



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS-CCA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

NANCY CRISTINA MORAIS DA SILVA

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DA
ÁGUA E DOS PEIXES PROVENIENTES DE CRIATÓRIOS NO MUNICÍPIO DE
GOVERNADOR EDISON LOBÃO – MA

IMPERATRIZ

2025

NANCY CRISTINA MORAIS DA SILVA

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DA
ÁGUA E DOS PEIXES PROVENIENTES DE CRIATÓRIOS NO MUNICÍPIO DE
GOVERNADOR EDISON LOBÃO – MA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão como requisito básico para a conclusão
do Curso de Medicina Veterinária.

Orientador Profa. Dra. Elizabeth Nunes Fernandes

IMPERATRIZ

2025

S586a

Silva, Nancy Cristina Morais

Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água e dos peixes provenientes de criatórios no município de Governador Edson Lobão - MA. / Nancy Cristina Morais Silva. – Imperatriz, MA, 2025.

36 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Medicina Veterinária) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2025.

1. Tambacu. 2. Microbiologia de alimentos. 3. Psicultura. 4. Sanidade animal. 5. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 639.3(812.1)


Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Kacio Micael Oliveira Vidal CRB13/988**

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DA
ÁGUA E DOS PEIXES PROVENIENTES DE CRIATÓRIOS NO MUNICÍPIO DE
GOVERNADOR EDISON LOBÃO – MA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão como requisito básico para a conclusão
do Curso de Medicina Veterinária.

Data de aprovação: 28 de julho de 2025


Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 ELIZABETH NUNES FERNANDES
Data: 31/07/2025 18:27:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Elizabeth Nunes Fernandes

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão


UEMASUL

Documento assinado digitalmente
 IVANEIDE DE OLIVEIRA NASCIMENTO
Data: 01/08/2025 17:44:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Ivaneide de Oliveira Nascimento

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

UEMASUL

Documento assinado digitalmente
 LAYLLES COSTA ARAUJO
Data: 01/08/2025 16:06:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Laylles Costa Araújo

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

UEMASUL

Dedico esse trabalho a Deus e à minha família.
Vocês são minha força, fazem parte de quem eu sou. Por isso, me dedico cada vez mais para
ser merecedora do amor que recebo de vocês.

AGRADECIMENTOS

Esses anos de graduação foram intensos e eu não teria conseguido seguir em frente sem o apoio de Deus, minha família, meus amigos e professores.

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora por me concederem força e sabedoria para seguir em frente, mesmo diante dos desafios.

Agradeço a minha mãe, Mila. A senhora é uma mulher extraordinária. Eu não teria chegado até aqui sem o seu apoio e amor incondicional. Você é o meu amor e meu maior exemplo. Agradeço ao meu Pai Atilane, por todo amor, carinho e apoio. Você me dá segurança e coragem para continuar sempre melhorando. Agradeço à minha irmãzinha, Maria Eduarda, você é o meu coração fora do peito, te agradeço por me apoiar e me dar forças. Sem vocês eu não teria chegado tão longe. Vocês me deram forças e apoio incondicional durante esse tempo. Sou grata e espero retribuir tudo isso para vocês.

Agradeço aos meus amigos Maria Gabriela, Elizabeth, Marcos Vinicius, Flavio Henrique, Lucas, Eduarda Vaz, Guilherme, Alessandra, Maura e Sarah. Cada um de vocês teve um papel importante nessa caminhada, seja com as conversas, palavras de incentivo e apoio. Com isso, os dias difíceis se tornaram mais fáceis e memoráveis. Obrigada, novamente, por estarem na minha vida durante todo esse tempo, com vocês tudo isso foi mais leve e divertido.

Agradeço à minha orientadora, Profa. Dra. Elizabeth Nunes Fernandes, por sua orientação, pelos conselhos valiosos e pela dedicação ao longo deste trabalho. Sua confiança e incentivo foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico e pessoal. Também estendo meus agradecimentos ao Prof. Dr. Diego Carvalho Viana, pelas inúmeras oportunidades proporcionadas durante a graduação, pelo apoio constante e por acreditar no meu potencial. Agradeço também à Karuane Araújo pelos ensinamentos que contribuíram significativamente para a minha formação.

Por fim, agradeço à minha casa, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão — UEMASUL. Foi aqui que vivi grandes aprendizados, conquistei amizades valiosas e cresci como estudante e ser humano. Sou profundamente grata por fazer parte dessa instituição, que tanto contribuiu para a minha formação acadêmica, ética e cidadã.

*For long you live and high you fly, and smiles you'll give and tears you'll cry
And all you touch and all you see, is all your life will ever be*

Pink Floyd – Breathe

RESUMO

A piscicultura, uma atividade que remonta a séculos atrás, é o campo responsável por estudar e investigar organismos aquáticos. No Maranhão, essa prática tem crescido gradativamente devido ao baixo custo de produção, à boa disponibilidade de áreas de cultivo e à abundância de recursos hídricos. O Tambacu (*Colossoma macropomum* × *Piaractus mesopotamicus*) destaca-se como um dos peixes mais produzidos no Brasil, com o oeste maranhense sendo uma região de destaque na produção. Na aquicultura, práticas de manejo inadequadas podem romper o equilíbrio entre bactérias benéficas e patogênicas, favorecendo a proliferação destas. Diante desse cenário, torna-se cada vez mais importante realizar estudos de biomonitoramento, pois a qualidade microbiológica inadequada da água dos viveiros pode afetar diretamente a microbiota dos peixes e de seus subprodutos. O presente estudo investigou a qualidade microbiológica e físico-química — de acordo com dados já publicados que corroboram com as análises feitas e descritas — da água e dos peixes (Tambacu) provenientes de criatórios no município de Governador Edison Lobão, Maranhão. A análise incluiu amostras de brânquias, filés de peixe e água dos tanques em diferentes períodos (seco e chuvoso), utilizando técnicas como contagem de Coliformes Totais, *Escherichia coli*, e medições de parâmetros físicos-químicos, como pH, turbidez, e condutividade elétrica. Os resultados apontaram uma alta carga microbiana nas brânquias e filés, indicando condições inadequadas de manejo e qualidade da água, com potenciais riscos à saúde pública e à viabilidade econômica da piscicultura.

Palavras-chave: Tambacu; Microbiologia de alimentos; Piscicultura; Sanidade animal.

ABSTRACT

Fish farming, an activity that dates back centuries, is the field responsible for studying and investigating aquatic organisms. In the state of Maranhão, this practice has been gradually expanding due to the low production costs, the good availability of farming areas, and the abundance of water resources. The hybrid species Tambacu (*Colossoma macropomum* × *Piaractus mesopotamicus*) stands out as one of the most widely produced fish in Brazil, with the western region of Maranhão being a prominent area for its cultivation. In aquaculture, inadequate management practices can disrupt the balance between beneficial and pathogenic bacteria, favoring the proliferation of the latter. In this context, biomonitoring studies have become increasingly important, as poor microbiological water quality in fishponds can directly affect the microbiota of the fish and their by-products. This study investigated the microbiological and physicochemical quality — based on previously published data that support the analyses performed and described — of the water and the fish (Tambacu) from fish farms located in the municipality of Governador Edison Lobão, Maranhão. The analysis included samples of gills, fish fillets, and tank water collected during different seasonal periods (dry and rainy), using techniques such as Total Coliform and *Escherichia coli* counts, along with measurements of physicochemical parameters including pH, turbidity, and electrical conductivity. The results revealed a high microbial load in both the gills and fillets, indicating inadequate management practices and poor water quality, posing potential risks to public health and the economic viability of fish farming.

Keywords: Tambacu; Food microbiology; Fish farming; Animal health.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – *Escherichia coli* em formato de bastonete, aumento de 1000 ×.....17
- Figura 2** – Representação artística da bactéria *Escherichia coli*. Imagem elaborada por David S. Goodsell, modificada por Arreola Barroso et al. (2022).18
- Figura 3** – Entre as principais estruturas dos membros da família Enterobacteriaceae, como a *Escherichia coli*, destacam-se os antígenos O (somático), K (relacionado à cápsula) e F (ligado às fimbrias).....18
- Figura 4** – Esquema geral da metodologia utilizada para a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos em placas, aplicada à análise microbiológica de brânquias.....22
- Figura 5** – Esquema representativo do método utilizado para a determinação de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* por meio da técnica do Número Mais Provável (NMP), aplicado à análise microbiológica de filés de tambacu.....23
- Figura 6** – Colônias típicas de *Escherichia coli* em meio EMB.....26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ensaio confirmativo para Coliformes Totais e *Escherichia coli* (número mais provável – NMP /100 ml), técnica de tubos múltiplos. Coleta de amostras realizadas no período seco.....24

Tabela 2 – Ensaio confirmativo para Coliformes Totais e *Escherichia coli* (número mais provável – NMP/100 ml), técnica de tubos múltiplos. Coleta de amostras realizadas no período chuvoso.....25

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BR	Brasil (utilizada como parte da sigla PEIXE BR)
CEEA	Comitê de Ética na Experimentação Animal
DTA's	Doenças Transmitidas por Alimentos
EC	Caldo EC (utilizado em testes confirmatórios para <i>E. coli</i>)
EMB	Eosin Methylene Blue (meio seletivo para cultivo de <i>E. coli</i>)
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LPS	Lipopolissacarídeo
MA	Maranhão
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura
NMP	Número Mais Provável
PCA	Plate Count Agar (Ágar Padrão para contagem)
PEIXE BR	Associação Brasileira de Piscicultura
pH	Potencial Hidrogeniônico
T	Temperatura
TDS	Total Dissolved Solids (Sólidos Totais Dissolvidos)
UFC/g	Unidades Formadoras de Colônia por grama
UEMASUL	Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão
VB	Verde Brilhante (meio de cultura)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Piscicultura no Brasil e no Maranhão.....	16
2.2 Microbiologia no contexto da piscicultura.....	16
2.2.1 <i>Escherichia coli</i>	16
2.2.2 Coliformes Totais	19
2.2 Boas Práticas de Manejo (BPM) na Aquicultura	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1 Área de estudo.....	21
3.2 Procedimento de coleta.....	21
3.3 Avaliação microbiológica das brânquias e filé.....	21
3.4 Complementação Metodológica de Dados Físico-Químicos.....	23
4 RESULTADOS	24
4.1 Avaliação Microbiológica das Brânquias de Tambacu.....	24
4.2 Avaliação Microbiológica do Filé de Tambacu (tubos múltiplos).....	24
5 DISCUSSÃO	27
5.1 <i>Escherichia coli</i> e Coliformes Totais.....	27
5.2 pH e Temperatura da Água (T).....	29
5.3 Clorofila, Turbidez e Sólidos Totais Dissolvidos.....	29
5.4 Condutividade Elétrica.....	29
6 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS	32
ANEXOS.....	36

1. INTRODUÇÃO

Os peixes são o grupo de vertebrados mais numeroso, surgindo há cerca de 500 milhões de anos. Eles habitam tanto águas salgadas quanto doces, com cerca de 24 mil espécies, mais da metade em ambientes marinhos. Provavelmente os primeiros vertebrados a surgir, eram inicialmente pequenos, sem mandíbulas, com coluna cartilaginosa e carapaça. Com a evolução, desenvolveram adaptações como perda de couraça, maior velocidade de natação, mandíbulas e a capacidade de morder, aumentando suas chances de sobrevivência (Só Biologia, 2008).

À vista disso, a piscicultura — uma prática que começou há séculos — é o campo que estuda e investiga os organismos aquáticos, incluindo peixes e outros relacionados. No Brasil, a criação em cativeiro tem experimentado um crescimento significativo, ocorrendo em quase todas as regiões do país, utilizando diferentes sistemas como tanques, açudes e viveiros escavados (Senar, 2017). No Maranhão, a piscicultura também tem se expandido gradualmente devido ao baixo custo de produção, à vasta área disponível para cultivo e à abundância de água. De acordo com a Associação Brasileira de Piscicultura (Peixe BR), no ano de 2021, o Maranhão foi o terceiro maior produtor de peixes nativos do Brasil em 2020.

Ainda em 2020, o Brasil foi o 13º maior produtor mundial de peixes, mas subiu para a 8ª posição quando se considera apenas a produção em água doce, impulsionada principalmente pela região amazônica. A piscicultura no Brasil tem grande potencial de crescimento, podendo se tornar uma importante fonte de proteína devido à crescente demanda mundial por alimentos (Canal Agro, 2021).

O Tambacu (*Colossoma macropomum* × *Piaractus mesopotamicus*) é um dos peixes mais produzidos no Brasil, com destaque para a região oeste do Maranhão. Esse peixe se sobressai no mercado por sua rápida taxa de crescimento, adaptabilidade a diferentes sistemas de criação e boa aceitação entre os consumidores (MPA, 2011). Por isso, a qualidade do pescado tem sido uma das principais áreas de estudo, já que problemas no manejo podem resultar em perdas econômicas e representar riscos à saúde do consumidor, variando de intoxicações a infecções graves.

Na aquicultura, práticas inadequadas de manejo podem desequilibrar a relação entre bactérias benéficas e patogênicas, levando à proliferação de agentes patogênicos e, conseqüentemente, à propagação de doenças nos peixes. Esses microrganismos são responsáveis por várias doenças, com destaque para as toxinfecções, e atuam como indicadores de higiene e contaminação fecal (Pinheiro et al., 2018). Desse modo, estudos apontam que bactérias patogênicas têm predileção por alimentos ricos em proteínas e água,

como o peixe, sendo as principais causadoras de doenças transmitidas por alimentos (DTA's) (Chiarelli, 2018).

Diante do exposto, o controle rigoroso da qualidade da água nos viveiros é essencial para o sucesso da piscicultura, especialmente no oeste maranhense, onde a produção é elevada. A má qualidade microbiológica da água pode impactar negativamente tanto a microbiologia dos peixes quanto de seus subprodutos, afetando a produção, reprodução, crescimento e manejo dos organismos aquáticos (Leira et al., 2017). O monitoramento contínuo dos parâmetros microbiológicos e físico-químicos tanto do peixe em si quanto da água, é crucial para garantir uma produção economicamente viável e para evitar perdas financeiras, já que os peixes, ao influenciar a qualidade da água com seus resíduos e processos respiratórios, exigem cuidados e monitoramento minucioso, especialmente em sistemas de criação semi-intensivos e intensivos (Lourenço; Malta; De Sousa, 1999).

Portanto, o presente estudo teve como foco avaliar a qualidade microbiológica das brânquias, filé e água dos criatórios de Tambacu no município de Governador Edison Lobão – MA, com base em dados microbiológicos e parâmetros físico-químicos para analisar a interação entre o ambiente e a contaminação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Piscicultura no Brasil e no Maranhão

A piscicultura brasileira tem apresentado crescimento significativo nas últimas décadas, consolidando-se como uma das principais atividades do setor agropecuário nacional, especialmente em regiões com vastos recursos hídricos e clima favorável. No Maranhão, destaca-se o potencial produtivo em razão da disponibilidade de áreas propícias à criação aquícola e da presença de rios e mananciais que favorecem o cultivo em tanques escavados e viveiros (Peixe BR, 2021). Segundo Viana et al. (2022), o estado ocupa uma posição de destaque na produção de peixes nativos, com ênfase na tilapicultura e na criação de híbridos como o tambacu, contribuindo para a geração de emprego e renda, sobretudo em pequenas propriedades rurais. Contudo, o desenvolvimento da cadeia produtiva ainda enfrenta entraves, como a limitação de infraestrutura, a baixa capacitação técnica de parte dos produtores e a carência de políticas públicas mais eficazes voltadas à assistência técnica e ao escoamento da produção. A consolidação da piscicultura maranhense como atividade sustentável e competitiva depende diretamente do fortalecimento de sua cadeia produtiva por meio de investimentos em infraestrutura, capacitação e políticas públicas regionais.

2.1 Microbiologia no contexto da piscicultura

2.1.2 *Escherichia coli*

A microbiologia é essencial para garantir a segurança dos pescados e do ambiente onde eles vivem, ajudando a identificar possíveis contaminações e a proteger a saúde pública de problemas relacionados às DTA's. Nesse contexto, as bactérias desempenham um papel importante na vigilância sanitária e na qualidade dos alimentos, sendo necessário aprofundar o conhecimento sobre sua presença e distribuição. Compreender a frequência de ocorrência desses microrganismos pode oferecer subsídios valiosos para estudos epidemiológicos voltados ao consumo de pescado (Souza et al, 2022). Dessa forma, o monitoramento microbiológico se estabelece como uma ferramenta indispensável para a prevenção de surtos alimentares e para a formulação de políticas públicas mais eficazes na área da saúde.

À vista disso, principalmente nos últimos anos, têm se tornado mais comuns os relatos sobre a transmissão de agentes patogênicos por meio do consumo de peixes. O pescado destaca-se como um dos principais veículos de microrganismos causadores de enfermidades, sendo as toxinfecções alimentares as mais recorrentes. Dentre esses agentes, as bactérias

patogênicas se sobressaem como as mais prevalentes, comprometendo diretamente a qualidade e a segurança dos produtos aquícolas (Pinheiro, 2018).

Entre as bactérias mais comuns descritas na literatura, a *Escherichia coli* é uma das mais importantes e prevalentes, sendo amplamente utilizada como indicador de contaminação fecal em alimentos e ambientes aquáticos. *E. coli* é uma bactéria da família *Enterobacteriaceae* com ampla relevância em saúde pública por estar associada a infecções intestinais e extraintestinais em humanos e animais. Embora algumas cepas sejam comensais do trato digestivo, outras são patogênicas e podem causar doenças graves, como diarreias, septicemias e infecções urinárias. Destacam-se as cepas produtoras de toxina Shiga (STEC), com potencial zoonótico e impacto significativo na medicina humana (Mcvey; Kennedy; Chengappa, 2016).

Em relação a aspectos morfológicos, a *Escherichia* são classificadas como bactérias gram-negativas em formato de bastonete (Figura 1), com extremidades arredondadas, medindo cerca de 0,5 μm de diâmetro por 1,0 a 3,0 μm de comprimento (Mcvey; Kennedy; Chengappa, 2016).

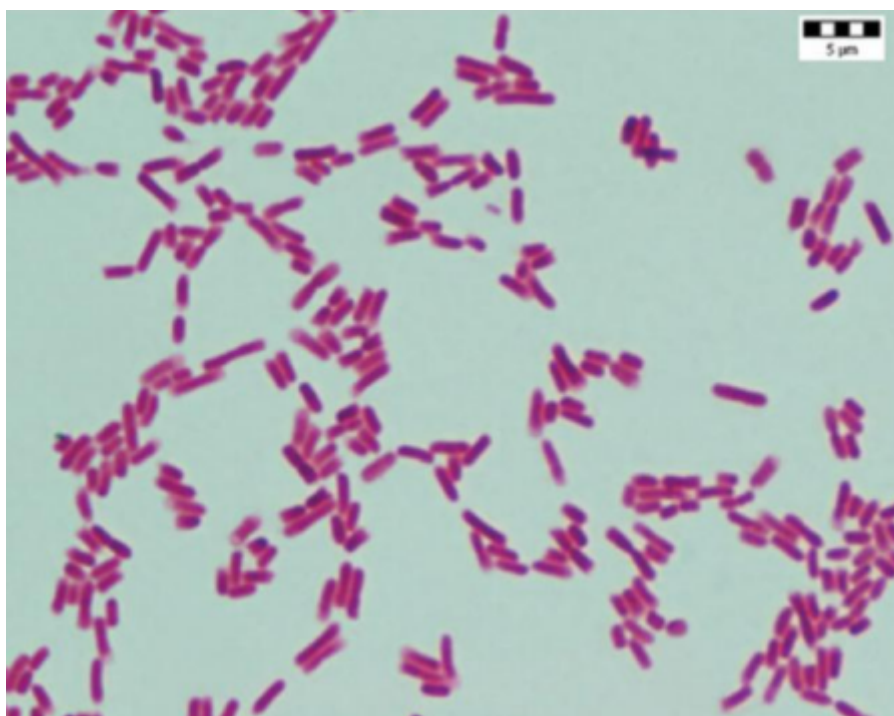


Figura 1 – *Escherichia coli* em formato de bastonete, aumento de 1000 \times . Fonte: Bacteria in Photos (2011).

Sua estrutura celular inclui lipopolissacarídeos (LPS), proteínas de membrana externa, porinas, lipoproteínas e uma fina camada de peptidoglicano. Quando possuem LPS completo, geralmente expressam o antígeno O, embora nem todas as cepas possam ser sorotipadas. Além disso, podem apresentar cápsulas (relacionadas ao antígeno K), flagelos (associados ao antígeno H) e adesinas, fatores que contribuem para a adesão e virulência do microrganismo. (Mcvey; Kennedy; Chengappa, 2016) (Figura 2 e 3).

Figura 2 – Representação artística da bactéria *Escherichia coli*. Imagem elaborada por David S. Goodsell, modificada por Arreola Barroso et al. (2022).

Proteínas en *Escherichia coli*

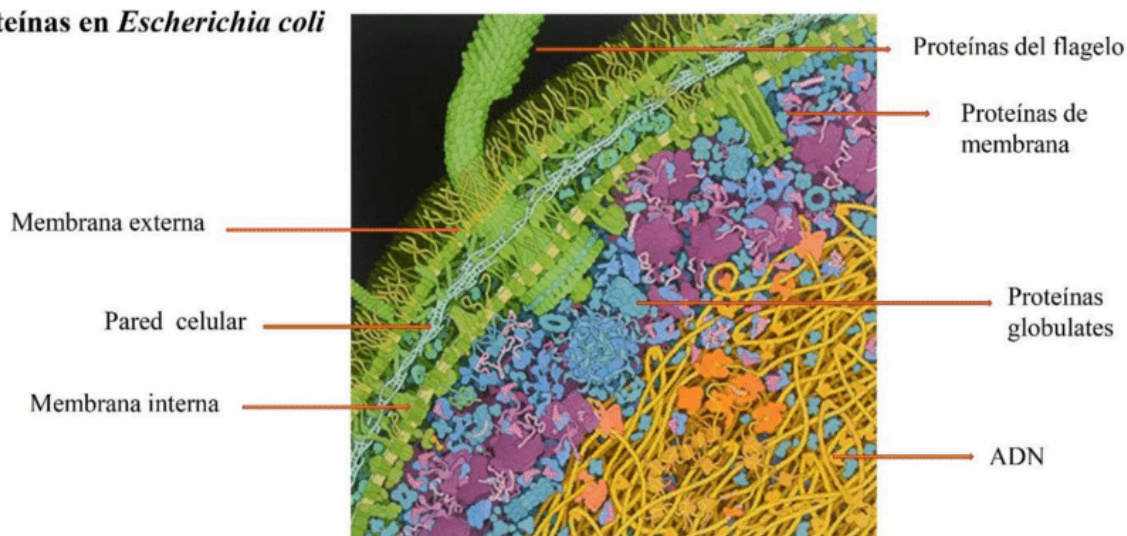
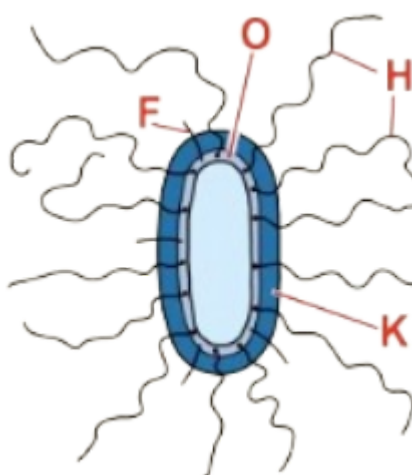


Figura 3 – Entre as principais estruturas dos membros da família *Enterobacteriaceae*, como a *Escherichia coli*, destacam-se os antígenos O (somático), K (relacionado à cápsula) e F (ligado às fimbrias).



Fonte: Quinn et al. (2018).

Uma vez que essa bactéria, normalmente, não está presente na microbiota intestinal dos peixes, a não ser em situações em que há contaminação das águas do ambiente de cultivo (Lorenzon et al., 2010), torna-se essencial compreender a estrutura de microrganismos — como a *Escherichia coli* — para identificar seus mecanismos de patogenicidade. Isso permite a adoção de medidas eficazes de controle, assegurando a saúde pública e garantindo que produtos e subprodutos de origem animal cheguem com qualidade e segurança à mesa do consumidor.

2.1.2 Coliformes Totais

Os coliformes totais são utilizados como indicadores das condições higiênico-sanitárias, não representando, necessariamente, uma contaminação fecal direta por humanos ou animais. No entanto, sua presença revela o nível de contaminação microbiana ao qual o alimento foi submetido. De forma indireta, esses microrganismos refletem a eficiência das práticas de produção adotadas, sendo que altos níveis sugerem falhas nos procedimentos operacionais que devem ser corrigidas (Liuson, 2003). Dessa forma, o monitoramento dos coliformes totais se mostra indispensável para assegurar a integridade microbiológica dos alimentos e a segurança do consumidor.

2.2 Boas práticas de manejo (BPM) na aquicultura

Boas práticas de manejo na aquicultura envolvem a manutenção dos parâmetros que indicam a qualidade da água, o fornecimento de uma alimentação adequada e o controle sanitário dos animais, garantindo bem-estar, produtividade e segurança alimentar.

Segundo Brasil (2020), a disponibilidade e a qualidade da água são fatores essenciais na aquicultura, influenciando a escolha da espécie a ser cultivada e o sistema de produção. Em regiões com longos períodos de seca ou alta evaporação, é importante assegurar um volume mínimo de água nos viveiros para evitar ressecamento e escassez de oxigênio. Além disso, o monitoramento constante das características físico-químicas da água — como temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia e transparência — é fundamental para garantir o bem-estar dos organismos, prevenir estresse e mortalidade, e otimizar o manejo do cultivo.

A captação de água para a piscicultura pode ocorrer em rios, riachos e reservatórios, desde que estas fontes estejam livres de contaminantes como resíduos industriais, pesticidas ou metais pesados (Brasil, 2020). Manter um controle regular da qualidade da água é crucial não só para evitar problemas de saúde nos peixes, mas também para promover um manejo mais eficiente, aproveitando melhor os recursos hídricos e observando o comportamento dos

organismos aquáticos (Leira et al., 2017). Assim, garantir a qualidade da água é uma estratégia vital para a sustentabilidade e o sucesso na produção aquícola.

A alimentação dos peixes deve considerar suas necessidades nutricionais, hábitos alimentares e fase de desenvolvimento. Essa atenção garante melhor desempenho produtivo com menor custo e reduz impactos ambientais, já que há menor liberação de nutrientes no meio de cultivo (Brasil, 2020). A forma como os peixes são alimentados influencia diretamente seu bem-estar, especialmente no que diz respeito à chamada “liberdade nutricional” e ao princípio da “Nutrição”. Esses conceitos envolvem o fornecimento de alimentos em quantidade e qualidade adequadas, além de um manejo que respeite a frequência, o volume e os horários de oferta, evitando disputas entre os animais. Uma dieta equilibrada, com bom perfil proteico e energético, favorece o crescimento dos peixes e melhora o rendimento industrial. Além disso, uma alimentação bem planejada contribui para uma conversão alimentar mais eficiente, reduzindo a carga de nutrientes nos efluentes e, conseqüentemente, o impacto ambiental (Barcellos, 2022). Dessa forma, investir em práticas nutricionais adequadas é essencial para garantir não apenas a produtividade e o bem-estar dos peixes, mas também a sustentabilidade dos sistemas aquícolas.

A manutenção da saúde dos peixes em sistemas de cultivo depende de diversos fatores, como o manejo adequado, a biossegurança, a qualidade da água, a nutrição, a genética e a infraestrutura. Quando esses elementos são bem conduzidos, os peixes permanecem em equilíbrio fisiológico, com boa resposta imunológica frente a agentes patogênicos, o que reforça a relação direta entre sanidade e bem-estar animal (Barcellos, 2022). No entanto, em sistemas intensivos, o estresse é praticamente inevitável e pode comprometer a imunidade dos animais, tornando-os mais suscetíveis a doenças — uma das principais causas de perdas econômicas na aquicultura. Por isso, estratégias preventivas e o conhecimento técnico sobre as principais enfermidades são fundamentais para reduzir riscos e garantir uma produção mais segura. Investir em boas práticas de manejo, que minimizem o estresse e promovam um ambiente saudável, é essencial para assegurar o bem-estar dos peixes e a sustentabilidade da atividade aquícola (Leira et al., 2017).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A pesquisa foi conduzida no município de Governador Edison Lobão, localizado na região central do estado do Maranhão, com uma área de 615,860 km². O município faz divisa ao norte com Imperatriz e Davinópolis, ao leste com Buritirana, ao oeste com o estado do Tocantins, e ao sul com Montes Altos e Ribamar Fiquene. Governador Edison Lobão está situado a 30 km de Imperatriz, acessível pela BR-010, que é a principal via de escoamento da produção (IBGE, 2020). A aquicultura em criatórios na região amazônica do oeste do Maranhão é a segunda maior do estado, ficando atrás apenas da região norte. A produção de tambacu/tabatinga nessa área tem crescido, atingindo 2.320.211 kg em 2019. Entretanto, o município de Governador Edison Lobão apresentou uma redução na produção, passando de 232.270 kg em 2015 para 188.695 kg em 2019 (IBGE, 2020).

3.2 Procedimento de coleta

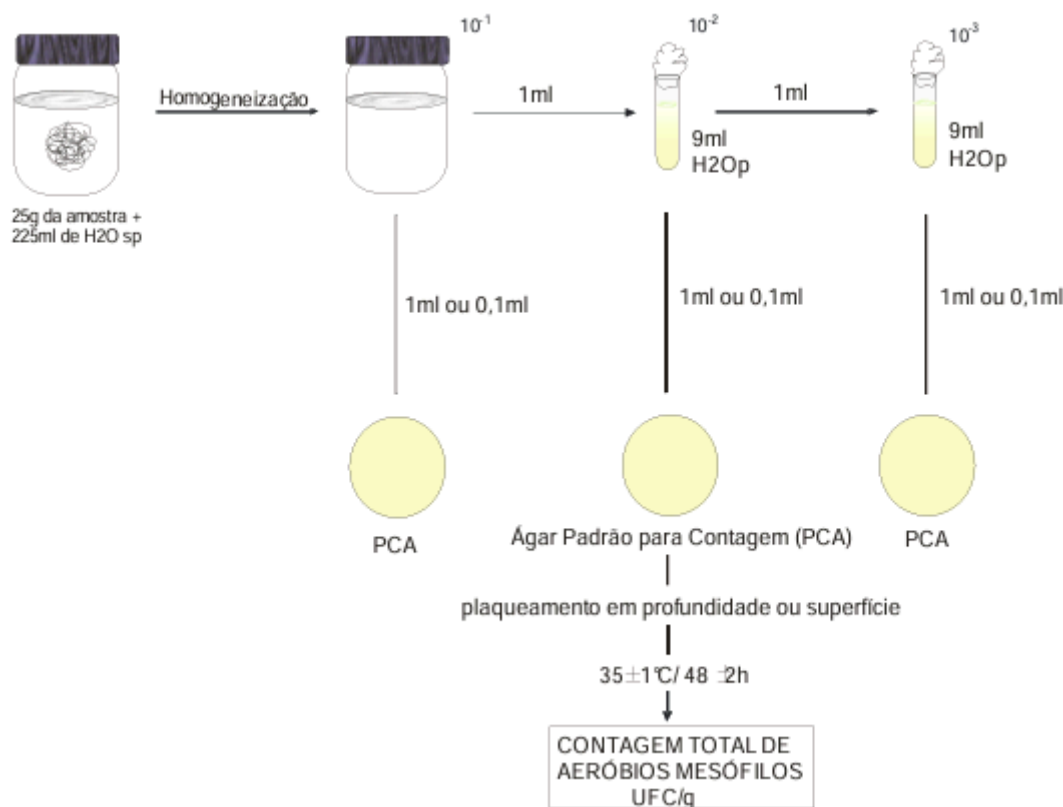
Os peixes foram adquiridos em criatórios no município de Governador Edison Lobão, MA. Espécies de pescado foram capturadas para análise. Os peixes foram capturados com redes e imediatamente acondicionados em sacos plásticos contendo água dos reservatórios, previamente oxigenada. Em seguida, os animais foram encaminhados ao Laboratório de Microbiologia e Limnologia da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL) para análises. No laboratório, os peixes foram anestesiados com solução de eugenol, pesados, medidos e eutanasiados por secção cerebral. Foram avaliadas trinta (30) amostras de filé de peixe provenientes de três (3) tanques. As coletas das amostras ocorreram em dois períodos distintos: quinze (15) amostras foram colhidas no período seco; e as outras quinze (15), no período chuvoso. O projeto foi submetido ao Protocolo para Uso de Animais em Pesquisa Científica – CEEA, sob o número 31/2021.

3.3 Avaliação microbiológica das brânquias e filé

As análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia e Saúde da UEMASUL. A metodologia adotada consistiu na pesagem de 10 g das brânquias, seguida da adição de 90 mL de água peptonada a 0,1%. A partir dessa diluição inicial, foram preparadas as demais diluições (10^{-2} e 10^{-3}). Em seguida, uma alíquota de 1 mL de cada diluição foi vertida em placa de Petri esterilizada, sobre a qual foi adicionado o Ágar padrão para contagem (PCA). As placas foram então incubadas em estufa bacteriológica a 35 °C e, após 24 a 48 horas, as

colônias foram contadas (Figura 4).

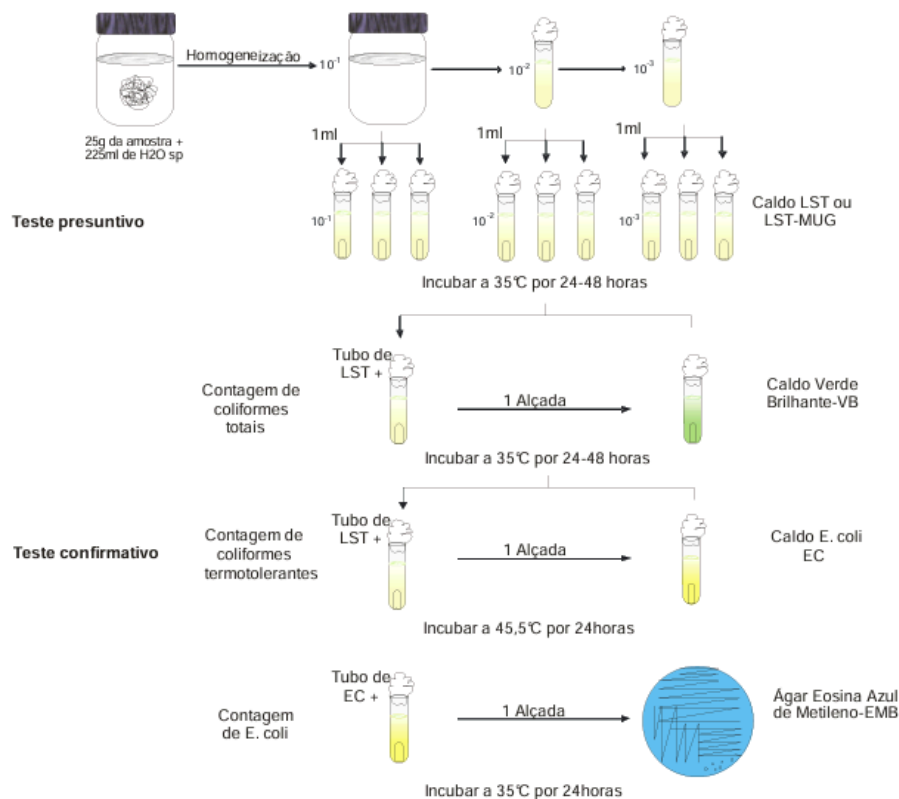
Figura 4 – Esquema geral da metodologia utilizada para a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos em placas, aplicada à análise microbiológica de brânquias.



Fonte: Coelho et al. (2011).

Para a análise de filé, foram utilizados 25g da amostra em 225mL de água peptonada. A amostra foi homogeneizada com uma diluição inicial de 1:10 (10⁻¹), adicionando-se 25 g da amostra a 225 mL de diluente adequado. Para a segunda diluição (10⁻²), foi transferido 1,0 mL da diluição 10⁻¹ para 9,0 mL de diluente, e as diluições subsequentes foram preparadas de maneira semelhante. Para identificar a presença de Coliformes Totais e *Escherichia coli*, a partir dos tubos positivos no teste presuntivo, transferiu-se uma alçada para os tubos contendo caldo VB (Verde Brillhante) e caldo EC. Em seguida, os tubos foram incubados a 35°C por 24 a 48 horas (VB) e a 44,5 ± 0,2°C por 24 horas (EC). Após esse período, observou-se o crescimento com produção de gás, e então foi registrada a quantidade de tubos positivos para determinar o Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais por grama (Figura 5).

Figura 5 – Esquema representativo do método utilizado para a determinação de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* por meio da técnica do Número Mais Provável (NMP), aplicado à análise microbiológica de filés de tambacu.



Fonte: Coelho et al. (2011).

3.4 Complementação metodológica de dados Físico-Químicas

A presente pesquisa foi realizada em conjunto com outro projeto institucional, voltado à avaliação físico-química da água de cultivo e dos filés de Tambacu, oriundos da mesma região e locais de amostragem. Embora este estudo tenha se concentrado na análise microbiológica das amostras de brânquias, filés e água dos criatórios, os dados físico-químicos gerados pelo projeto parceiro foram utilizados de forma complementar, com o intuito de subsidiar a interpretação dos resultados microbiológicos, especialmente no que se refere às possíveis interações entre qualidade ambiental e contaminação microbiana.

À vista disso, foram realizadas coletas de água para análise físico-química, com medições *in situ* do potencial hidrogeniônico (pH), temperatura da água (T), condutividade elétrica (Cond), sólidos totais dissolvidos (TDS), turbidez (Turb) e clorofila (Clo), utilizando a sonda de multiparâmetros Hydrolab DS5 da OTT Hydromet, modelo SX751, fabricada em Loveland, CO, EUA (Araújo et al., 2024).

4 RESULTADOS

Como o Tambacu é amplamente consumido na região sudoeste do Maranhão, principalmente por sua carne, tornou-se essencial realizar um estudo microbiológico do filé e brânquias, além das análises da água dos tanques. Todos os resultados obtidos de Número Mais Provável (NMP/100 mL), foram baseados na tabela de valores da Bacteriological Analytical Manual Online (2001) em anexo.

4.1 Avaliação microbiológica das brânquias de Tambacu

A partir da avaliação microbiológica das brânquias, pelo método de espalhamento em placa, foi possível observar que todas as placas apresentaram crescimento confluyente de colônias (incontáveis), com aspecto esbranquiçado e brilhante, sendo a maioria de formato regular.

4.2 Avaliação microbiológica do filé de Tambacu (tubos múltiplos)

Na análise dos filés de tambacu, observou-se presença significativa de Coliformes Totais e *Escherichia coli*, conforme evidenciado pela técnica de tubos múltiplos, como pode ser observado nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Ensaio confirmativo para Coliformes Totais e *Escherichia coli* (número mais provável – NMP /100 ml), técnica de tubos múltiplos. Coleta de amostras realizadas no período seco.

AMOSTRAS DE FILÉ	COLIFORMES TOTAIS (NMP/100 ml)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)
P (Peixe) 1	<0,3	<0,3
P2	14	7.4
P3	6.2	9.4
P4	<0,3	<0,3
P5	9.4	6.2
P6	9.2	6.2
P7	240	9.4
P8	3.0	<0,3
P9	>1100	16

P10	36	11
P11	<0,3	<0,3
P12	35	14
P13	3.0	<0,3
P14	<0,3	<0,3
P15	9.4	3.0

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

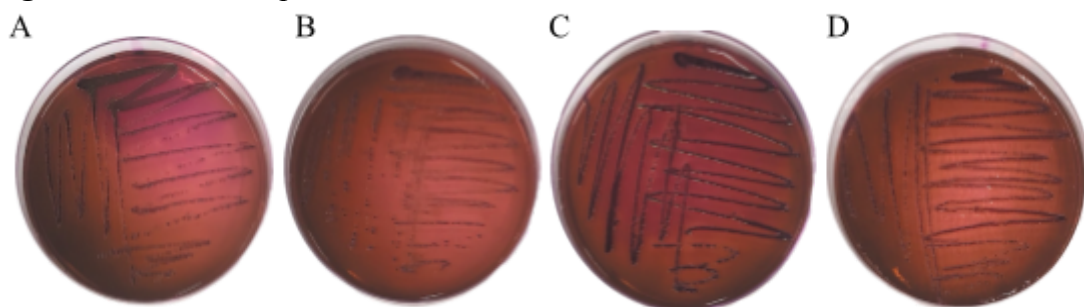
Tabela 2 – Ensaio confirmativo para Coliformes Totais e *Escherichia coli* (número mais provável – NMP/100 ml), técnica de tubos múltiplos. Coleta de amostras realizadas no período chuvoso.

AMOSTRAS DE FILÉ	COLIFORMES TOTAIS (NMP/100 ml)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)
P (Peixe) 1	93	15
P2	23	3.6
P3	93	6.2
P4	<0,3	3.6
P5	35	28
P6	23	23
P7	>1100	>1100
P8	93	36
P9	11	<0,3
P10	43	43
P11	460	150
P12	11	15
P13	23	21
P14	28	1100
P15	240	150

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Placas foram preparadas para confirmar a presença de *E. coli*. O meio utilizado foi o EMB, escolhido para identificar colônias típicas. No total, sessenta e duas placas foram analisadas a partir dos tubos positivos — valores superiores a $<0,3$, conforme a tabela de NMP/100ml — para EC, apresentados na Tabela 2, resultando em quarenta e quatro placas com colônias características (Figura 6). Conforme demonstram as Figuras A, B, C e D, observa-se a presença de colônias de *Escherichia coli*, que geralmente são escuras com brilho azulado característico.

Figura 6 – Colônias típicas de *Escherichia coli* em meio EMB.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

5 DISCUSSÃO

A avaliação microbiológica das brânquias é uma etapa crucial para compreender a carga microbiana presente em peixes e, conseqüentemente, avaliar a qualidade higiênico-sanitária do produto. No presente estudo, o resultado obtido foi o crescimento confluyente de colônias em todas as placas, apresentando características esbranquiçadas e brilhantes, com maioria de formato irregular, o que impossibilitou a contagem exata dos microrganismos.

Esses resultados indicam uma alta carga microbiana nas brânquias do Tambacu, o que pode estar relacionado às condições do ambiente de criação, como a qualidade da água e a densidade de estocagem. Costa et al. (2020), analisou a microbiota de brânquias de Tambaqui (*Colossoma macropomum*), encontrou resultados semelhantes, com altos níveis de contaminação bacteriana, especialmente em tanques com maior densidade de peixes. Esses resultados indicam que as condições ambientais e o manejo inadequado podem favorecer o crescimento excessivo de microrganismos, comprometendo a qualidade do pescado e potencialmente afetando a saúde do consumidor. Portanto, a alta carga microbiana observada nas brânquias do Tambacu pode refletir problemas na qualidade da água e nas práticas de manejo adotadas, sugerindo a necessidade de melhorias nesses aspectos para garantir a segurança microbiológica do pescado.

5.1 *Escherichia Coli* e Coliformes Totais

A *Escherichia coli* é um coliforme termotolerante de grande relevância. Considerada uma das bactérias gram-negativas mais comuns, a *E. coli* está presente na microbiota intestinal de diversos animais. Ela é frequentemente utilizada como um indicador de contaminação fecal, ajudando a avaliar a presença de patógenos entéricos na água (Baldin, 2011). Vale destacar que, normalmente, essa bactéria não faz parte da microbiota intestinal dos peixes, a menos que haja poluição nas águas do criatório (Lorenzon et al., 2010), e como no local há presença de outros animais, os índices encontrados no estudo de Araújo et al. (2024), que auxiliaram para os resultados deste estudo, variaram de 4.97 a 264.00 NMP/g na água dos tanques, indicam uma presença significativa da bactéria no ambiente, principalmente no período chuvoso.

A identificação de coliformes totais e da bactéria *Escherichia coli* em alimentos, especialmente em produtos de origem pesqueira, é essencial para assegurar a inocuidade dos alimentos e proteger a saúde da população. Esses microrganismos

funcionam como marcadores de contaminação fecal e também refletem falhas nas práticas higiênicas adotadas durante o manuseio e o processamento dos alimentos (Brasil, 2019). No presente estudo, os dados para *E. coli* no filé do peixe foram de $<0,3$ a >1100 NMP/g, sendo o período chuvoso o mais acometido por essa bactéria. A *Escherichia coli* é mais presente no período chuvoso principalmente devido a fatores ambientais e sanitários que favorecem o carreamento de matéria orgânica e fezes de animais — que geralmente estão presentes nas proximidades —, para os corpos d'água, como os tanques de piscicultura.

Coliformes totais, um grupo de bactérias que inclui *E. coli*, são usados para indicar a presença de microrganismos potencialmente patogênicos. A presença de *E. coli*, em particular, está associada diretamente com a contaminação fecal e com doenças gastrointestinais graves, como a diarreia e a síndrome hemolítico-urêmica (Martins et al., 2022).

Ainda neste ponto, como pode-se observar ao longo da literatura, o pescado é especialmente vulnerável à contaminação devido às condições ambientais em que é encontrado e à sua perecibilidade. O limite máximo para presença de *E. coli* em pescados é de 5×10^2 UFC/g (Brasil, 2022). No presente estudo, nas amostras de filés, apenas duas apresentaram valores iguais ou superiores a 1100 NMP/g, ultrapassando, portanto, o limite estabelecido. Além dessas duas amostras, a maioria das placas apresentou contagens próximas a esse valor. Apesar de os demais resultados estarem abaixo do limite, a presença de coliformes totais e *E. coli* em pescado representa um fator essencial no controle de qualidade e segurança alimentar. A aplicação rigorosa das normas dispostas na Resolução RDC nº 331/2019, bem como de outros regulamentos pertinentes, é indispensável para garantir que os alimentos permaneçam seguros para o consumo, assegurando a saúde pública e prevenindo possíveis surtos de DTA's.

Em relação aos dados de coliformes totais, tanto no presente estudo, quanto na pesquisa realizada por Araújo et al. (2024), respectivamente encontrou-se uma variação de $<0,3$ a >1100 NMP/g em amostras de filé e 71,07 a 558.40 NMP/g em amostras de águas dos tanques. Em ambos, os dados foram superiores ao limite estabelecido pela Resolução Conama, ou seja, inferior a 1,1 NMP/100mL (Araújo et al., 2024). Além disso, no período seco foi mais evidente a presença de coliformes totais quando comparado ao período chuvoso, isso pode ser justificado por conta da baixa renovação de água e também pelo acúmulo de matéria orgânica.

5.2 pH e Temperatura da água (T)

O pH da água é uma medida fundamental para determinar o grau de acidez ou alcalinidade, refletindo a concentração de íons de hidrogênio. Em ambientes de piscicultura, é crucial manter o pH entre 6 e 9, faixa na qual os peixes conseguem sobreviver e crescer de maneira saudável (Leira et al., 2017). Valores fora desse intervalo podem expor os peixes a riscos como estresse fisiológico, doenças e até mortalidade. Assim, o monitoramento constante desse parâmetro é indispensável para evitar problemas graves de saúde e desempenho dos peixes. A temperatura da água é outro fator crítico, pois os peixes, sendo organismos ectotérmicos, dependem diretamente da temperatura do ambiente para regular suas funções metabólicas (Leira et al., 2017). A temperatura ideal varia conforme a espécie; por exemplo, para o Tambacu, o ideal é entre 25°C e 30°C. Desvios significativos dessa faixa podem resultar em crescimento reduzido ou, em casos extremos, mortalidade. À vista disso, tanto o pH quanto a temperatura — sendo estes dados embasados e já publicados no estudo de Araújo et al. (2024) — estão dentro dos parâmetros ideais, garantindo um ambiente propício para o desenvolvimento dos peixes.

5.3 Clorofila, turbidez e sólidos totais dissolvidos

A análise da água apresentada no estudo de Araújo et al. (2024), que corrobora para os resultados presentes no estudo, revela alta turbidez (35,03 NTU) e elevados níveis de clorofila (58,88 µg/L), indicando proliferação de alga e baixa penetração de luz solar, o que compromete a produtividade biológica em viveiros de piscicultura. Leira et al. (2017) destacam que a turbidez elevada impede a fotossíntese, essencial para a produção de fitoplâncton, enquanto outros estudos (Marinho et al., 2020; Ferreira; Santos, 2021; Silva et al., 2022) apontam que essa condição pode estressar os peixes, reduzir o crescimento e levar à eutrofização, agravando a degradação da qualidade da água. A presença de altos níveis de sólidos em suspensão, como indicado pelos valores de TDS (0,04 g/L) (Araújo et al., 2024), também pode ocasionar mudanças na qualidade da água, afetando negativamente a produção de peixes (Ferreira; Santos, 2021). O controle desses parâmetros é crucial para garantir um ambiente saudável na aquicultura.

5.4 Condutividade elétrica

Os dados de condutividade elétrica, expostos no estudo de Araújo et al. (2024), que contribuem para o presente estudo, mostraram-se acima do intervalo desejável para piscicultura, que é entre 0,02 a 0,1 µS/cm, conforme Leira et al. (2017). Esse valor elevado

sugere alta concentração iônica e possivelmente um grau avançado de decomposição orgânica, indicando poluição e eutrofização no tanque. Em decorrência disso, outros estudos corroboram que a condutividade elétrica elevada pode afetar negativamente a qualidade da água, criando condições subótimas para o crescimento dos peixes e desequilíbrios no ecossistema (Costa et al., 2021; Rodrigues et al., 2023).

6 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados pelo presente trabalho de pesquisa revelaram a importância do monitoramento contínuo e rigoroso da qualidade da água e dos peixes em criatórios, à exemplo de regiões como o oeste do Maranhão, onde a piscicultura é uma atividade significativa.

A alta carga microbiana observada, associada a parâmetros físico-químicos inadequados, como alta condutividade elétrica e turbidez, sugere a necessidade de melhorias nas práticas de manejo e no controle ambiental.

Tais medidas são essenciais para garantir a segurança microbiológica dos produtos e minimizar os riscos à saúde pública, além de promover a sustentabilidade econômica da piscicultura na região e a segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, K. S. da S. et al. Biomonitoring of waters and Tambacu (*Colossoma macropomum* × *Piaractus mesopotamicus*) from the Amazônia Legal, Brazil. *Water*, v. 16, p. 2588, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w16182588>.
- BARCELLOS, Leonardo José Gil (coord.). Manual de boas práticas para o cultivo e manejo sanitário de organismos aquáticos. 1. ed. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Sustentável e Irrigação, Departamento de Desenvolvimento das Cadeias Produtivas, Coordenação de Boas Práticas e Bem-estar Animal, 2022. Disponível em: https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/arquivos/educacao-sanitaria/Manual_BP_cultivo_IS_BN_ok2compressed-1.pdf. Acesso em: 14 jul. 2025.
- BRASIL. Resolução RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padrão para os estabelecimentos produtores de alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-331-de-23-de-dezembro-de-2019-231616991>. Acesso em: 19 ago. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 161, de 1º de Julho de 2022. Estabelece os Padrões Microbiológicos dos Alimentos. Diário Oficial da União. Brasília-DF. 2022.
- BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. ITAIPU Binacional. Instituto Água Viva. Boas práticas de manejo em aquicultura. Itaipu: Itaipu Binacional, [2020].
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.
- CANAL AGRO. Conheça a história da piscicultura e sua importância para o Brasil. 2021. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/conheca-a-historia-da-piscicultura-esua-importancia-para-o-brasil/>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- COELHO, Ana Flávia Santos; SILVA, Karuane Saturnino da; TARGINO, Brenda Neres; GOMES, Carlos Eduardo. Apostila de aula prática. Disciplina de Microbiologia de Alimentos. Curso de Engenharia de Alimentos – UFT, 2011.
- CHIARELLI, G. Microbiologia, Higiene e Segurança. UNIASSELVI: [s. n.], 2018.
- COSTA, F. R.; LIMA, R. A. Implicações da condutividade elétrica elevada na qualidade da água em sistemas de piscicultura. *Revista de Ecologia Aquática*, v. 19, n. 3, p. 112-119, 2021.
- COSTA, J. A. V. et al. Avaliação microbiológica de brânquias de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistemas de criação intensiva. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 49, e20200123, 2020. DOI: 10.1590/rbz4920200123.
- FERREIRA, R. A.; SANTOS, L. M. Impacto da turbidez na qualidade da água e no desenvolvimento de peixes em viveiros de piscicultura. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, v. 13, n. 2, p. 214-222, 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Área da unidade territorial: Área territorial brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/governador-edison-lobao/panorama>. Acesso em: 27 jul. 2021.

IDEXX LABORATORIES, Inc. Colilert® Test Kit. Westbrook, ME: IDEXX Laboratories, 2023. Disponível em: <https://www.idexx.com/en/water/water-products-services/colilert-test-kit/>. Acesso em: 19 ago. 2024.

LEIRA, M. H. et al. Problemas sanitários das pisciculturas brasileiras. Pubvet, v. 11, p. 538-645, 2017.

LEIRA, M. H. et al. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. PUBVET, 11, p. 11-17, 2017.

LIUSON, E. Pesquisa de coliformes totais, fecais e Salmonella spp. em tilápias de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo. 2003. 94 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

LOURENÇO, J. N. de P.; MALTA, J. C. de O.; DE SOUSA, Francisneide Neves. A importância de monitorar a qualidade da água na piscicultura. Embrapa Amazônia Ocidental – Séries anteriores (INFOTECA-E), 1999.

MARINHO, M. M. et al. Efeitos da turbidez elevada sobre o comportamento alimentar e crescimento de espécies de peixes em aquicultura. Aquaculture Research, v. 51, n. 3, p. 1056-1062, 2020.

MCVEY, Scott; KENNEDY, Melissa; CHENGAPPA, M. M. Microbiologia Veterinária. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. E-book. ISBN 9788527728263. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527728263/>. Acesso em: 11 jul. 2025.

PEIXE BR. Anuário PEIXE BR da Piscicultura 2021. 2021. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>.

PINHEIRO, Lucas Borges. Qualidade microbiológica de peixes comercializados em feiras livres no município de Sousa – PB. 2018. 84 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2018. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/xmlui/bitstream/handle/riufcg/3087/LUCAS%20BORGES%20PINHEIRO%20%E2%80%93%20DISSERTA%C3%87%C3%83O%20PPGSA%20ACAD%C3%8AMICO%202018.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 11 jul. 2025.

PINHEIRO, Lucas Borges et al. Piscicultura de tilápia: efeitos da contaminação por Escherichia coli e Salmonella enteritidis. 2018.

PISCICULTURA: fundamentos da produção de peixes. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR. Brasília: SENAR, 2017.

QUINN, P. J.; MARKEY, B. K.; LEONARD, F. C.; et al. Microbiologia veterinária: essencial. 2. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2018. E-book. ISBN 9788582715000. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582715000/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

RODRIGUES, P. M.; OLIVEIRA, S. F. Condutividade elétrica e seus impactos na piscicultura em águas tropicais. *Journal of Aquaculture Management*, v. 44, n. 2, p. 145-152, 2023.

SILVA, C. R. et al. Eutrofização e seus impactos na piscicultura: uma análise da qualidade da água em viveiros comerciais. *Journal of Aquatic Sciences*, v. 37, n. 4, p. 58-70, 2022.

SÓ BIOLOGIA. Peixes. *Virtuous Tecnologia da Informação*, 2008. Disponível em: <http://www.sobiologia.com.br/>. Acesso em: 18 abr. 2023.

SOUZA, Naiane Barros et al. Avaliação bacteriológica da água em uma piscicultura, no reservatório Moxotó-BA, destinada ao cultivo de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Tecnologia e Microbiologia sob a Perspectiva da Segurança dos Alimentos*, v. 2, p. 13-23, 2022.

VIANA, Diego Carvalho et al. Cadeia produtiva da piscicultura no estado do Maranhão. *Ciência e Natura*, v. 44, p. e39-e39, 2022.

ANEXOS

ANEXO A – Número Mais Provável para séries de 3 tubos com inóculos de 0,1, 0,01 e 0,001 mL e respectivos intervalos de confiança 95%

Número de Tubos Positivos			NMP/m L	Limites de confiança de 95%		Número de Tubos Positivos			NMP/m L	Limites de confiança de 95%	
0,1ml	0,01ml	0,001ml		Baixo	Alto	0,1ml	0,01ml	0,001ml		Baixo	Alto
0	0	0	<0,3	-	9.5	2	2	0	21	4,5	42
0	0	1	3.0	0,15	9,6	2	2	1	28	8,7	94
0	1	0	3.0	0,15	11	2	2	2	35	8,7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8,7	94
0	2	0	6.2	1.2	18	2	3	1	36	8,7	94
0	3	0	9.4	3.6	38	3	0	0	23	4.6	94
1	0	0	3.6	0,17	18	3	0	1	38	8,7	110
1	0	1	7.2	1.3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3.6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7,4	1.3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3.6	38	3	1	2	120	37	420
1	2	0	11	3.6	42	3	1	3	160	40	420
1	2	1	15	4,5	42	3	2	0	93	18	420
1	3	0	16	4,5	42	3	2	1	150	37	420
2	0	0	9.2	1.4	38	3	2	2	210	40	430
2	0	1	14	3,6	42	3	2	3	290	37	1.000
2	0	2	20	4,5	42	3	3	0	240	42	1.000
2	1	0	15	3.7	42	3	3	1	460	90	2.000
2	1	1	20	4,5	42	3	3	2	1100	180	4.100
2	1	2	27	8,7	94	3	3	3	>1100	420	-

Fonte: Bacteriological Analytical Manual Online, 2001.