.** (2nd edition) Willey-Blackwell, ISBN 978-0-81380697-6, Singapore, 2010.

ONO, A.; Kubitza, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 2. ed. Jundiaí: F. Kubitza; 1999. 68 p.

OpenWho. **One Health for Global Health Security: Improving multisectoral coordination in countries**. World Health Organization. 2023. Disponível em: <https://openwho.org/channels/onehealth?locale=pt-BR>. Acesso em: 14 jun. 2024.

PÁDUA, S. B. **Estreptococoses na tilapicultura**. Aquaculture Brasil. 2017. Disponível em: <https://www.aquaculturebrasil.com/coluna/55/estreptococoses-natilapicultura>. Acesso em: 12 mai. 2024.

PARKER, J. L.; SHAW, J. G. ***Aeromonas* spp.** clinical microbiology and disease. Journal of Infection. v.62, p.109-118, 2011.

PAVANELLI G. C.; EIRAS J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. 3rd ed. Maringá: EduEM; p. 311, 2008.

PELL, M. C., FINLAYSON, B. L., MCMAHON, T. A. **Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification**. Hydrology and Earth System Sciences. V. 11, p. 1633- 1644. 2007.

POPOFF, M. Genus III ***Aeromonas***. In: KRIEG, N. R. e HOLT, J. G. **Bergey's manual of systematic bacteriology**. Baltimore: The Williams & Wilkins Co, 1984. v.1, p.545-548.

RABANAL, H. R. **History of Aquaculture**. ASEAN/UNDP/FAO Regional Small-Scale Coastal Fisheries Development Project, Manila. 1988.

RIBEIRO, M. R. F. **A piscicultura nos reservatórios hidrelétricos do Submédio e Baixo São Francisco, região semiárida do Nordeste do Brasil**. Acta of Fisheries and Aquatic Resources, Aracajú, v. 3, n.1, p. 91-108, 2015.

ROMANZINI, G. B.; COSTA, C. P. **Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em tanques-rede: uma revisão de literatura**. Revista JRG de Estudos Acadêmicos. V. 4, n. 13, p. 783-797, 2023.

SALVADOR, R. **Imunização e inflamação por *Streptococcus agalactiae* em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com ração suplementada com parede celular de *Saccharomyces cerevisiae***. 136f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal. 2008.

SANDOVAL-JUNIOR, P. S.; TROMBETA, T. D.; MATTOS, B. O.; SALLUN, W. B.; SOUZA, M. R. G. **Manual de Criação de Peixes em Tanque-Rede**. 2. ed. Brasília: CODEVASF, 2019.

SANTANA DE FARIA, R. H.; MORAIS, M., SORRANA, M. R. G. S.; SALLUM, W. B. **Manual de criação de peixes em viveiro**. Brasília: Codevasf, 2013.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE. **Aquicultura no Brasil: série de estudos mercadológicos**. Brasília, 2015.

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - SENAR. **Piscicultura: criação de tilápias em tanques-rede**. Coleção SENAR, 2018.

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - SENAR. **Piscicultura: fundamentos da produção de peixes**. Coleção SENAR, 2017.

SHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. Texto para discussão/ Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada -Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 41 p., 2017.

SILVA, D. F.; GALVÍNCIO, J. D.; ALMEIDA, H. R. R.; **Variabilidade da Qualidade de Água na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Qualit@s Revista Eletrônica, vol.9. n.3, p. 1-17, 2012.

SILVA, E. D. S.; CAMPOS, P. K. A. L.; ANDRADE, T. P.; SOUZA, N. B.; DANTAS, P. H. L.; SOUZA, S. M. L.; CUNHA, M. C. C.; SANTOS, D. M. SILVA. **Aeromonas spp. NA ÁGUA E COMEDOUROS DE *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) EM UMA PISCICULTURA NO SERTÃO DA BAHIA**. In: Henrique Ajuz Holzmann; Géssica Katalyne Bilcati. (Org.). Engenharias: qualidade, produtividade e inovação tecnológica 3. 3ed.: Atena Editora, 2024, v. 3, p. 96-105.

SIMPSON, S. **The blue food revolution: making aquaculture a sustainable food source**. Scientific American February, pp. 54-61. 2011.

SIQUEIRA, T. V. **Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável**. 2017.

SMITH, T. **Greening the Blue Revolution: How History Can Inform a Sustainable Aquaculture Movement**. Harvard Law School, University of Harvard, Boston. 2012.

SNA – Sociedade Nacional de Agricultura. **Doenças de animais aquáticos de importância para o brasil**: manual de identificação no campo. Instituto CNA. Brasília, 2018. Disponível em: <[https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/guia\\_-\\_doencas\\_de\\_animais\\_aquaticos.pdf](https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/guia_-_doencas_de_animais_aquaticos.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2024.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A.; SOUZA, L. B. **Qualidade microbiológica de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o armazenamento em gelo**. Ciênc Rural, v.44, n.12, p.2273-2278, dez, 2014.

SOUSA, F.C.; SOARES, J. L. F. **Análise da qualidade da água de uma piscicultura tradicional da comunidade do guajará no município de Cametá –PA**. Brazilian Journal of Development, v.6, n.1, p.3964-3976, 2020. Disponível em: <https://brazilian-journals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/16076>. Acesso em: 06 jan. 2021.

SOUZA, A. L. M.; CALIXTO, F. A. A; MESQUITA, E. F. M.; PACKNESS, M. P.; AZE-REDO, D. P. **Histamina e rastreamento de pescado: revisão de literatura**. Arq. Inst. Biol, v.82, p.1-11. 2015.

SOUZA, J. A.; SILVA-SOUZA, A. T. **Bacterial community associated with fish and water from Congonhas river, Sertaneja, Paraná, Brazil.** Brazilian Archives of Biology and Technology. V.44, n. 4, p. 373-381, 2001.

SOUZA, N. B.; DANTAS, P. H. L.; SILVA, E. D. S.; CAMPOS, P. K. A. L.; CUNHA, M. C. C.; SANTOS, D. M. S. **Quantificação de fungos filamentosos isolados de comedouros de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) no sertão da Bahia.** V.5, n18, p. 108-119, 2023.

SOUZA, R. M.; SANTANA, F. A.; GARGANTINI, O. F. **Produção de tilápia em tanque-rede.** Revista Alomorfia, v.5, n.1, 266-273, 2021.

TALLMAN, H. E. BENEDICTO, M. **São Francisco o rio que resiste.** Retratos a Revista do IBGE. n.13 ,p. 1-28, 2018.

TAVARES, A. B.; CERESER, N. D.; TIMM, C. D. **Ocorrência de *Aeromonas* spp. em alimentos de origem animal e sua importância em saúde pública.** Arquivos do Instituto Biológico, v.82, p.1-8, 2015.

TAVARES-DIAS, M.; SILVA, C. A.; CORRÊA, R. O.; MARTINS-JUNIOR, H.; HIOSHIOKA, E. T. O.; ARAÚJO, J. C.; RODRIGUES, L. A.; FOGAÇA, F. H. S. **Boas práticas para a produção de tambaqui em tanques-rede: da implantação à despesca.** Comunicado Técnico 152. 1ª Ed. Macapá-AP, EMBRAPA, 2018.

TOLEDO, L. M.; SOUZA, E. R. **Transposição das águas do Rio São Francisco, situação de saúde e segurança pública: expedição científica da Fiocruz à área de abrangência das obras do empreendimento.** Rio de Janeiro: ENSP/ FIOCRUZ, p.109, 2015.

ÜNVER, B.; BAKICI, M. Z. **Motile aeromonad septicemia (MAS) at *Cyprinus carpio* L.,1758 (Actinopterygii: Cyprinidae) in lake Tödürge (Sivas/Turkey).** Arq. Bras. Med.Vet. Zootec., v.73, n. 02, p. 320-326, 2021.

VALENTI, W. C.; BARROS, H. C.; VALENTI, P. C.; BUENO, G. C.; CAVALLI, R. O. **Aquaculture in Brazil: past, present and future.** Aquaculture Reports,19. 2021.

VERACALDERÓN, L. E.; FERREIRA, A. C. **Estudo da economia de escala na piscicultura em tanque-rede, no estado de São Paulo.** Informações Econômicas, v. 34, n. 1, p. 7-17, 2004.

WHILEY, R. A.; HARDIE, J. M. ***Streptococcus*.** Em: Archaea and Bacteria. [s.l.] John Wiley & Sons, Ltd, 2015. p.1 86. DOI: 10.1002/9781118960608.gbm00612.

WIRZ, M. V. M. A.; SILVA, A. L. **Desempenho produtivo da tilápia tailandesa, *Oreochromis niloticus*, estocada em diferentes quantidades de tanques-rede instalados em viveiros povoados com a mesma espécie.** Boletim do Instituto de Pesca, v.33, n.1, p.53-62, 2018.

WU, S. Y. **New bacterial disease of tilapia.** FAO Fish Culture Bulletin, v. 23, p. 340. 1970.

ZAMRI-SAAD, M., AMAL, M. N. A.; SITI-ZAHRAH, A; ZULKAFI, A. R. **Control and Prevention of Streptococcosis in Cultured Tilapia in Malaysia: A Review.** Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science, v. 37, n. 4, 2014.

ZANOLO, R. **Como usar antibiótico para peixe? Conheça suas boas práticas de utilização na tilapicultura.** 2022. Disponível em:<<https://www.universodasaudeanimal.com.br/aquicultura/como-usar-antibiotico-para-peixe-conheca-suas-boas-praticas-de-utilizacao-na-tilapicultura/>>. Acesso em: 19 mar. 2024.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. **Tilapicultura intensiva.** In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALLOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo:Tec Art, p. 249-254. 2004.

**APÊNDICE A** – Artigo publicado intitulado “*Aeromonas spp.* na água e comedouros de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) em uma piscicultura no sertão da Bahia” publicado no livro *Engenharias: qualidade, produtividade e inovação tecnológica 3*.

**DOI:** <https://doi.org/10.22533/at.ed.061241101>

**ISBN:** 978-65-258-2106-1

**ANO:** 2024

**EDITORA:** Atena

## CAPÍTULO 10

KAPER`S, respectivamente. Foi detectada a presença da bactéria *Aeromonas* spp. na água e nos comedouros em todos os meses investigados. A água e comedouros investigados podem configurar-se como agentes de contaminação bacteriana por *Aeromonas* spp., podendo proporcionar riscos de um eventual surto de aeromoniose, quando relacionado com o manejo sanitário inadequado da piscicultura. A realização de trabalhos sobre esse microrganismo torna-se relevante devido ao pouco conhecimento sobre sua presença nos ecossistemas aquáticos na região da caatinga. Assim, baseado nos métodos profiláticos de manejo sanitário em pisciculturas faz-se necessário a higienização dos comedouros em um tempo inferior a 25 dias de cultivo ou quando estiverem com biofilme aparente, sendo uma forma preventiva a saúde animal e humana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tanques-rede; tilapicultura; patologia; sanidade.

### *Aeromonas* spp. IN THE WATER AND FEEDERS OF *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) IN A FISH FARM IN THE BACKLANDS OF BAHIA

**ABSTRACT:** Diseases caused by bacteria of the *Aeromonas* genus are frequently found in farmed *Oreochromis niloticus*, which can cause epidemic outbreaks and high mortality in fish farming. Therefore, the aim of this study was to investigate the presence of *Aeromonas* spp. in the water and feeder of a net-tank fish farm located in the backlands of Bahia, Brazil. Samples were taken from January to April 2023. The water samples were collected using sterilized borosilicate bottles and the feeder samples were taken from the mesh of the feeders 25 days after immersion in the net tanks. Aliquots of 100µL of the samples were inoculated into sterile Petri dishes containing GSP Agar, MIAB and KAPER`S culture media. The plates were incubated in a bacteriological incubator at 35°C for 72 hours, 35°C for 48 hours and 24°C for 24 to 48 hours for the GSP Agar, MIAB and KAPER`S media, respectively. The presence of the bacterium *Aeromonas* spp. was detected in the water and feeders in all the months investigated. The water and feeders investigated may be agents of bacterial contamination by *Aeromonas* spp. and may pose a risk of a possible outbreak of aeromoniasis, when related to inadequate sanitary management of the fish farm. Research into this microorganism is relevant due to the lack of knowledge about its presence in aquatic ecosystems in the caatinga region. Thus, based on the prophylactic methods of sanitary management in fish farms, it is necessary to sanitize the feeders in less than 25 days of cultivation or when they have apparent biofilm, as a preventive measure for animal and human health.

**KEYWORDS:** Net cage; tilapia culture; disease; sanity.

## INTRODUÇÃO

O cultivo de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), tilápia do Nilo, é um dos setores da piscicultura de detém maior destaque na aquicultura mundial, onde o Brasil aparece como o quarto país de maior produção de tilápia (ROMANZINI e COSTA, 2023). No Brasil, a região do submédio do rio São Francisco, localizada no sertão do estado da Bahia, foi responsável pela maior produção de tilápia do Nilo durante o ano de 2018 (BARROSO, et al., 2018; PEDROSA-FILHO et al., 2020).

A região do submédio do rio São Francisco, destaca-se dos demais grandes polos

de produção de tilápia, pela peculiaridade de estar inserida no sertão da Bahia, que apresenta temperatura uniforme durante todo o ano, desenvolvendo especificamente o cultivo de *Oreochromis niloticus*, linhagem Chitralada (SOARES et al., 2007). A região está inserida no bioma Caatinga, de clima BSh árido quente, segundo a classificação de Kopper (PELL, et al., 2007). Segundo Souza et al. (2023) e Soares et al., (2007), as condições climatológicas, característicos do sertão bahiano, são favoráveis ao desenvolvimento zootécnico de tilápia do Nilo em cultivos de tanques-rede. Porém, a água das pisciculturas, da região do submédio do rio São Francisco, pode acarretar proliferação microbiana e possíveis patologias ao pescado (DANTAS et al., 2021b).

O cultivo de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), em tanques-rede, é uma atividade aquícola de elevada produção e ganhos zootécnicos. A tilapicultura em sistemas de cultivo do tipo tanques-rede surge como uma resposta para atender a demanda pelo aumento da produção piscícola, principalmente nas regiões do submédio e baixo São Francisco. Tanques-rede são estruturas flutuantes utilizadas para a criação de peixes, sendo uma alternativa para aproveitamento de corpos d'água inexplorados. Podem ser confeccionadas de diversos materiais e tamanhos de malhas, a fim de permitir a passagem de fluxo de água e dos dejetos dos peixes, o que facilita a remoção de dejetos do plantel e auxilia na qualidade da água (ROMANZINI e COSTA, 2023; SANDOVAL-JUNIOR et al., 2019; SOARES et al., 2007).

Os comedouros desempenham um papel fundamental na alimentação dos peixes. Constitui-se de estruturas acopladas aos tanques-rede, instaladas dentro e junto as laterais dos tanques-rede, localizadas até 40cm abaixo e 20cm acima do nível da água. O uso de comedouros, em sistemas de cultivo do tipo tanques-rede, é importante para evitar que a ração ofertada durante o manejo alimentar não saia dos tanques devido a correnteza local, prevenindo a perda de alimentos (TAVARES-DIAS et al. 2018).

Os comedouros, que compõem os tanques-rede, possuem uma abertura de malha reduzida, o que favorece a colmatação de biofilme microbiano em sua estrutura, tornando o ambiente propício ao desenvolvimento de bactérias e fungos (DANTAS et al., 2021a; DANTAS et al., 2021b).

A água, quando contaminada, torna-se um dos principais meios de contaminação, *in situ*, de alimentos de origem pesqueira. A água da piscicultura de cultivo de *Oreochromis niloticus*, do reservatório Moxotó, Bahia, região submédio do rio São Francisco, pode gerar um comprometimento para a piscicultura, devido a proliferação microbiana principalmente no período chuvoso (DANTAS et al., 2021b).

*Aeromonas* spp. são patógenos oportunistas em anfíbios, répteis, aves, peixes, e seres humanos, sendo considerada um agente etiológico primário ou secundário no estabelecimento de infecções, conhecida como aeromoniose (KIM, et al., 2019; MOLERO et al. 2011; THOMAS et al., 2013).

Aeromoniose é a infecção mais comum no mundo a peixes cultivados (KIM, et al.,

2018). É causada por bactérias do gênero *Aeromonas* e encontradas em *Oreochromis niloticus* de cultivo, estando presentes na região do submédio do rio São Francisco, margem pernambucana, nos municípios de Jatobá e Petrolândia (KIM, et al., 2019). Porém, não há registros para os peixes de cultivo nas margens baianas.

O pescado com sinais clínicos de aeromoniose, são caracterizados por lesões de pele caracterizadas por áreas despigmentadas ou ulceradas, exoftalmia, ascite, petéquias viscerais, hepatomegalia, esplenomegalia, aumento de volume renal, rins friáveis e hemorragia na parede interna da cavidade abdominal (KIM, et al., 2019).

Apesar do sucesso da criação de tilápias estar relacionado as suas características fisiológicas, de alta rusticidade, incluindo resistência às doenças infecciosas comparada a outras espécies, uma gama de agentes etiológicos com potencial patogênico pode infectá-las, incluindo *Aeromonas hydrophila* ou *Aeromonas* spp. (KIM, et al., 2019; KIM, et al., 2018; SEBASTIÃO et al., 2015).

O gênero *Aeromonas* pode ser um agente de patologias ao cultivo de tilápia e pode representar perdas à produção do pescado de cultivo. Entretanto, ocorrência de estirpes desse grupo de bactéria tem sido pouco estudada em sistemas de pisciculturas, principalmente na região da caatinga. Bactérias do gênero *Aeromonas* podem representar um problema ao cultivo de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758), tilápia do Nilo, sendo necessário um maior conhecimento a respeito de sua presença e distribuição, pois, a constatação de sua frequência de ocorrência poderá fornecer subsídios para estudos epidemiológicos envolvendo o pescado. Assim, este trabalho objetivou investigar a presença de *Aeromonas* spp. na água e comedouro de uma piscicultura do tipo tanques-rede no reservatório Moxotó, localizado no sertão bahiano.

## METODOLOGIA

### Coleta e caracterização da área da piscicultura

As coletas foram realizadas nos meses de janeiro a abril de 2023 em uma piscicultura de cultivo de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758), tilápia do Nilo, localizada na região semiárida, no sub-médio do Rio São Francisco, no reservatório do Moxotó, no município de Glória-BA, entre a latitude: -09° 20' 17" S, longitude: -38° 15' 17" W e altitude de 243m (Figura 1). A região apresenta clima BSh, árido quente, segundo a classificação de Köppen (PELL, et al., 2007).

### Coleta de amostra de água e comedouro

Foram coletadas três amostras de água por coleta, em triplicata, a jusante, na piscicultura investigada. As amostras de água destinadas à análise qualitativa da composição da comunidade microbiana foram coletadas na superfície, em profundidade de

até 10cm, com auxílio de frascos de borosilicato de boca larga de 500mL de capacidade.

Foram coletadas dez amostras de comedouros com 25 dias de imersão nos tanques-rede por raspagem de um quadrante de 20 x 20cm do biofilme crescido na malha do comedouro com auxílio de uma escova de cerdas rígidas e acondicionadas em frascos de borosilicato, previamente esterilizados, com capacidade de 500mL. Após as coletas, as amostras foram conduzidas, em caixas isotérmicas resfriadas, ao Laboratório de Microbiologia e Planctologia (LAMIPLAN) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), para posterior análise.

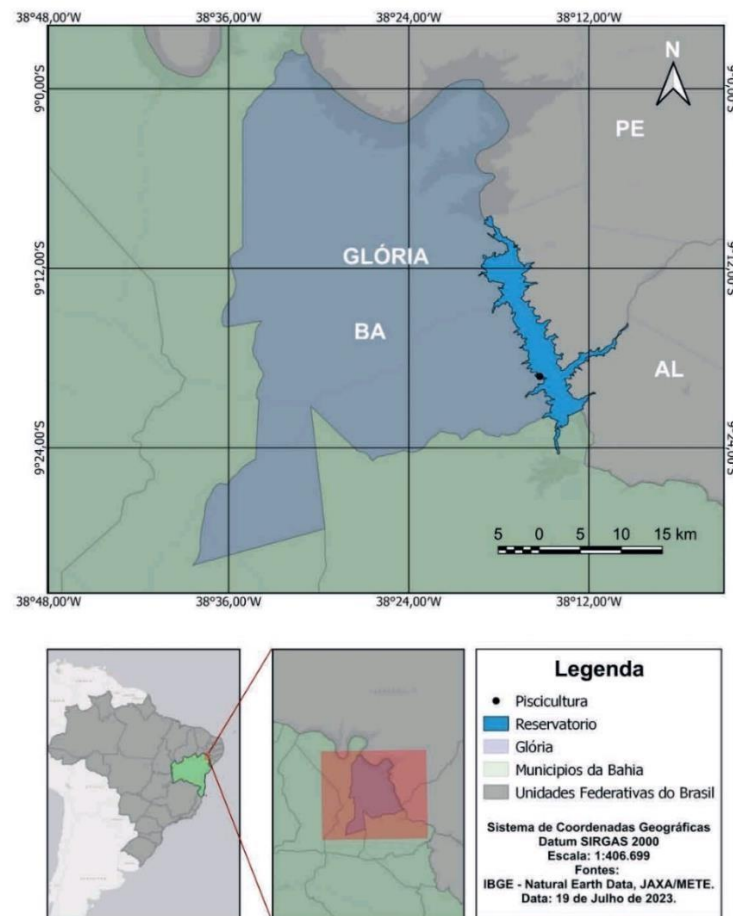


Figura 1: Mapa da localização geográfica do reservatório Moxotó, submédio do rio São Francisco, Brasil.

Fonte: SOUZA et al., 2023

### Isolamento e Caracterização de *Aeromonas* spp.

No laboratório, foi utilizado 100µL das amostras de água e biofilme do comedouro para ambos os nichos em cada placa, totalizando três repetições. As amostras foram semeadas com o auxílio da alça de Drigalski em placas de Petri estéreis contendo o meio de cultura GSP Ágar (Pseudomonas Aeromonas Selective Agar Base). Em seguida as placas foram incubadas em estufa bacteriológicas a 35°C durante 72 horas. Foram selecionadas colônias bacterianas com características do táxon investigado, colônias amarelas com halo amarelo ao redor da colônia. As colônias selecionadas foram inoculadas em placas de Petri contendo o meio MIAB (Meio de Isolamento Aeromonas Base), para caracterização de *Aeromonas hydrophila* e incubadas em estufas bacteriológicas a 35°C durante o período de 48 horas e meio KAPER'S Medium para confirmação do táxon *Aeromonas hydrophila*; os tubos contendo meio KAPER'S foram incubadas em estufas bacteriológicas a 24°C durante 24 a 48 horas.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi detectada a presença de *Aeromonas* spp. para todas as amostras avaliadas na água e nos comedouros. O gênero *Aeromonas* é um táxon patogênico emergente em peixes, associado a mortalidade massiva de peixes de água doce cultivados, sendo relatada a mortalidade de tilápia do Nilo por infecções provocadas por *Aeromonas* spp. (ASSANE et al., (2021).

A piscicultura investigada neste estudo está inserida na região do submédio do rio São Francisco, sertão da Bahia, bioma Caatinga, de clima árido quente. Essa região é caracterizada pelos baixos índices pluviométricos e elevadas temperaturas do ar e da água. As coletas foram realizadas durante os meses de janeiro a abril, períodos mais quentes do ano para a região.

A temperatura do ar, durante o mês de janeiro, em uma piscicultura localizada na região do submédio do rio São Francisco, chegou ao marco de 43,8°C; enquanto a temperatura da água, para a mesma região, chegou a 31,0°C durante o mês de março (CARDOSO et al., 2017). Essas temperaturas são favoráveis ao desenvolvimento de *Aeromonas* spp. Desta forma, a temperatura do ar e da água podem estar exercendo influência sob o desenvolvimento do gênero *Aeromonas* nos ambientes da piscicultura investigada. Assim, o clima semiárido no Sertão Baiano está favorável à multiplicação do gênero *Aeromonas*, quando considerado as temperaturas da região que permanecem elevadas durante todo o ano.

Sousa e Silva-Sousa (2001) ao investigar a água do rio Congonhas, no sudeste do Brasil, verificaram que o gênero *Aeromonas* foi abundante quando a temperatura da água foi mais elevada. O referido relato corrobora com a hipótese de que ambiente com maior temperatura da água possam ser mais favoráveis ao desenvolvimento do gênero

### *Aeromonas*.

Foi detectada a presença de *Aeromonas* spp. em todos os comedouros, de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758), tilápia do Nilo, em todos os meses investigados. Foi evidenciado que os comedouros, da tilapicultura investigada, com 25 dias de imersão nos tanques-rede, estavam colmatados com detritos e um biofilme, aparentemente formado por algas, fungos e bactérias, além de matéria orgânica amorfa que pode ter sido oriunda das fezes animais e/ou de agregados carreados pelo leito do rio São Francisco.

Para o presente trabalho, o gênero *Aeromonas* esteve presente em comedouros colmatados que apresentavam agregados de biofilme microbiano e matéria orgânica amorfa. Fato que corrobora com o descrito por Dantas et al. (2021a) que relata que o acúmulo de nutrientes em comedouros, pode contribuir para a formação de biofilme nos comedouros dos tanques-rede e facilitar a multiplicação de microrganismos potencialmente patogênicos no nicho investigado.

A detecção de *Aeromonas* spp. em todos os meses investigados pode inferir que a exposição dos comedouros, a 25 dias de imersão nos tanque-rede, propicia a proliferação de *Aeromonas* spp. haja vista a acumulação de matéria orgânica no local. Este cenário aumenta a susceptibilidade de patogenias ao pescado, sendo necessário o monitoramento do tempo em que estas estruturas estão submersas, evitando o acúmulo de biofilme aparente.

A presença de *Aeromonas* spp. em *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo, pode acarretar problemas epidemiológicos ao cultivo da tilápia, uma vez que, o fator de virulência da aerolisina, enterotoxina citolítica, que conduz a morte celular por perda da permeabilidade seletiva, é encontrado em mais de 80% dos peixes doentes, em amostras de DNA plasmidial em diferentes espécies de *Aeromonas* (KIM, et al., 2018).

KIM, et al. (2019), ao investigarem amostras de água e peixes vivos e mortos, em uma piscicultura da margem pernambucana da região do submédio do rio São Francisco, relataram que os genes de virulência mais frequentes para infecções de *Aeromonas* na região, foram: enterotoxina citotóxica e aerolisina para amostras de água e pescado. Na água, houve presença de espécies de *Aeromonas* com predominância de genes para enterotoxina citotóxica, em 80% das amostras de água investigadas. Os autores relatam que tais resultados são preocupantes, pois, demonstra o elevado potencial de patogênico de espécies de *Aeromonas*, potencialmente causadoras de aeromoniose nos cultivos em tanques-rede nos municípios de Jatobá e Petrolândia, no sertão do estado de Pernambuco, Brasil.

Dantas et al., (2021b) comenta que a presença dos resíduos gerados, constituídos pela oferta de alimentos não ingeridos pelo pescado, podem ficar aderidos nas malhas dos comedouros de tilápia do Nilo, podem se tornar um meio favorável para o aparecimento de patógenos.

Souza et al., 2023 observaram que elevadas densidades de peixes em tanques-

rede podem resultar no acúmulo de nutrientes nas malhas dos comedouros, que pode potencializar a proliferação do biofilme microbiano, criando um ambiente propício para a ocorrência de patógenos. Logo, o constante fluxo de água se faz necessário, além da qualidade da água em que os peixes estão sendo cultivados, pois a confirmação de *Aeromonas* spp. neste estudo no período explorado, expõe a importância da verificação do estado da água, que quando contaminada, pode causar problemas aos peixes devidos o contato direto, além de se tornar um perigo de saúde pública.

A tilapicultura em tanques-rede é uma atividade financeiramente atrativa e de importância socioeconômica estabelecida. Porém, requer a adoção de práticas preventivas para evitar problemas ao cultivo. O estresse, as altas densidade de estocagem e a nutrição animal são elementos importantes a serem considerados para minimizar efeitos negativos ao sistema de cultivo. Portanto, danos a sanidade das tilápias cultivadas em tanques-rede podem ter causas múltiplas, sendo que o manipulador deve estar apto a identificar possíveis distúrbios e/ou interferências para evitar o sofrimento animal e mortalidade do plantel (ROMANZINI e COSTA, 2023).

A qualificação profissional é um fator importante para que seja possível evitar e/ou mitigar danos ao cultivo de *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo, e promover garantias de bem-estar animal e à saúde do trabalhador. Assim, é percebido que a água e comedouros investigados podem acarretar surtos aeromoniose provocados por *Aeromonas* spp., caso o manejo sanitário da piscicultura seja inadequado. Desta forma, é necessário a higienização dos comedouros em tempos inferiores a 25 dias de imersão nos tanques-rede e a implementação adequada de um plano de monitoramento da balneabilidade dos recursos hídricos do reservatório Moxotó-BA.

É recomendado que os trabalhadores da piscicultura façam uso de equipamentos de proteção individual (EPI), para o manejo sanitário e manutenção dos comedouros e tanques-rede. A realização de trabalhos sobre *Aeromonas* spp. torna-se relevante devido ao pouco conhecimento sobre sua presença nos ecossistemas aquáticos da região da caatinga, além de que a sua detecção prévia na água e comedouros é uma informação útil e preditiva para dinâmica de patologias presentes em pisciculturas intensivas.

## CONCLUSÃO

A água e comedouros investigados podem configurar-se como agentes de contaminação bacteriana por *Aeromonas* spp., podendo proporcionar riscos de um eventual surto de aeromoniose, quando relacionado com o manejo sanitário inadequado da piscicultura.

Evidencia-se a atenção para a necessidade da higienização dos comedouros em tempos inferiores a 25 dias de imersão nos tanques-rede e a implementação adequada de um plano de monitoramento da balneabilidade dos recursos hídricos do reservatório

Moxotó-BA.

É indicado que os trabalhadores da piscicultura façam uso de equipamentos de proteção individual (EPI), para o manejo sanitário e manutenção dos comedouros e tanques-rede. Assim, a realização de trabalhos sobre esse microrganismo torna-se relevante devido ao pouco conhecimento sobre sua presença nos ecossistemas aquáticos da região da caatinga, além de que a sua detecção em água e comedouro é uma informação útil e preditiva para dinâmica de patologias presentes em pisciculturas intensivas.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado da Bahia pela concessão das bolsas de Iniciação Científica, PICIN/UNEB; aos gestores da piscicultura investigada pela oportunidade de realização do presente estudo; ao Núcleo de Pesquisas em Ecossistemas Aquáticos (NUPEA) pelo apoio e incentivo acadêmico.

## REFERÊNCIAS

- ASSANE, I., SOUSA, E.L.; VALLADÃO, G.M.R.; TAMASHIRO, G.D.; CRISCOULO-URBINATI, E.; HASHIMOTO, D. T.; PILARSKI, F. **Phenotypic and genotypic characterization of *Aeromonas jandaei* involved in mass mortalities of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) in Brazil.** *Aquaculture*, v.541, p.736848, 2021.
- BARROSO, R. M.; MUÑOZ, A. E. P.; TAHIM, E. F.; WEBBER, D. C.; ALBUQUERQUE FILHO, A. C.; PEDROZA FILHO, M. X.; TENÓRIO, R. A.; CARMO, F. J. DO; BARRETO, L. E. G. DE S.; MUEHLMANN, L. D.; SILVA, F. M.; HEIN, G. **Diagnóstico da cadeia de valor da tilapicultura no Brasil.** Embrapa, 2018.
- CARDOSO, A. S.; SILVA, G. M. N.; MARQUES, E. A. T.; ASSIS, J. M. O.; OLIVEIRA, C. R.; PINHEIRO, A. F.; SOBRAL, M. C. M.; CASÊ, M. C. C. **Ferramentas de avaliação de impactos da piscicultura na qualidade da água: estudo de caso em reservatório no submédio São Francisco.** In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis. Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017.
- DANTAS, P, H, L.; SOUZA, N. B.; PASSOS, K. A.; OLIVEIRA, J. H.; CUNHA, M. C. C.; SANTOS, D. M. S. **Fungos filamentosos em comedouros, água e ração de uma piscicultura de cultivo de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), no reservatório Moxotó-BA, submédio do rio São Francisco.** In: VALENÇA, A. R.; SANTOS, P. R.; GUZELLA, R. *Pesquisas e Aquicultura: Desenvolvimento Tecnológico Sustentável.* 1ªEd. Editora UFSC, v. 1, p. 108-123, 2021a.
- DANTAS, P, H, L.; SOUZA, N. B.; VIEIRA, A. B. S.; OLIVEIRA, J. H.; PASSOS, K. A.; SANTOS, D. M. S. **Deteção de *Streptococcus* spp. em comedouros de cultivo de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) no reservatório Moxotó-BA, submédio do rio São Francisco.** In: CORDEIRA, C. A. M.; SAMPAIO, D. S.; HOLANDA, F. C. A. F. *Engenharia de Pesca: aspectos teóricos e práticos.*, v. 2., n.5, p. 76 -84, 2021b.

- KIM, F. J. P.; SILVA, A. E. M.; SILVA, R. V. S.; KIM, P. C. P.; ACOSTA, A. C.; SILVA, S. M. B. C.; SENA, M. J.; MOTA, R. A. **Elevada frequência de *Aeromonas* spp. e genes de virulência em cultivos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede, na região semiárida de Pernambuco, Brasil.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. 71, n. 5, p.1609-1615, 2019.
- KIM, F. J. P.; SILVA, A. E. M.; SILVA, R. V. S.; KIM, P. C. P.; ACOSTA, A. C.; SILVA, S. M. B. C.; SENA, M. J.; SENA, M. J.; MOTA, R. A. **Detecção de *Aeromonas* spp. e do gene de virulência aerolisina em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com a técnica de mPCR.** Brazilian Journal of Veterinary Research. V. 38, n. 9, p. 1731-1735, 2018.
- MOLERO, R.; WILHELMS, M.; INFANZON, B.; TOMAS, J.M.; MERINO, S. ***Aeromonas hydrophila* motY is essential for polar flagellum function, requires coordinate expression of motX and Pom proteins.** Microbiology 157, 2772–2784,2011.
- PEDROSA-FILHO, M. X.; RIBEIRO, V. S.; ROCHA, H. S.; UMMUS, M. E.; VALE, T. M. **Caracterização da cadeia produtiva da tilápia nos principais polos de produção do Brasil.** Palmas, TO: IN: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2020.
- PELL, M. C., FINLAYSON, B. L., MCMAHON, T. A. **Updated world map of the Koppen Geiger climate classification.** Hydrology and Earth System Sciences. v. 11, p. 1633- 1644, 2007.
- ROMANZINI, G. B.; COSTA, C. P. **Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em tanques-rede: uma revisão de literatura.** Revista JRG de Estudos Acadêmicos. V. 4, n. 13, p. 783-797, 2023.
- SANDOVAL-JUNIOR, P. S.; TROMBETA, T. D.; MATTOS, B. O.; SALLUN, W. B.; SOUZA, M. R. G. **Manual de Criação de Peixes em Tanque-Rede.** 2. ed. Brasília: CODEVASF, 2019.
- SEBASTIÃO, F.A.; FURLAN, L.R.; HASHIMOTO, D.T. **Identification of bacterial fish pathogens in Brazil by direct colony PCR and 16S rRNA gene sequencing.** Adv. Microbiol., v.5, p.409-424, 2015.
- SOARES, M. C. F.; LOPES, J. P.; BELLINI, R.; MENEZES, D. Q. **A piscicultura no rio São Francisco: É possível conciliar o uso múltiplo dos reservatórios?** Revista Brasileira de Engenharia de Pesca. V. 2, n. 2, p.69-83, 2007.
- SOUZA, N. B.; DANTAS, P. H. L.; SILVA, E. D. S.; CAMPOS, P. K. A. L.; CUNHA, M. C. C.; SANTOS, D. M. S. **Quantificação de fungos filamentosos isolados de comedouros de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) no sertão da Bahia.** V.5, n18, p. 108-119, 2023.
- SOUZA, J. A.; SILVA-SOUZA, A. T. **Bacterial community associated with fish and water from Congonhas river, Sertaneja, Paraná, Brazil.** Brazilian Archives of Biology and Technology. V.44, n. 4, p. 373-381, 2001.
- TAVARES-DIAS, M.; SILVA, C. A.; CORRÊA, R. O.; MARTINS-JUNIOR, H.; HIOSHIOKA, E. T. O.; ARAÚJO, J. C.; RODRIGUES, L. A.; FOGAÇA, F. H. S. **Boas práticas para a produção de tambaqui em tanques-rede: da implantação à despesca.** Comunicado Técnico 152. 1ª Ed. Macapá-AP, EMBRAPA, 2018.
- THOMAS, J.; JEROBIN, J.; SAMUEL JEBA SEELAN, T.; THANIGAIVEL, S.; VIJAYAKUMAR, S. **Studies on pathogenicity of *Aeromonas salmonicida* in catfish *Clarias batrachus* and control measures by neem nanoemulsion.** Aquaculture, v. 396–399, p.71–75, 2013.

**APÊNDICE B:** Artigo a ser submetido à Revista de Gestão Social e Ambiental – MULTIDISCIPLINARE Estrato Qualis Capes 2017-2020:A3 e-ISSN: 1981-982X DOI: 10.24857



**Fonte:** Revista de Gestão Social e Ambiental

*Aeromonas* spp. E *Streptococcus* spp. EM ÁGUA E COMEDOUROS DE UMA PISCICULTURA, TIPO TANQUES-REDE, EM UM RESERVATÓRIO NO SEMIÁRIDO

Estephany Dayane Sousa Silva<sup>1</sup>  
Thaila Pereira Andrade<sup>2</sup>  
Paloma Ketley Andrade Lins Campos<sup>3</sup>  
Maristela Casé Costa Cunha<sup>4</sup>  
Danilo Mamede da Silva Santos<sup>5</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Bactérias dos gêneros *Aeromonas* e *Streptococcus* podem ser agentes de patologias ao cultivo de tilápia, além de apresentarem possíveis riscos para a saúde pública. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo detectar a presença de bactérias *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. em água e comedouros de uma piscicultura, tipo tanques-rede, em um reservatório, localizado no bioma caatinga, região do semiárido brasileiro.

**Método:** Foram coletadas amostras de água e comedouros em uma piscicultura de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). As coletas para *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. foram realizadas mensalmente durante os meses de Outubro de 2022 a Julho de 2023 e Junho de 2023 a Maio de 2024, respectivamente. Foi utilizado o método de plaqueamento em GSP Ágar, MIAB e KAPER'S Medium para *Aeromonas* spp. e Ágar Azida Sangue para *Streptococcus* spp.

**Resultados e Conclusão:** A água e os comedouros podem ser vetores de risco ao plantel. Sendo assim, para impulsionar a atividade de piscicultura é necessário aperfeiçoar as técnicas de produção no que se diz respeito às áreas de manejo e sanidade dos peixes mediante bactérias potencialmente patogênica, principalmente na região do semiárido brasileiro que tem sido pouco estudada.

**Originalidade/valor:** Os estudos sobre bactérias potencialmente patogênicas no semiárido brasileiro, especificamente na região da caatinga, ainda são pouco estudados. A constatação prévia da ocorrência de agentes patogênicos poderá fornecer subsídios para estudos epidemiológicos envolvendo o pescado, sendo uma informação útil e preditiva na dinâmica de patologias presentes em pisciculturas. Portanto, este trabalho se destaca por disponibilizar dados relevantes, contribuindo significativamente para o conhecimento científico dessa região.

**Palavras-chave:** Bacteriose, Sanidade, Tilapicultura, Rio São Francisco.

---

<sup>1</sup>Universidade do Estado da Bahia-UNEB, Paulo Afonso, Bahia, Brasil Email: dayaneestephany8@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0874-5389>

<sup>2</sup>Universidade do Estado da Bahia-UNEB, Paulo Afonso, Bahia, Brasil Email: palomaandradelins@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0423-8416>

<sup>3</sup>Universidade do Estado da Bahia-UNEB, Paulo Afonso, Bahia, Brasil Email: tayandrade201.ta@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6329-1726>

<sup>4</sup>Universidade do Estado da Bahia-UNEB, Paulo Afonso, Bahia, Brasil Email: mccunha@uneb.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9935-7912>

<sup>5</sup>Universidade do Estado da Bahia-UNEB, Paulo Afonso, Bahia, Brasil Email: dmamede@uneb.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0445-6622>

## *Aeromonas* spp. AND *Streptococcus* spp. IN THE WATER AND FEEDERS OF A NET-TANK POOL FARM IN A SEMIARID RESERVOIR

### ABSTRACT

**Objective:** Bacteria of the *Aeromonas* and *Streptococcus* genera can be pathogenic agents in tilapia farming, as well as posing possible risks to public health. With this in mind, this study aimed to detect the presence of *Aeromonas* spp. and *Streptococcus* spp. bacteria in the water and feeders of a tank-net type fish farm in a reservoir located in the caatinga biome in the semi-arid region of Brazil.

**Method:** Water and feeder samples were collected from an *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) fish farm. Samples for *Aeromonas* spp. and *Streptococcus* spp. were taken monthly from October 2022 to July 2023 and June 2023 to May 2024, respectively. The plating method used was GSP Agar, MIAB, and KAPER`S Medium for *Aeromonas* spp. and Azide Blood Agar for *Streptococcus* spp.

**Results and Conclusion:** Water and feeders can be vectors of risk to the stock. Therefore, in order to boost fish farming, it is necessary to improve production techniques in the areas of fish management and sanitation against potentially pathogenic bacteria, especially in the Brazilian semi-arid region, which has been little studied.

**Originality/value:** Studies on potentially pathogenic bacteria in the Brazilian semi-arid region, specifically the Caatinga region, are still poorly studied. Preliminary evidence of the occurrence of pathogens could provide subsidies for epidemiological studies involving fish and is useful and predictive information on the dynamics of pathologies present in fish farms. Therefore, this work stands out for providing relevant data and significantly contributing to scientific knowledge in this region.

**Keywords:** Bacteriosis, Health, Tilapiculture, São Francisco River.

## *Aeromonas* spp. y *Streptococcus* spp. EN EL AGUA Y LAS INUNDACIONES DE UNA PISCINA CON TANQUES Y REDES EN UNA RESERVA SEMIÁRIDA

### RESUMEN

**Objetivo:** Las bacterias de los géneros *Aeromonas* y *Streptococcus* pueden ser agentes de patologías en la cría de tilapia, además de suponer posibles riesgos para la salud pública. El objetivo de este estudio fue detectar la presencia de bacterias *Aeromonas* spp. y *Streptococcus* spp. en el agua y los comederos de una piscifactoría de tipo tanque-red en un embalse situado en el bioma de la caatinga, en la región semiárida de Brasil.

**Método:** Se recogieron muestras de agua y piensos de una piscifactoría de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Las muestras para *Aeromonas* spp. y *Streptococcus* spp. se tomaron mensualmente de octubre de 2022 a julio de 2023 y de junio de 2023 a mayo de 2024, respectivamente. Se utilizaron los medios GSP Agar, MIAB y KAPER`S para *Aeromonas* spp. y Azide Blood Agar para *Streptococcus* spp.

**Resultados y Conclusión:** El agua y los comederos pueden ser vectores de riesgo para la población. Por lo tanto, para impulsar la piscicultura, es necesario mejorar las técnicas de producción en las áreas de manejo de peces y saneamiento contra bacterias potencialmente patógenas, especialmente en la región semiárida brasileña, poco estudiada.

**Originalidad/valor:** Los estudios sobre bacterias potencialmente patógenas en la región semiárida brasileña, específicamente en la región de la caatinga, son aún poco estudiados. La evidencia preliminar de la ocurrencia de patógenos podría proporcionar subsidios para los estudios epidemiológicos que involucran peces, ya que es una información útil y predictiva sobre la dinámica de las patologías presentes en las piscifactorías. Por lo tanto, este estudio se destaca por proporcionar datos relevantes, haciendo una contribución significativa al conocimiento científico en esta región.

**Palabras clave:** Bacteriosis, Salud, Tilapicultura, Río São Francisco.

## 1 INTRODUÇÃO

No terceiro milênio, a aquicultura apresentou um importante avanço produtivo, demonstrando seu essencialismo para a segurança alimentar e nutrição mundial, oferecendo alternativas fiáveis para a produção de proteínas de alta qualidade. (Abbas *et al.*, 2023; FAO, 2022). O avanço da tecnologia tem impulsionado essa prática possibilitando a expansão de operações e a implementação de práticas de cultivo mais eficiente e sustentável.

O Brasil é um país de dimensões continentais, contendo uma das maiores bacias hidrográficas do mundo, sendo classificado internacionalmente como um país com alto potencial para a piscicultura, devido ao seu extenso território e condições climáticas, cenário excepcional para desenvolvimento da atividade (Pavanelli *et al.*, 2008; Valenti *et al.*, 2021).

Em 2023 a produção global de tilápia cresceu 3% em relação a 2022, atingindo 6,7 milhões de toneladas e com esse resultado a espécie passou a representar 65,3% dentre o total de peixes nacionais de cultivo. O Brasil mantém a 4ª posição em nível mundial, com possibilidade de atingir 600 mil toneladas em 2024. (Peixe Br, 2024). Diversos fatores contribuem para o crescimento da tilápia no mercado interno, como a adaptação da espécie às condições ambientais locais, seu rápido crescimento, boa qualidade da carne e alto rendimento.

Na região do semiárido, especificamente na região do Reservatório Moxotó, Bahia, a cada ano se destaca pela expansão do setor da piscicultura no cultivo de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), tilápia do Nilo, linhagem Chitralada (Soares *et al.*, 2014). O semiárido nordestino compreende oito estados e corresponde a 11% do território nacional (Acosta Salvatierra, 2017), esta região está inserida no bioma caatinga, possui clima tropical quente e seco que se caracteriza por altas temperaturas e baixa pluviosidade (Freire, 2020; Pell *et al.*, 2007).

Entretanto, os comedouros instalados dentro e ao longo das laterais dos tanques-rede, apesar de desempenhar um papel primordial na alimentação dos peixes e na prevenção da perda de alimentos, evitando que a ração ofertada escape dos tanques, nota-se que os comedouros podem representar uma problemática devido ao material de sua composição, que consiste em malhas reduzidas, o que favorece a colmatação de biofilme microbiano em sua estrutura, tornando o ambiente propício para o desenvolvimento de bactérias e fungos (Dantas *et al.*, 2021a; Dantas *et al.*, 2021b; Tavares-Dias *et al.*, 2018).

As atividades humanas têm causado degradação dos ambientes aquáticos, provocando hipernutrição, causando mudanças na qualidade da água e mortalidade de peixes. A qualidade de água é de vital importância para a produção de peixes, pois esses organismos dependem da água para realizar todas as suas funções, ou seja: respirar, se alimentar, reproduzir e excretar. Para um bom desenvolvimento dos organismos aquáticos e uma produção economicamente viável, se faz necessário o monitoramento da água do cultivado, sendo uma das etapas principais que pode determinar o sucesso do cultivo (Alves de Oliveira, 2001).

A expansão da tilapicultura está constantemente sujeita a diversos riscos emergentes que ameaçam sua viabilidade, especialmente nos métodos de cultivo intensivo com altas densidades de estocagem. Nessas condições, os peixes enfrentam estresse e adversidades na qualidade da água, o que propicia o desenvolvimento de bactérias potencialmente patogênicas. Estas, por sua vez, apresentam características oportunistas e uma capacidade significativa de disseminação. Esses fatores combinados representam desafios, pois as enfermidades bacterianas são em sua grande maioria responsáveis por elevadas taxas de mortalidades em peixes e quando não ocasionam mortalidade, provoca lesões que inviabilizam sua comercialização, causando grandes prejuízos econômicos.

A grande frequência das bacterioses na produção aquícola foi destacada por Kubitzka (2005), no qual os gêneros *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp., foram mais frequentemente descritas em tilápias e responsável por perdas em sistemas de cultivo intensivo. Nesse contexto, aponta-se a lacuna de conhecimento nas áreas da Caatinga, no qual o acelerado crescimento na

produção de tilápia do Nilo carece de investigações abrangentes sobre as variadas estirpes bacterianas desses microrganismos que impactam diretamente a prática. Esta ausência de estudos específicos torna-se mais notória dada a singularidade do bioma, que apresenta características ambientais únicas, as quais podem influenciar a dinâmica desses microrganismos e suas interações com a produção de peixe de água doce.

Das espécies de *Aeromonas* identificadas, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria* e *Aeromonas caviae* são as mais importantes por serem um patógeno comum em ambientes aquáticos, que causam doenças não só em animais como também em humanos. (Bhowmick; Bhattacharjee, 2018; Leão *et al.*, 2020).

A *A. hydrophila* causa doenças oportunistas em peixes fracos como uma infecção secundária e já foram observadas em órgãos como o fígado, rim, brânquias, estômago e baço. Algumas manifestações clínicas de peixes infectados com *A. hydrophila* incluem úlceras cutâneas, arritmias, anorexia, exoftalmia e inchaço abdominal (Noga, 2010).

A incidência de *Aeromonas* spp., na aquicultura e noutros ambientes está relacionada com fatores de estresse, tais como alterações nas condições ambientais, oscilação de temperatura e manejo inadequado (Barcellos *et al.*, 2008). Silva *et al.* (2024), em seu estudo confirmou a incessante presença do gênero *Aeromonas* spp. em uma piscicultura situada no sertão da Bahia, região caracterizada pelos baixos índices pluviométricos e elevadas temperaturas do ar e da água, fatores que podem estar exercendo influência sob o desenvolvimento e multiplicação de *Aeromonas* spp., em ambientes de piscicultura.

*Streptococcus* spp. se tornou uma ameaça para os peixes em todo o mundo e inflige danos econômicos e preocupações de saúde pública (Iregui *et al.*, 2015). As principais bactérias que causam estreptococose em peixes incluem *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus difficile*, *Streptococcus difficilis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus iniae*, e *Streptococcus shiloi* (Lannes-Costa, 2021).

Os sinais clínicos da doença dependem das espécies de peixes, as manifestações mais frequentes são exoftalmia, distensão abdominal, perda de orientação, natação errática, anorexia, opacidade ocular, escurecimento e pele hemorrágica e, eventualmente, morte (Boylan 2011; Leal *et al.*, 2019). A investigação sobre a patogenicidade do gênero *Streptococcus* mostrou que o trato gastrointestinal foi o principal portal de entrada de *S. agalactiae* na tilápia, e a bactéria podia atravessar mucosa e as camadas intestinais (Iregui *et al.*, 2015).

Diante o exposto, os gêneros *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. podem ser agentes de patologias ao cultivo de tilápia, além de apresentarem possíveis riscos para a saúde pública. Sendo assim, para impulsionar a atividade de piscicultura é necessário aperfeiçoar as técnicas

de produção no que se diz respeito às áreas de manejo e sanidade dos peixes mediante bactérias potencialmente patogênica, principalmente na região do semiárido brasileiro que tem sido pouco estudada. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo detectar a presença de bactérias *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. em água e comedouros de uma piscicultura, tipo tanques-rede, em um reservatório no semiárido brasileiro.

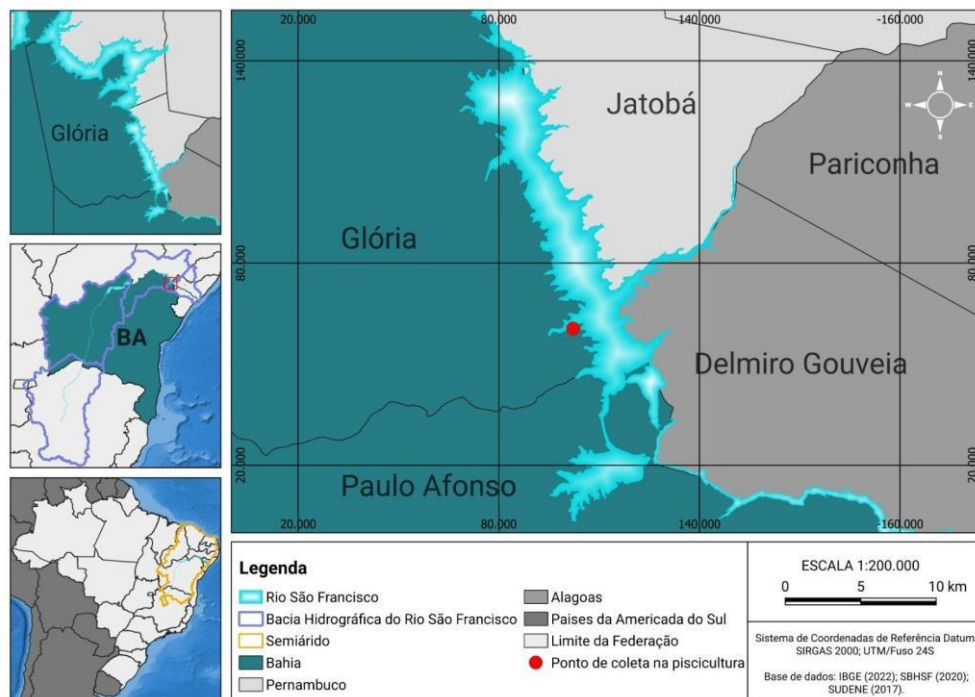
## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Coleta e caracterização da área da piscicultura

As coletas para *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. foram realizadas mensalmente durante os meses de Outubro de 2022 a Julho de 2023 e Junho de 2023 a Maio de 2024 respectivamente, na piscicultura de cultivo de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758), localizada na região semiárida, no submédio do Rio São Francisco, no reservatório do Moxotó, no município de Glória-BA, entre a latitude: 09° 20' 17" S longitude: 38° 15' 17" W altitude de 243 m (Figura 1). A região apresenta clima BSh, árido quente, segundo a classificação de Köppen (Pell, *et al.*, 2007).

### Figura 1

Mapa da localização geográfica do reservatório Moxotó, sertão da Bahia.



## 2.2 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio São Francisco é considerada a terceira maior bacia hidrográfica do Brasil, abrange 639.219 km<sup>2</sup> em área de drenagem (7,5% do país) e vazão média de 2.850m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (2% do total do país) (CBHSF, 2022). Apresenta uma extensão de 2.700 km, com nascente na Serra da Canastra (MG), escoando no sentido sul-norte pela Bahia e Pernambuco, chegando ao Oceano Atlântico através da divisa entre Alagoas e Sergipe, abrangendo 521 municípios (CHESF, 2019).

No trecho classificado como submédio, estão localizados os reservatórios Moxotó, Paulo Afonso IV e Delmiro Gouveia, que integram o complexo de Usinas Hidroelétricas (UHEs) Paulo Afonso I, II, III e IV (9°20'53.88''S-038°13'11.91''W). Esse sistema hídrico possui um volume útil de 9,8 Hm<sup>3</sup>, com vazão regulada por fio d'água, sendo utilizado para diversas finalidades, como abastecimento público, irrigação, aquicultura, pesca, lazer e turismo regional, sendo a principal a produção de energia (CHESF, 2019).

## 2.3 Coleta de amostra de água e comedouros

As amostras de água destinadas à análise qualitativa da composição da comunidade microbiana foram coletadas na superfície, em profundidade de até 10 cm, com auxílio de frascos de borosilicato de boca larga de 500 mL de capacidade. As amostras de água destinadas às análises dos comedouros serão realizados através de raspagem de quatro quadrantes de 20 cm, opostos entre si, com auxílio de escova de cerdas rígidas.

Após as coletas, as amostras foram conduzidas, em caixas isotérmicas resfriadas, ao Laboratório de Microbiologia e Planctologia (LAMIPLAN) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), para posterior análise.

## 2.4 Isolamento e caracterização de *Aeromonas* spp.

Utilizou-se 100 µL das amostras amostra de água e comedouro para ambos os nichos em cada placa, totalizando três repetições. As amostras foram semeadas com o auxílio da alça de Drigalski em placas de Petri estéreis contendo o meio de cultura GSP Ágar (Pseudomonas Aeromonas Selective Agar Base). Em seguida as placas foram incubadas em estufa bacteriológicas a 35 °C durante 72 horas. Selecionou-se colônias bacterianas com características do táxon

investigado, colônia amarela com halo amarelo ao redor da colônia. As colônias selecionadas foram suspensas em placas de Petri contendo o meio MIAB (Meio de Isolamento Aeromonas Base), para identificação de *Aeromonas hydrophila* foram incubadas em estufas bacteriológicas a 35 °C durante o período de 48 horas. Ao término do período de incubação, repicou-se as colônias em tubos de ensaio contendo o meio KAPER`S Medium para confirmação do táxon *Aeromonas hydrophila* foram incubadas em estufas bacteriológicas a 24 °C durante 24 a 48 horas.

## 2.5 Isolamento e caracterização de *Streptococcus* spp.

Alíquota de 100µL das amostras suplementadas, foram utilizadas no plaqueamento das amostras de água e comedouros. As amostras foram plaqueadas em placas de Petri contendo o meio de cultura Agar Azida Sangue (AAS), totalizando três repetições (Jatobá *et al.*, 2012). As amostras foram semeadas com o auxílio da alça de Drigalski, utilizando a técnica de *spread plate*.

Após o procedimento, incubou-se as placas em aerofilia a 35 °C por 48 a 96 horas (Leira *et al.*, 2016). Para as placas inoculadas que obtiveram crescimento microbiano, foi realizado a seleção de cepas para o procedimento de purificação, seguindo as características correspondentes ao táxon investigado, as quais se caracterizam pelas colônias com formato puntiforme e coloração acinzentada, com formação ou não de halo de hemólise no entorno da colônia.

Após a purificação, as placas foram incubadas novamente em aerofilia seguindo as adequações descritas anteriormente. Logo em seguida, realizou-se o ensaio de catalase (Boretti *et al.*, 2014), procedimento de averiguação bioquímica utilizado para o processo de caracterização do táxon. A catalase pretende determinar se a estirpe realmente corresponde ao gênero, devido às especificidades do meio seletivo utilizado, que proporciona o crescimento de *Streptococcus* spp. Ao decorrer da caracterização morfológica foi realizado o teste de coloração de Gram para constatação da forma e arranjo característico do gênero investigado.

A preservação das amostras será realizada no meio de cultura de AAS e após o crescimento acondicionado sob refrigeração de -4 °C.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 *Aeromonas* spp. na água e comedouros

A presença de *Aeromonas* spp. foi evidenciada na água e nos comedouros em todos os meses investigados. Os resultados foram positivos para todos os meios de cultura utilizados: GSP Ágar (Pseudomonas Aeromonas Selective Agar Base), MIAB (Meio de Isolamento Aeromonas Base) e meio KAPER`S Medium.

O gênero *Aeromonas* é um táxon patogênico emergente em peixes, associado a mortalidade massiva de peixes de água doce cultivados, sendo relatada a mortalidade de tilápia do Nilo por infecções provocadas por *Aeromonas* spp. (Assane *et al.*, 2021).

Entre os meses de outubro de 2022 e junho de 2023, observou-se a presença constante de *Aeromonas* spp. nas amostras de água analisadas, com uma frequência de 100% na maioria dos meses. Exceções ocorreram nos meses de novembro de 2022 e fevereiro de 2023, quando a frequência foi de 20% em ambos os casos.

A piscicultura investigada neste estudo está inserida na região do Submédio do rio São Francisco, sertão da Bahia, bioma Caatinga, de clima árido quente. Essa região é caracterizada pelos baixos índices pluviométricos e elevadas temperaturas do ar e da água. As coletas foram realizadas durante os meses de janeiro a abril, períodos mais quentes do ano para a região.

A temperatura do ar, durante o mês de janeiro, em uma piscicultura localizada na região do Submédio do rio São Francisco, chegou ao marco de 43,8 °C; enquanto a temperatura da água, para a mesma região, chegou a 31,0 °C durante o mês de março (Cardoso *et al.*, 2017). Essas temperaturas são favoráveis ao desenvolvimento de *Aeromonas* spp. Desta forma, a temperatura do ar e da água podem estar exercendo influência sob o desenvolvimento do gênero *Aeromonas* nos ambientes da piscicultura investigada. Assim, o clima semiárido no Sertão Baiano está favorável à multiplicação do gênero *Aeromonas*, quando considerado as temperaturas da região que permanecem elevadas durante todo o ano.

Entretanto, os meses de novembro de 2022 e fevereiro de 2023 apresentaram índices pluviométricos atípicos e elevados na região em questão, o que pode ter influenciado na oscilação das temperaturas do ar e da água. Este aumento da precipitação, pode ter criado um ambiente menos favorável para o crescimento e a proliferação das bactérias do gênero *Aeromonas*. Este gênero bacteriano, pode ter sido adversamente impactado pelas mudanças nas condições ambientais, refletindo assim nos dados do presente estudo.

Souza e Silva-Souza (2001) ao investigar a água do rio Congonhas, no sudeste do Brasil, verificaram que o gênero *Aeromonas* foi abundante quando a temperatura da água foi mais elevada. O referido relato corrobora com a hipótese de que ambiente com maior temperatura da água possam ser mais favoráveis ao desenvolvimento do gênero *Aeromonas*.

Foi detectada a presença de *Aeromonas* spp. em todas as amostras de comedouros, de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758), tilápia do Nilo, em todos os meses investigados.

Foi evidenciado que os comedouros, da tilapicultura investigada, com 25 dias de imersão nos tanques-rede, estavam colmatados com detritos e um biofilme, aparentemente formado por algas, fungos e bactérias, além de matéria orgânica amorfa que pode ter sido oriunda das fezes animais e/ou de agregados carregados pelo leito do rio São Francisco.

No presente trabalho, o gênero *Aeromonas* esteve presente em comedouros colmatados que apresentavam agregados de biofilme microbiano e matéria orgânica amorfa. Fato que corrobora com o descrito por Dantas *et al.* (2021a) que relata que o acúmulo de nutrientes em comedouros, pode contribuir para a formação de biofilme nos comedouros dos tanques-rede e facilitar a multiplicação de microrganismos potencialmente patogênicos no nicho investigado.

A detecção de *Aeromonas* spp. em todos os meses investigados pode inferir que a exposição dos comedouros, a 25 dias de imersão nos tanque-rede, propicia a proliferação de *Aeromonas* spp. haja vista a acumulação de matéria orgânica no local. Este cenário aumenta a susceptibilidade de patogenias ao pescado, sendo necessário o monitoramento do tempo em que estas estruturas estão submersas, evitando o acúmulo de biofilme aparente.

A presença de *Aeromonas* spp. em *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo, pode acarretar problemas epidemiológicos ao cultivo da tilápia, uma vez que, o fator de virulência da aerolisina, enterotoxina citolítica, que conduz a morte celular por perda da permeabilidade seletiva, é encontrado em mais de 80% dos peixes doentes, em amostras de DNA plasmidial em diferentes espécies de *Aeromonas* (Kim *et al.*, 2018).

Kim *et al.* (2019), ao investigarem amostras de água e peixes vivos e mortos, em uma piscicultura da margem pernambucana da região do submédio do rio São Francisco, relataram que os genes de virulência mais frequentes para infecções de *Aeromonas* na região, foram: enterotoxina citotóxica e aerolisina para amostras de água e pescado. Na água, houve presença de espécies de *Aeromonas* com predominância de genes para enterotoxina citotóxica, em 80% das amostras de água investigadas. Os autores relatam que tais resultados são preocupantes, pois, demonstra o elevado potencial de patogênico de espécies de *Aeromonas*, potencialmente causadoras de aeromonose nos cultivos em tanques-rede nos municípios de Jatobá e Petrolândia, no sertão do estado de Pernambuco, Brasil.

Dantas *et al.* (2021b) comenta que a presença dos resíduos gerados, constituídos pela oferta de alimentos não ingeridos pelo pescado, podem ficar aderidos nas malhas dos comedouros de tilápia do Nilo, podem se tornar um meio favorável para o aparecimento de patógenos.

Souza *et al.* (2023) observaram que elevadas densidades de peixes em tanques-rede podem resultar no acúmulo de nutrientes nas malhas dos comedouros, que pode potencializar a proliferação do biofilme microbiano, criando um ambiente propício para a ocorrência de patógenos. Logo, o constante fluxo de água se faz necessário, além da qualidade da água em que os peixes estão sendo cultivados, pois a confirmação de *Aeromonas* spp. neste estudo no período explorado, expõe a importância da verificação do estado da água, que quando contaminada, pode causar problemas aos peixes devidos o contato direto, além de se tornar um perigo de saúde pública.

### 3.2 *Streptococcus* spp. na água e comedouros

A presença de *Streptococcus* spp. não foi evidenciada nas amostras de água em nenhum dos meses investigados. No entanto, o gênero foi detectado nas amostras de comedouro em todo o período de estudo. As bactérias do gênero *Streptococcus* foram caracterizadas com diferentes tipos de hemólise, sendo encontradas colônias do tipo  $\alpha$  (alfa),  $\beta$  (beta) e  $\gamma$  (gama).

A ausência de *Streptococcus* spp. na água da tilapicultura reflete as exigências específicas que esse gênero possui para o seu crescimento e proliferação no ambiente aquático. Essas exigências incluem fatores como condições ambientais específicas, além características de patógeno oportunista, necessitando de um hospedeiro com imunidade comprometida para se manifestar, como ocorre nos peixes quando apresentam baixa imunidade.

Foi detectada a presença de estirpes de *Streptococcus* spp. em todos os comedouros analisados. Embora os resultados tenham mostrado a presença de várias colônias tipo  $\gamma$ , sem hemólise e catalase positiva, que não foram classificadas como pertencentes ao gênero *Streptococcus*, também foi observada a presença de *Streptococcus* spp. com cepas  $\beta$  e  $\gamma$  hemolíticas. Esses resultados confirmam os dados de Dantas *et al.* (2021), que relatam uma diversidade de grupos hemolíticos para o gênero *Streptococcus* em comedouros de tanques-rede.

A atividade hemolítica das estirpes é um dos critérios de classificação quanto sua patogenicidade, sendo possível classificar a presença do táxon investigado no comedouro, conforme a capacidade hemolítica, a qual se dá principalmente pela ação da enzima hemolisina, que desencadeia o rompimento da hemácia (célula sanguínea), como consequência, pode ocasionar ou não na formação de halo hemolítico no entorno da colônia (Lage, 2013).

Os estreptococos  $\beta$ -hemolíticos são capazes de gerar um halo transparente em torno da colônia, representando a lise completa da célula vermelha; já os  $\alpha$ -hemolíticos, geram uma hemólise parcial das hemácias, por meio do peróxido de hidrogênio, resultando na cor esverdeada

ao redor da colônia, quando em meio com presença de oxigênio; e as espécies que não conseguem gerar hemólise são classificadas como  $\gamma$ -hemolíticas (Haslam; Geme III, 2018).

A propagação e a gravidade das doenças causada por *S. agalactiae* podem ser motivados por condições ambientais, como altas concentrações de amônia, baixo oxigênio dissolvido e temperaturas acima de 27° (Lee *et al.*, 2022). Ademais, a dose infectante e a estirpe de *S. agalactiae*, estão diretamente relacionados com a intensidade da doença em tilápias (Zamri-Saad *et al.*, 2014; Tavares *et al.*, 2018).

A propagação de *Streptococcus* spp. com potencial patogênico, exerce ação infecciosa grave e oferece maior risco epidemiológico devido ao elevado potencial virulento para tilápia produzida, porém, acredita-se que não somente um grupo de espécies patogênicas podem atuar no cultivo. As colocações de Pádua (2017) levam a crer que os microrganismos desse gênero podem provocam o aparecimento a respeito da sintomatologia clínica severa, principalmente em consequência da virulência de cepas que apresentam hemólise  $\alpha$  e  $\beta$ , as quais ocasionam sintomas neurológicos, aspecto que influencia no funcionamento metabólico do hospedeiro, assim, oferecem maior risco de desencadear surtos epidêmicos.

Houve a presença do táxon investigado no comedouro, durante todas as semanas de coleta. Segundo Figueiredo (2012b), a temperatura da água pode ser um dos principais indicativos de propagação da estreptococose, pois foram identificados maiores níveis de mortalidade quando a temperatura aumentava de 28 °C para 32 °C. Deste modo, os dados permitem inferir que os comedouros de tilapicultura cultivadas na região do semiárido brasileiro é um potencial vetor de propagação da bactéria no cultivo.

Atualmente para controlar as doenças causada por estreptococos tem se utilizado algumas tecnologias aplicáveis, como vacinas comerciais, mas há limitações (Abasali; Mohamad, 2010; MSD Animal Health, 2012), dentre elas a operacionalização e manipulação dos peixes. Além disso, os antibióticos também são amplamente utilizados para tratar muitas doenças bacterianas em peixes. Entretanto, o uso indiscriminado de antibióticos tem provocado danos graves. Uma das maiores preocupações em nível mundial quanto a utilização indiscriminada dos antibióticos é a resistência cruzada, que é a transferência de genes de resistência frente aos antibióticos de bactérias da piscicultura, por exemplo, para as bactérias que acometem os humanos, impactando assim na eficácia dos antibióticos quando utilizados em humanos (Zanolo, 2022).

Na produção de tilápia, o uso de vacinas já é uma prática comum para evitar altos níveis de mortalidade causados pela estreptococose. Todavia, essas vacinas são geralmente desenvolvidas para um único tipo de cepa do gênero *Streptococcus*. O presente estudo demonstra que é

possível a presença de mais de uma espécie de *Streptococcus*, conforme registrado nas amostras de comedouro. Para superar essas limitações, é de extrema importância a implementação de métodos profiláticos que possam reduzir significativamente a incidência de bactérias patogênicas na tilapicultura. Quando aplicados e seguidos corretamente no dia a dia, esses métodos oferecem uma alternativa mais acessível e de alta eficiência.

O cultivo de tilápia em tanques-rede é uma atividade financeiramente atrativa e de importância socioeconômica estabelecida. Porém, requer a adoção de práticas preventivas para evitar problemas ao cultivo. O estresse, as altas densidade de estocagem e a nutrição animal são elementos importantes a serem considerados para minimizar efeitos negativos ao sistema de cultivo. Portanto, danos a sanidade das tilápias cultivadas em tanques-rede podem ter causas múltiplas, sendo que o manipulador deve estar apto a identificar possíveis distúrbios e/ou interferências para evitar o sofrimento animal e mortalidade do plantel (Romanzini; Costa, 2023).

A qualificação profissional é um fator importante para que seja possível evitar e/ou mitigar danos ao cultivo de *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo, e promover garantias de bem-estar animal e à saúde do trabalhador.

#### **4 CONCLUSÃO**

O cultivo intensivo de peixes e o conseqüente aumento na produção podem ser acometidos por enfermidades nas pisciculturas, frequentemente causadas por bactérias patogênicas dos gêneros *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp.

A água e comedouros investigados podem configurar-se como agentes de contaminação bacteriana por *Aeromonas* spp. e *Streptococcus* spp. podendo proporcionar riscos de um eventual surto de aeromonose e estreptococose, respectivamente, quando relacionado com o manejo sanitário inadequado da piscicultura.

Evidencia-se a atenção para a necessidade da higienização dos comedouros em tempos inferiores a 25 dias de imersão nos tanques-rede e a implementação adequada de um plano de monitoramento da balneabilidade dos recursos hídricos do reservatório Moxotó-BA.

Indica-se que os trabalhadores da piscicultura façam uso de equipamentos de proteção individual (EPI), para o manejo sanitário e manutenção dos comedouros e tanques-rede. Assim, a realização de trabalhos sobre esse microrganismo torna-se relevante devido ao pouco conhecimento sobre sua presença nos ecossistemas aquáticos da região da caatinga, localizada no Semiárido brasileiro. Além de que a sua detecção em água e comedouro é uma informação útil e preditiva para dinâmica de patologias presentes em pisciculturas intensivas.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado da Bahia pela concessão das bolsas de Iniciação Científica, PII-CIN/UNEB; aos gestores da piscicultura investigada pela oportunidade de realização do presente estudo; ao Núcleo de Pesquisas em Ecossistemas Aquáticos (NUPEA) pelo apoio e incentivo acadêmico.

## REFERÊNCIAS

- Abasali, H.; Mohamad, S. *Immune response of common carp (Cyprinus carpio) fed with herbal immunostimulants diets*. Journal of Animal and Veterinary Advances, v. 9, n. 13, p. 1839-1847, 2010.
- Abbas, S.; Iqbal, A.; Anjum, K. M.; Sherzada, S.; Atique, U.; Khan, M. K. A.; Akmal, M.; Rahman, A.; Asif, A. R.; Ahmad, S.; Malik, A.; Khan, S. A.; Ahmad, S.; Inayat, M. *Body composition, growth performance and enzyme activities of Labeo rohita fed different commercial fish feeds*. Brazilian Journal of Biology, vol. 83, pp. 250402. 2023.
- Acosta Salvatierra, L. H., Ladle, R. J.; Barbbosa, H. R.; Correia, A and Malhado, A. C. M. *Protected áreas buffer the Brazilian semi-arid biome from climate change*. Biotropica, v.49, n.5, p. 753-760, 2017.
- Alves de Oliveira, R. C. *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.
- Anuário Brasileiro Da Piscicultura Peixe Br, 2024. Disponível Em: <https://www.peixebr.com.br/Anuario-2020/>. Acesso em: 10 Jun. 2024.
- Assane, I., Sousa, E. L.; Valladão, G. M. R.; Tamashiro, G. D.; Criscoulo-Urbinati, E.; Hashimoto, D, T.; Pilarski, F. *Phenotypic And Genotypic Characterization Of Aeromonas Jandaei Involved In Mass Mortalities Of Cultured Nile Tilapia, Oreochromis Niloticus (L.) In Brazil*. Aquaculture, V.541, P.736848, 2021.
- Barcellos, L. J. G. Kreutz, L.C.; Rodrigues, L. B.; Santos, L. R.; Motta, A. C.; Ritter, F.; Bedin, A. C.; Silva, L. B. *Aeromonas hydrophila em Rhamdia quelen: aspectos macro e microscópico das lesões e perfil de resistência a antimicrobianos*. Boletim do Instituto de Pesca, v.34, n.3, p.355-363, 2008.
- Boretti, V. S.; Corrêa, R. N.; Santos, S. S. F.; Leão, M. V. P.; Silva, C. R. G. *Sensitivity profile of Staphylococcus spp. and Streptococcus spp. isolated from toys used in a teaching hospital playroom*. Revista Paulista de Pediatria. v.32, n. 3, p. 151-156, 2014.
- Boylan, S. *Zoonoses Associated with Fish. The veterinary clinics of North America*. Exotic animal practice. 14. 427-38, v. 10.1016/j.cvex.2011.05.003, 2011.

- Bhowmick, U. D.; Bhattacharjee, S. *Bacteriological, Clinical And Virulence Aspects Of Aeromonas-Associated Diseases In Humans*. Polish Journal Of Microbiology, V.67, N.2, P.137–149, 2018.
- Cardoso, A. S.; Silva, G. M. N.; Marques, E. A. T.; Assis, J. M. O.; Oliveira, C. R.; Pinheiro, A. F.; Sobral, M. C. M.; Casé, M. C. C. *Ferramentas de avaliação de impactos da piscicultura na qualidade da água: estudo de caso em reservatório no submédio São Francisco*. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis. Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017.
- CBSHF. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 2022. *Bacia Hidrográfica do rio São Francisco*. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>. Acesso em 25 abril. 2024.
- Companhia Hidroelétrica do São Francisco CHESF. 2019. *Plano de Gerenciamento para Segurança Hídrica na Bacia do São Francisco. Reservatórios complexo Paulo Afonso*. <<https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGercao/ComplexoPaulo-Afonso>>. Acesso em 19 Jan. 2019.
- Dantas, P. H. L.; Souza, N. B.; Passos, K. A.; Oliveira, J. H.; Cunha, M. C. C.; Santos, D. M. S. *Fungos filamentosos em comedouros, água e ração de uma piscicultura de cultivo de Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758), no reservatório Moxotó-BA, submédio do rio São Francisco*. In: Valença, A. R.; Santos, P. R.; Guzella, R. Pesquisas e Aquicultura: Desenvolvimento Tecnológico Sustentável. 1ªEd. Editora UFSC, v. 1, p. 108-123, 2021<sup>a</sup>.
- Dantas, P. H. L.; Souza, N. B.; Vieira, A. B. S; Oliveira, J. H; Passos, K. A; Santos, D. M. S. *Detecção de Streptococcus spp. em comedouros de cultivo de Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) no reservatório Moxotó-BA, submédio do rio São Francisco*. In: Cordeira, C. A. M.; Sampaio, D. S.; Holanda, F. C. A. F. Engenharia de Pesca: aspectos teóricos e práticos, v. 2, n.5, p. 76 -84, 2021b.
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. Towards Blue Transformation. Rome.
- Figueiredo, H. C. P. *Estreptococose em tilápia do Nilo - parte 1*. Panorama da Aquicultura, v. 19, n. 103, set./ out. 2012a.
- Freire, N. C. F. *Mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação de proteção integral da administração federal no bioma caatinga*. Brazilian Journal Of Development, v. 6, n. 5, p. 24773-24781, 2020.
- Haslam, D. B.; Geme III, J. W. S. *Principles and Practice of Pediatric Infectious Diseases*, 5 ed. Amsterdam: Elsevier, 2018.
- Iregui, C. A.; Comas, J.; Vasques, G. M.; Verjan, N. *Experimental early pathogenesis of Streptococcus agalactiae infection in red tilapia Oreochromis spp.* Journal of fish diseases, v. 39, n. 2, p. 205-215, 2015.
- Jatobá, A.; Silva, B. C.; Vieira, F. N.; Mouriño, J. L. P.; Seiffert, W. *Q.Isolation and characterization of hemolytic bacteria Fish disc and Neon Rainbow*. Semina: Ciências Agrárias. v. 33, n. 2, p. 763–768, 2012.

- Kim, F. J. P.; Silva, A. E. M.; Silva, R. V. S.; Kim, P. C. P.; Acosta, A. C.; Silva, S. M. B. C.; Sena, M. J.; Mota, R. A. *Elevada frequência de Aeromonas spp. e genes de virulência em cultivos de tilápia-do-nilo (Oreochromis niloticus) em tanques-rede, na região semiárida de Pernambuco, Brasil*. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. 71, n. 5, p.1609-1615, 2019.
- Kim, F. J. P.; Silva, A. E. M.; Silva, R. V. S.; Kim, P. C. P.; Acosta, A. C.; Silva, S. M. B. C.; Sena, M. J.; Sena, M. J.; Mota, R. A. *Detecção de Aeromonas spp. e do gene de virulência aerolisina em tilápias do Nilo (Oreochromis niloticus) com a técnica de mPCR*. Brazilian Journal of Veterinary Research. V. 38, n. 9, p. 1731-1735, 2018.
- Kubtiza, F. *Tilápia em água salobra e salgada. Uma boa alternativa de cultivo para estuários e viveiros litorâneos*. Panorama da aquicultura. Rio de Janeiro, v. 13, n.76, p.14-22, Mar-abr; 2005.
- Lage, S. A. G. *Detecção de Bactérias Streptococcus em pisciculturas de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus, Linnaeus 1758) na região semiárida da Bahia, Paulo Afonso:2013*.
- Lannes-Costa, P. S.; Oliveira, J. S. S. de; Silva Santos G. da; Nagao, P. E. *A current review of pathogenicity determinants of Streptococcus sp*. Journal of Applied. p. 6-15, 2021.
- Leal, C. A. G.; Queiroz, G. A.; Pereira, F. L.; Tavares, G. C.; Figueiredo, H. C. P. *Streptococcus agalactiae Sequence Type 283 in Farmed Fish, Brazil*. Emerging infectious diseases, v.25, n.4, p.776-779. 2019. <https://doi.org/10.3201/eid2504.180543>.
- Leão, S. O. A.; Silva, A. M. S.; Velasques, J. G. R.; Brandão, F.; Chagas, E. C.; Majolo, C. *Ocorrência de Aeromonas multirresistentes em tambaquis cultivados em tanques escavados*. Scientia Amazonia, v.9, n.4, CA17-CA24, 2020.
- Lee, PO-TSANG.; Wu, You-Sheng.; Tseng, Chung-Chih.; Lu, Jis-Yu.; Le, Meng-Chou. *Dietary Agaricus blazei Substrato gasto melhora a resistência à doença da tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) contra Streptococcus agalactiae In Vivo*. Journal of Marine Science and Engineering, v. 10, n.1, 2022.
- Leira, M. H.; Lago, A. A.; Botelho, H. A.; Melo, C. C. V.; Mendonça, F. G.; Nascimento, A. F.; Freitas, R. T. F. *Principais infecções bacterianas na criação de peixes de água doce do Brasil: uma revisão*. Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública, v. 3, n. 1, p. 44-59, 2016b.
- MSD Animal Health. *Technical Bulletin: Streptococcus in the Tilapia Environment*. 2012.
- Noga, E. J. *Fish Diseases*. (2nd edition) Willey-Blackwell, ISBN 978-0-81380697-6, Singapore. 2010.
- Pádua, S. B. *Estreptococoses na tilapicultura*. Aquaculture Brasil. 2017. Disponível em:<<https://www.aquaculturebrasil.com/coluna/55/estreptococoses-natilapicultura>>. Acesso em: 12 mai. 2024.
- Pavanelli G. C., Eiras J. C., Takemoto R. M. *Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. 3rd ed. Maringá: EduEM. 311 p. 2008.

- Pell, M. C., Finlayson, B. L., McMahon, T. A. *Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification*. Hydrology and Earth System Sciences. V. 11, p. 1633- 1644. 2007.
- Romanzini, G. B.; Costa, C. P. *Cultivo da tilápia do Nilo Oreochromis niloticus em tanques-rede: uma revisão de literatura*. Revista JRG de Estudos Acadêmicos. V. 4, n. 13, p. 783-797, 2023.
- Silva, E. D. S.; Campos, P. K. A. L.; Andrade, T. P.; Souza, N. B.; Dantas, P. H. L.; Souza, S. M. L.; Cunha, M. C. C.; Santos, D. M., Silva. *Aeromonas spp. na água e comedouros de oreochromis niloticus (linnaeus 1758) em uma piscicultura no sertão da bahia*. In: Henrique Ajuz Holzmann; Géssica Katalyne Bilcati. (Org.). *Engenharias: qualidade, produtividade e inovação tecnológica 3*. 3ed.: Atena Editora, 2024, v. 3, p. 96-105.
- Soares, K. M. P.; Gonçalves, A. A.; Souza, L. B. *Qualidade microbiológica de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) durante o armazenamento em gelo*. Ciênc Rural, v.44, n.12, p.2273-2278, dez, 2014.
- Souza, J. A.; Silva-Souza, A. T. *Bacterial community associated with fish and water from Congonhas river, Sertaneja, Paraná, Brazil*. Brazilian Archives of Biology and Technology. V.44, n. 4, p. 373-381, 2001.
- Souza, N. B.; Dantas, P. H. L.; Silva, E. D. S.; Campos, P. K. A. L.; Cunha, M. C. C.; Santos, D. M. S. *Quantificação de fungos filamentosos isolados de comedouros de Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) no sertão da Bahia*. V.5, n18, p. 108-119, 2023.
- Tavares-Dias, M.; Silva, C. A.; Corrêa, R. O.; Martins-Junior, H.; Hioshioka, E. T. O.; Araújo, J. C.; Rodrigues, L. A.; Fogaça, F. H. S. *Boas práticas para a produção de tambaqui em tanques-rede: da implantação à despesca*. Comunicado Técnico 152. 1ª Ed. Macapá-AP, EMBRAPA, 2018.
- Valenti, W. C., Barros, H. C., Valenti, P. C., Bueno, G. C.; Cavalli, R. O. *Aquaculture in Brazil: past, present and future*. Aquaculture Reports,19. 2021.
- Zamri-Saad, M. Amal, M. N. A.; Siti-Zahrah, A; Zulkafli, A. R. *Control and Prevention of Streptococcosis in Cultured Tilapia in Malaysia: A Review*. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science, v. 37, n. 4, 2014.
- Zanolo, R. *Como usar antibiótico para peixe? Conheça suas boas práticas de utilização na tilapicultura*. Disponível em: <<https://www.universodasaudeanimal.com.br/aquicultura/como-usar-antibiotico-para-peixe-conheca-suas-boas-praticas-de-utilizacao-na-tilapicultura/>>. Acesso em: 19 mar. 2024.

## ANEXO A – NORMAS TÉCNICAS DA EDITORA

### Lista de verificação de preparação para envio

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade de sua submissão com todos os itens a seguir, e as submissões poderão ser devolvidas aos autores que não aderirem a essas diretrizes.

- ✓ As inscrições que não atenderem a todas as normas serão devolvidas;
- ✓ A autoria do artigo deverá ser retirada do trabalho e do arquivo na opção “Propriedades” do Microsoft Word;
- ✓ As unidades de medida devem obedecer ao Sistema Internacional de Unidades (SI), elaborado pelo Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM) [[www.bipm.org](http://www.bipm.org)];
- ✓ O(s) autor(es) é(são) responsável(eis) pelo conteúdo do artigo e autoriza a sua publicação.

### Diretrizes para Autores

Isenção de responsabilidade: Esta diretriz estabelece a isenção de responsabilidade **da RGSA** em relação ao conteúdo e pesquisas apresentadas em artigos de autores individuais.

Isenção de responsabilidade de revisão de conteúdo: A **RGSA** não assume nenhuma responsabilidade pela exatidão, integridade ou veracidade do conteúdo apresentado nos artigos submetidos.

Isenção de responsabilidade sobre alterações de conteúdo: A **RGSA** não se responsabiliza por quaisquer alterações, edições ou modificações feitas no conteúdo do artigo, seja para adequação ao estilo editorial da revista ou para resolver questões gramaticais e de formatação. Eventuais ajustes serão baseados em critérios editoriais, visando melhorar a clareza e a coesão do texto, mantendo a integridade das ideias do autor.

Isenção de responsabilidade sobre implicações legais: **A RGSA** não assume nenhuma responsabilidade por consequências legais resultantes do conteúdo do artigo, incluindo, mas não se limitando a violação de direitos autorais, difamação, plágio ou atos ilegais relacionados ao material enviado pelos autores. A responsabilidade legal pelo conteúdo apresentado é de inteira responsabilidade do autor.

Isenção de responsabilidade sobre avaliação e indexação: **A RGSA** não se responsabiliza por alterações em seus resultados de avaliação ou classificações, nem por possíveis alterações nas regras do banco de dados que levem à descontinuidade de determinados indexadores.

Isenção de responsabilidade de garantia de publicação: O envio de artigos não garante publicação no **RGSA**. A decisão final sobre a publicação será baseada na avaliação dos revisores e na aprovação do comitê editorial da Revista, conforme critérios de qualidade estabelecidos.

Políticas de reembolso de taxas de publicação: O **RGSA** não possui políticas de reembolso de taxas de publicação, portanto, uma vez paga a taxa de publicação, nenhum reembolso será possível em qualquer caso.

Ao submeter um artigo, o autor reconhece e concorda com os termos deste termo de responsabilidade. Em caso de dúvidas ou maiores informações, a equipe editorial da **RGSA** está à disposição para ajudar.

O artigo deverá ser inédito no Brasil ou em outro país, não sendo considerada violação de originalidade a versão preliminar apresentada em anais de eventos científicos nacionais e internacionais;

- Visando a internacionalização, a partir de 2022, os artigos aceitos para publicação, em português e espanhol, **deverão ter versão em inglês**;

- Devido ao grande número de submissões de artigos teóricos, o **RGSA** priorizará artigos decorrentes **de pesquisas empíricas**;

- O artigo submetido ao **RGSA** será avaliado prioritariamente pelo seu mérito científico;

- O artigo poderá ser submetido em português, espanhol ou inglês;
- O artigo deverá ter no máximo seis autores;
- A RGSA incentiva a participação, de forma **acelerada**, dos melhores artigos apresentados em congressos da área. Ressalta-se que esses artigos passam por dupla avaliação cega e estão sujeitos aos mesmos critérios de seleção adotados em relação aos demais textos;
- O artigo não poderá ser submetido para avaliação simultânea em outro periódico;
- O Editor poderá aceitar ou não o artigo submetido para publicação, de acordo com a política editorial da revista;
- O Editor poderá sugerir alterações no artigo tanto em termos do conteúdo do artigo quanto em relação à adequação do texto às regras de redação e apresentação (APA);
- Os artigos devem ser escritos em linguagem clara e objetiva. O autor deve evitar linguagem coloquial, jargões e termos técnicos sem a devida explicação;
- É imprescindível que os textos sejam submetidos à revisão em português, pois serão rejeitados artigos com problemas desta natureza;
- Os textos deverão ser acompanhados, em arquivo separado, de carta autorizando a publicação e cessão dos direitos autorais;

O RGSA adota as recomendações do Manual de Boas Práticas para Publicação Científica, aprovado em Assembleia da ANPAD, Curitiba, 28.05.2017. Substitui a primeira versão, de 25.09.2010. - o autor que tiver um artigo em processo de avaliação não deverá submeter outro até receber a avaliação final da submissão; - a cada ano, a fração de artigos provenientes de determinada instituição (ou seja, com pelo menos um autor, professor ou aluno, vinculado a ela) não deve ultrapassar 15% do total de artigos publicados; e - não deverá ser publicado mais de um artigo de um mesmo autor no mesmo ano, independentemente de sua posição na autoria do texto. Embora a RGSA publique artigos que contribuem para a prática gerencial, é uma revista voltada

à comunidade acadêmica. Portanto, não serão aceitos trabalhos que tratem apenas da aplicação de modelos e ferramentas de gestão nas organizações, ou mesmo da análise de casos que não contribuam para o avanço do conhecimento teórico ou de resultados empíricos que estimulem futuras pesquisas na área. A fundamentação teórica deve ser consistente, com pesquisas bibliográficas atualizadas realizadas em periódicos nacionais e internacionais importantes para a área do conhecimento.

### **Padrões de Publicação**

- O arquivo deverá ser escrito em formato Microsoft Word ou RTF e não deverá exceder 2MB;
- A redação e apresentação do texto deverão obedecer às normas definidas pela APA. O texto deverá ser escrito em fonte Times New Roman, tamanho 12 pt, espaçamento 1,5 e justificado;
- Para parágrafos, a primeira linha de cada parágrafo deverá ter recuo de 1,25 cm e espaçamento simples entre linhas entre parágrafos;
- Os artigos deverão ter no máximo 17 páginas, incluindo tabelas, notas e referências.
- A seguinte estrutura deverá ser adotada na redação do artigo: título, resumo (em português), palavras-chave (em português), resumo (em inglês), palavras-chave (em inglês), introdução, referencial teórico, metodologia, resultados e discussão, conclusão e referências;
- O título do texto, e suas seções, deverão ser escritos integralmente em maiúsculas e as legendas em letras minúsculas. Ambos deverão ser digitados em negrito, com a numeração hindu-árabe correspondente;
- Não se pode incluir legenda imediatamente após um título ou legenda; é necessário ter pelo menos um parágrafo separando os dois;
- No caso de imagens, toda forma de apresentação utilizada no trabalho deverá ser rotulada como Tabela ou Figura. Tudo o que não for uma tabela será considerado uma figura. Exemplos incluem: desenho, diagrama, fluxograma, fotografia, gráfico,

mapa, organograma, plano, gráfico, retrato, figura, imagem, tabelas, entre outros. As tabelas “exibem valores numéricos exatos e os dados são organizados em linhas e colunas, facilitando sua comparação”.

- **O resumo estruturado** deverá ter no máximo 250 palavras e destacar o objetivo, método de pesquisa e principais resultados; bem como o resumo correspondente, a saber:

**Objetivo:** descrever o objetivo do estudo e o problema/questão de pesquisa.

**Referencial teórico:** apresentar as principais bases teóricas que sustentam a pesquisa.

**Método:** apresentar a metodologia utilizada no estudo, bem como as técnicas de pesquisa utilizadas.

**Resultados e conclusão:** apresentar os principais resultados e conclusões da pesquisa.

**Implicações da pesquisa:** principais contribuições gerenciais, acadêmicas e/ou sociais da pesquisa.

**Originalidade/valor:** descrever a contribuição do estudo para o avanço da ciência na área e/ou práticas de gestão socioambiental das organizações, alinhadas ao escopo do RGSA.

**Palavras-chave:** Mínimo 4 e Máximo 6 palavras-chave.

- O(s) autor(es) deverá(ão) escolher de quatro a seis palavras-chave, em português e inglês, que indiquem o conteúdo do trabalho;

- Negrito só deve ser utilizado em títulos e legendas;

- Palavras estrangeiras devem ser escritas em itálico e neologismos ou significados incomuns devem ser colocados entre aspas;

- As notas devem ser evitadas, mas quando utilizadas devem explicar e esclarecer de forma sucinta, e não devem ser confundidas com referências, que devem aparecer no final da próxima, em numeração sequencial hindu-árabe;
- Os artigos deverão ser gramaticalmente corretos, pois serão rejeitados artigos que apresentem problemas desta natureza;
- Os artigos aceitos para publicação serão submetidos à edição final e revisão ortográfica e gramatical;
- A identificação do(s) autor(es) não deverá ocorrer no corpo do texto. Em página separada deverá ser apresentado o(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es), acompanhado de breve currículo descrevendo experiência acadêmica e/ou profissional, endereço, telefone e e-mails;
- No software OJS, adotado pela **Revista RGSA**, o(s) autor(es) terá(ão) o artigo automaticamente recusado pelo sistema caso não sejam aceitas as cláusulas de exclusividade, originalidade e direitos autorais;
- O programa OJS registra a data de inscrição e as etapas do processo de avaliação e publicação, permitindo que o(s) autor(es) acompanhe(m) automaticamente o status do artigo através do sistema;
- O editor e/ou qualquer outra pessoa ou instituição envolvida nos órgãos colegiados não se responsabiliza pelas opiniões, ideias e conceitos emitidos nos textos publicados, sendo estes de inteira responsabilidade do(s) autor(es);
- As avaliações são preenchidas em fichas de avaliação padronizadas, com espaços para comentários personalizados enviados ao(s) autor(es) em caso de aceitação condicional, correção(ões) ou recusa;
- O artigo deverá ser submetido exclusivamente online.

### **Taxa de publicação**

- Esta revista não cobra taxa de submissão;

- Esta revista cobra a publicação de artigos (aceitos apenas por blind review):

Taxa de publicação: **R\$ 890,00** por artigo a ser publicado (para brasileiros).

Taxa de publicação: **600usd** por artigo a publicar (para outras nacionalidades).

### **Aviso de direitos autorais**

- O(s) autor(es) autoriza(m) a publicação do artigo na revista;
- O(s) autor(es) garantem que a contribuição é original e inovadora, e não está sob avaliação em nenhuma outra(s) publicação(ões);
- A equipe editorial não se responsabiliza pelas opiniões, ideias e conceitos emitidos nos textos publicados, sendo estes de inteira responsabilidade do(s) autor(es);
- Fica reservado aos editores o direito de proceder a ajustes relacionados ao texto e ao cumprimento das normas de publicação.

### **Declaração de privacidade**

- O conteúdo dos artigos é de exclusiva responsabilidade dos autores.
- É permitida a reprodução total ou parcial do conteúdo dos artigos, desde que citada a fonte.
- Artigos com plágio serão recusados, e o autor do plágio perderá o direito de publicação nesta revista.
- Os nomes e endereços informados nesta revista serão utilizados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação e não são disponibilizados para outros fins ou a terceiros.
- Depois de enviar os artigos, os autores cederão os direitos autorais de seus artigos à RSGA. Caso se arrependa da submissão, o autor tem o direito de solicitar à RSGA a não publicação de seu artigo. Porém, esta solicitação deverá ocorrer até dois meses antes da divulgação do número em que o artigo será publicado.

- A RGSA utiliza a licença Creative Commons CC BY. Informações sobre esta licença podem ser encontradas em: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.