



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
AGROALIMENTAR PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS**

LUCAS BORGES PINHEIRO

**PISCICULTURA DE TILÁPIA: EFEITOS DA CONTAMINAÇÃO
POR *Escherichia coli* e *Salmonella enteritidis*.**

POMBAL – PB
2018

LUCAS BORGES PINHEIRO

**PISCICULTURA DE TILÁPIA: EFEITOS DA CONTAMINAÇÃO
POR *Escherichia coli* e *Salmonella enteritidis*.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Orientadora: Profa. DSc. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira

Co-orientadores: Prof. DSc. Sthelio Braga da Fonseca
Prof. DSc. Camilo Allyson Simões de Farias

P654p

Pinheiro, Lucas Borges.

Psicultura de tilápia: efeitos da contaminação por *Escherichia coli* e *Salmonella enteritidis* / Lucas Borges Pinheiro. – Pombal, 2018.
41 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

"Orientação: Profa. Dra. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira".

"Co-orientação: Prof. Dr. Sthelio Braga da Fonseca, Prof. Dr. Camilo Allyson Simões de Farias".

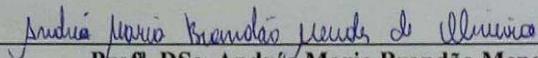
1. Piscicultura. 2. Água contaminada. 3. Bactérias. 4. Tilápia - Produção. I. Oliveira, Andréa Maria Brandão Mendes de. II. Fonseca, Sthelio Braga da. III. Farias, Camilo Allyson Simões de. IIII. Título.

CDU 639.3(043)

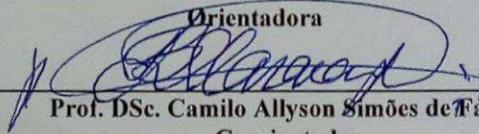
PISCICULTURA DE TILÁPIA: EFEITOS DA CONTAMINAÇÃO POR
Escherichia coli e Salmonella enteritidis.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

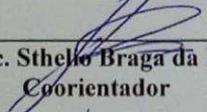
Aprovado em: 08/08/2018



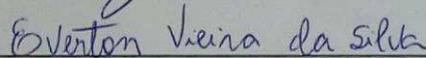
Prof. DSc. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira
Orientadora


Prof. DSc. Camilo Allyson Simões de Farias

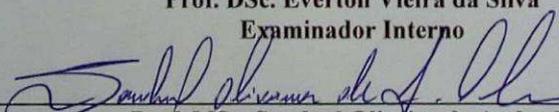
Coorientador


Prof. DSc. Sthelto Braga da Fonseca

Coorientador



Prof. DSc. Everton Vieira da Silva
Examinador Interno


Prof. MSc. Sanduel Oliveira de Andrade
Examinador Externo

POMBAL-PB
2018

A Deus e a minha família, por todo o
incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por toda a força, saúde e fé que me fizeram concluir essa etapa da minha vida.

A minha Mãe Tina e ao meu Pai David, a minha esposa Joyce e ao meu filho Pietro, pela força e por dar todo um sentido a tudo.

A minha orientadora Andréa Brandão por todo o conhecimento e por ter sido paciente nos momentos mais turbulentos. Ao meu co-orientador Sthélio e ao professor João, pois sem eles o projeto não seria possível.

A todo o pessoal do LAAG da UFCG – Pombal, na pessoa do professor Luiz, que deu todo o suporte técnico para a viabilidade do projeto. A Afrânio e Hevilly pelo trabalho pesado do dia a dia no cuidado com os peixes.

A minha companheira de viagem Uyara, por todo o apoio e companheirismo desses quase 3 anos.

“O que prevemos raramente ocorre; o que menos esperamos geralmente acontece”.

(Benjamin Disraeli)

RESUMO

A produção de peixes é de suma importância para o agronegócio, pois gera renda, além de ser um importante alimento para a população. A piscicultura cresce a cada ano e por isso as pesquisas nessa área, como a qualidade da água utilizada nessa forma de produção, tem bastante relevância. Diante desse fato, estudos mostram que pisciculturas podem ter contaminação por bactérias, o que acarreta numa série de danos à saúde e a criação, inclusive, a morte do peixe. O trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da água contaminada pelas bactérias *Escherichia coli* e *Salmonella enteritidis* na produção de tilápias, por se tratarem de bactérias relacionadas a contaminação alimentar e a toxinfecções. Foram analisadas amostras do músculo, pele e do trato digestório dos peixes, os quais permaneceram 45 dias em aquários, com duas colônias de bactérias diferentes e com isso observou-se o desenvolvimento do pescado e os efeitos dos contaminantes aos peixes, além dos níveis de pH, temperatura e oxigênio dissolvido. O presente trabalho mostrou que mesmo com a contaminação da água pelas bactérias envolvidas no estudo, estas não conseguiram penetrar na pele do peixe, conseqüentemente também não adentraram nos músculos, sendo encontradas apenas nos intestinos. Os estudos sobre pisciculturas são importantes e devem ser explorados afim de que essa cultura possa ser cada vez mais difundida e entendida, pois é responsável pela saúde populacional e geração de renda.

Palavras-chave: Água contaminada. Bactérias. Peixes.

ABSTRACT

Fish production is important to agribusiness because it generates income, in addition to being an important food for the population. The fish grows every year and therefore the research in that area, such as the quality of the water used in this form of production, has enough relevance. Given this fact, studies show that fish farms can have contamination by bacteria, which causes a lot of damage to health and the creation, including the death of fish. The study aimed to assess the effects of contaminated water by bacteria *Escherichia coli* and *Salmonella enteritidis* in the production of tilapias. Analyzed samples of muscle, skin and digestive tract of fish, which remained 45 days in aquariums, with two different bacteria, observed the development of the fish and the effects of contaminants to the fish, as well as pH levels, temperature, and dissolved oxygen. The present study showed which even with water contamination by the bacteria involved in the study, these were unable to penetrate the skin of the fish, thus also not entered in the muscles, it found only in the intestines. Studies on fish farms are important, should exploited so that this culture be likely to be increasingly widespread, and understood, as it is responsible for population health and income generation.

Keywords: Contaminated water. Bacteria. Fish.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela mostrando as dosagens de oxigênio dissolvido dos aquários ao longo do experimento.....	27
Tabela 2: Tabela mostrando os níveis de pH dos aquários ao longo do experimento.....	29
Tabela 3: Tabela mostrando as temperaturas dos aquários ao longo do experimento.....	30
Tabela 4: Tabela de Análise microbiológica da água em tempos diferentes ao longo do experimento.....	31
Tabela 5: Tabela de desempenho dos peixes ao longo do experimento.....	31
Tabela 6: Tabela da qualidade do peixe avaliando o parâmetro de pH.....	32
Tabela 7: Tabela de avaliação da presença de microrganismos nos peixes (músculo, intestino e pele).....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tabela mostrando as dosagens de oxigênio dissolvido dos aquários ao longo do experimento.....	27
Figura 2. Tabela mostrando os níveis de pH dos aquários ao longo do experimento.....	29
Figura 3. Tabela mostrando as temperaturas dos aquários ao longo do experimento.....	30
Figura 4. Gráfico da qualidade do peixe avaliando o parâmetro de pH.....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1 PISCICULTURA: GENERALIDADES.....	14
3.2 A TILÁPIA: UMA DAS ESPÉCIES MAIS CULTIVADAS.....	16
3.3 A QUALIDADE DA ÁGUA NA PISCICULTURA.....	17
3.4 BACTÉRIAS E PISCICULTURA.....	19
3.5 PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS.....	21
4 METODOLOGIA	23
4.1 TIPO E LOCAL DE ESTUDO.....	23
4.2 PREPARAÇÃO E PADRONIZAÇÃO DOS ISOLADOS BACTERIANOS.....	23
4.3 QUANTIFICAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA.....	23
4.4 MANEJO DO SISTEMA.....	24
4.5 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO.....	24
4.5.1 Determinação do pH	24
4.6 ANÁLISES DOS DADOS.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5.1 QUALIDADE DA ÁGUA.....	26
5.1.1 Oxigênio dissolvido	26
5.1.2 Potencial hidrogeniônico (pH)	28
5.1.3 Temperatura	29
5.2 ANÁLISE BACTERIOLÓGICA.....	30
5.3 QUALIDADE DO PEIXE.....	32
5.3.1 pH do peixe	32
5.3.2 Análise microbiológica do peixe	33
6 CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial aumentou de forma bastante acentuada nas últimas décadas. Em contrapartida, a produção de alimentos não acompanhou o mesmo ritmo, o que é claramente evidente na realidade dos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. Isso se deve ao fato de que não houve planejamento de políticas públicas para o controle do crescimento da população, por conseguinte, a produção de alimentos teve que ser multiplicada diversas vezes para que se pudesse acompanhar tal crescimento; mesmo assim, inúmeras pessoas ainda passam fome no mundo, necessitando cada vez mais do aumento da produção de alimentos, como exemplo, o pescado e os seus subprodutos (PEREIRA, 2003).

Entretanto, diante da necessidade alimentar da população, fez-se necessário o desenvolvimento de alternativas que pudessem suprir essa carência da forma mais satisfatória possível. Logo, observou-se que entre as diversas alternativas desenvolvidas, a piscicultura tem ganhado ênfase e importância cada vez maior, diante da realidade do suprimento alimentar da população, onde seu crescimento exorbitante e acelerado, vem despertando uma preocupação para com a oferta de alimentos que requer cada vez mais técnica e esforços para produção.

O pescado tem sofrido um significativo incremento nas últimas décadas, em relação à demanda mundial, principalmente em função do crescimento populacional e da busca dos consumidores por alimentação saudável. Neste contexto, a piscicultura desponta como a alternativa mais viável para continuar aumentando essa oferta, visto que a pesca se encontra com a produção estabilizada desde a década de 1990 (FAO, 2014a).

No entanto, apesar das dificuldades enfrentadas, a taxa média anual mundial de produção de pescado é de 3,2% nas últimas 5 décadas. O consumo per capita aparente de pescado passou de 9,9 kg por ano na década de 1960 para 19,2 kg em 2012. Isso se deve ao fato de ser o melhor meio encontrado para se aumentar a produção de alimentos, principalmente os ricos em proteínas, além de ter-se propiciado uma melhor estrutura para a aquicultura como o surgimento de canais de distribuição, como também o aumento demográfico e melhora do poder aquisitivo da população (FAO, 2014b).

Entre as espécies de peixes, a mais cultivada e mais popular no Brasil chama-se "*Oreochromis niloticus*", popularmente conhecida como Tilápia do Nilo. Ela é cultivada em 22 estados brasileiros, sendo uma das primeiras espécies a serem introduzidas no Brasil, sendo que, esta é a espécie de maior potencial para a piscicultura brasileira (NOGUEIRA, 2003; ARRUDA, 2004).

Em termos per capita, é previsto que o consumo mundial de pescado atinja 21,5 kg em 2030, em comparação com 20,3 kg, em 2016. O consumo per capita aumentará em todas as regiões, exceto na África (-2%) (FAO, 2018).

Contudo, observa-se o surgimento de diversas patologias e enfermidades que afetam a qualidade do pescado, ocasionando grandes prejuízos para os piscicultores. Isso se deve ao fato de que diversos fatores podem ocasionar a morte de peixes e moléstias, como resultado das mudanças na constituição física e química da água, como temperatura, oxidação de matéria orgânica, presença de bactérias, enteroparasitas e metais pesados, decorrentes do despejo de efluentes nos reservatórios de água e da falta de higiene da população. Todavia, o problema se torna bem maior devido ao pouco conhecimento dos produtores sobre as práticas de tratamento e profilaxia (MARTINS, 1997).

A indústria pesqueira é abastecida com peixes oriundos da aquicultura e também capturados em ambiente sem controle das condições ambientais. Entretanto, muitas espécies estão sendo ameaçadas de extinção. Desta forma, tem havido estímulo para o desenvolvimento da piscicultura como opção para abastecer o mercado com peixes de melhor qualidade (tamanho, aspecto e quantidade) para consumidores cada vez mais exigentes e sem a preocupação de que esses animais sejam extintos (MURATORI et al., 2007).

Diante disso, se tem visto que alguns contaminantes biológicos como bactérias, se fazem presentes e são bastante tóxicos para a prática da criação de peixes (SILVA, 2014). Com isso, o presente trabalho aborda o referido assunto, mediante a realidade da grande expansão da prática da piscicultura e seu atual valor econômico, e das dificuldades enfrentadas pelos piscicultores.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da água contaminada pelas bactérias *Escherichia coli* e *Salmonella enteritidis* na produção de tilápias.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Avaliar o efeito da contaminação da água com *Salmonella enteritidis* e *E. coli* sobre o desempenho zootécnico de tilápia.
- ✓ Determinar o efeito da contaminação da água sobre a pele, músculo e intestino das tilápias.
- ✓ Avaliar o desempenho dos alevinos de tilápia em relação ao oxigênio dissolvido, pH e temperatura.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PISCICULTURA: GENERALIDADES

A piscicultura é uma atividade amplamente desenvolvida em todo o mundo há bastante tempo, tendo suprido as necessidades da demanda por alimentos de forma satisfatória. A referida técnica chamada de piscicultura está inserida nas práticas de aquicultura, ou por assim dizer, cultivo de organismos aquáticos. Este segmento de produção animal vem crescendo no cenário mundial desde o final do século XX, superando a bovinocultura, avicultura e a suinocultura na última década (KUBITZA, 1999).

Como explana Kubitza (1999), a produção mundial de pescado proveniente da piscicultura, representava algo em torno de 10,1 milhões de toneladas em 1984, passando para 32,9 milhões de toneladas em 1999 e 54,1 milhões de toneladas em 2016 (FAO, 2018); evidenciando assim que essa é uma técnica promissora, que se desenvolveu alicerçada no aumento da demanda por alimentos, principalmente daqueles tidos como saudáveis, tendo em vista que, uma mudança cultural na população mundial fez com que se preferisse a ingestão de carnes mais saudáveis como as de peixe.

Segundo FAO (2009), a produção aquícola brasileira foi estimada em mais de 289.000 t no ano de 2008, representando uma receita de mais de R\$ 2 bilhões, predominando o cultivo de peixes de água doce (mais de 70% da produção). Em 2017, a produção de peixes (pisciculturas) no Brasil foi de 691.700 toneladas (REVISTA PEIXE BR, 2018). Além disso, a aquicultura possui características favoráveis, como: índices médios de impacto ambiental, transformação de subprodutos e resíduos agrícolas em proteína animal de excelente qualidade e possibilidade de aproveitamento de áreas improdutivas de pequeno tamanho ou de baixo rendimento agropecuário (KUBITZA, 1998; BORGHETTI; OSTRENSKY, 1999; ROUBACH et al., 2003).

De acordo com Pereira (2003): “O crescimento da população humana, especialmente em países do terceiro mundo, implica em constantes aumentos na demanda por pescado e subprodutos”. Isso se deve ao fato de que a produção de alimentos teve que ser multiplicada diversas vezes para atender a crescente demanda da população, e o pescado pelo que se tem observado pode ser um

produto de manejo e técnica economicamente mais barata do que a produção de outros tipos de alimentos, além disso, o pescado é um alimento bastante nutritivo, rico em proteínas de primeira qualidade.

Pereira (2003), veio a corroborar com o exposto por Kubitza (1999), em que ambos mostram que o aumento da população mundial, trouxe consigo um aumento na demanda pelo pescado e seus derivados, contudo, ao que se observa, é que a oferta de produtos não acompanhou a demanda, fato marcante observado nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, em decorrência da falta de políticas públicas de planejamento e gerenciamento na produção de alimentos.

Piscicultura é um dos ramos da aquicultura no qual se alude à criação de peixes de maneira esquematizada e controlada em regime extensivo, intensivo ou semi-intensivo. (SOARES, 2003).

Galli (1985, p 10) afirma que: “A piscicultura é o melhor meio para se incrementar a produção de alimentos ricos em proteínas de primeira qualidade, pois é a mais econômica das atividades zootécnicas”. Por isso, tem sido cada vez maior o investimento na piscicultura, haja vista que, com base no exposto pelo autor acima citado, esta técnica é bastante satisfatória no que diz respeito à produção de alimentos ricos em proteínas, o produto atende de forma satisfatória as necessidades alimentares da população.

O uso das primeiras técnicas de ampliação da produtividade e domínio da criação é conferido aos chineses, bem como a partir da observação dos peixes no seu espaço natural edificaram viveiros para coloca-los. Após, os chineses incidiram a criar peixes de maneira consorciada com outros animais, empregando os seus dejetos para aprimorar as fontes de alimentação dos peixes (SOARES, 2003).

Levando em consideração o conceito de piscicultura e de sustentabilidade, Valenti (2002) diz em seu estudo que, pode-se determinar piscicultura sustentável como sendo, a maneira de cultivar peixes sem a degradação do meio ambiente, provocando lucros para o piscicultor e benefícios sociais. Com isso, observa-se que na referida prática zootécnica, apresenta resultado bastante significativo quando se busca paralelamente o desenvolvimento e crescimento do pescado, aliado a diminuição dos contaminantes e fatores que são prejudiciais ao meio ambiente.

Contudo, o sucesso da técnica dar-se não somente com a diminuição dos danos ao meio ambiente, mas também, com a escolha certa do pescado, ou seja, com a escolha certa da espécie a ser cultivada, com uma espécie que se enquadre

adequadamente ao perfil mercadológico da região a qual se sediará a realização da técnica, de acordo com os gostos dos consumidores locais, posto que, a técnica da piscicultura é uma atividade primordialmente comercial, como tal deve ser tratada; para isso, deve ser observadas questões como o mercado (se a espécie a ser cultivada tem boa aceitação), se já existem na região; fatores econômicos tal como a viabilidade de se cultivar determinada espécie na região desejada; além das questões biológicas como facilidade de cultivo, resistência a enfermidades e a taxa de sobrevivência em cativeiro. Tudo isso deve ser observado antes de escolher a espécie de peixe a ser cultivada na técnica (OSTRENSKY, 1998).

3.2 A TILÁPIA: UMA DAS ESPÉCIES MAIS CULTIVADAS

Entre as diversas espécies de pescado cultivadas no processo de piscicultura, a tilápia se destaca como sendo uma das mais cultivadas devida características que lhes são bastante consideráveis e vantajosas perante as demais. Nessa espécie, apresenta-se um grupo de aproximadamente 70 espécies, entre as quais estão divididas em três grandes gêneros de grande relevância e importância econômica, sendo elas: *Oreochromis*, onde nessa espécie os machos constroem e protegem o ninho onde ocorrerá a desova, cabendo a fêmea apenas o fato de incubá-los na boca; *Sarotherodon* nessa espécie, ambos (macho e fêmea), cuidam da desova e guardam os alevinos na boca; e a *Tilápia* a qual nessa espécie existe a desova em substrato e não há incubação na boca. Essas espécies são originárias do continente Africano e do Oriente Médio, sendo estas pertencentes à família *Cichlidae* da ordem dos Perciformes (CNAANI et al., 2008).

Ao se desejar empreender no ramo da piscicultura, deve-se analisar as potencialidades de cada espécie. Destaca-se as características que são grandes potencialidades da tilápia, em relação a outras espécies de peixes, ao passo que é possível observar no fato de que um pescado étnico e de um valor relativamente baixo, ganhou o mercado mundial, sendo bastante cultivada e bem adaptada nos mais diversos países, tornando a espécie mais cultivada no mundo (HUSSAIN, 2004).

A capacidade de produzir a tilápia para pequenos criadores se deve ao fato desta espécie ser resistente ao manuseio e transporte, de alimentação fácil e econômica, crescimento rápido e resistente a baixas concentrações de oxigênio

dissolvido, além de apresentar carne de sabor apreciado e com poucas espinhas (RODRIGUES, 2008). Dentre algumas das qualidades que constroem a boa reputação entre os consumidores da carne de tilápia estão o alto nível protéico, a fácil digestibilidade, e a baixa taxa de gordura (FILHO *et al.*, 2002).

Entre as primeiras informações que se tem da introdução da tilápia na piscicultura ocidental, como um importante peixe promissor para a prática zootécnica em questão, surgiram em meados do ano de 1950; onde após a segunda guerra mundial, um novo peixe, nesse caso a tilápia, apareceu como uma grande oportunidade de negócio para o mundo dos piscicultores, onde dados mostram que seu cultivo tem tido um progresso bastante considerável, especialmente nas águas tropicais, onde, trouxe consigo uma enorme oportunidade para a obtenção de proteínas de alta qualidade (NOGUEIRA, 2003).

Essa espécie de peixe, apresenta alta capacidade de reprodução, podendo atingir a maturidade sexual entre o terceiro e o quarto mês após o início da estocagem dos alevinos, sendo que de certa forma, essa reprodução prematura promove uma superpopulação nos viveiros de criação, o que pode de certa forma ser vantajoso caso bem planejado a técnica, como também pode ser insatisfatório a partir do momento em que ocorre uma competição pelo alimento e um desenvolvimento insatisfatório do pescado (HUSSAIN, 2004).

Entretanto, mesmo diante do fato anteriormente exposto, a Embrapa aponta que a tilápia é a espécie de peixe que apresenta o crescimento mais acentuado quando produzida em cativeiros, sendo que essa é a segunda espécie mais cultivada no mundo, ficando atrás apenas da Carpa, sendo que, no Brasil dados apontam que a tilápia já é a espécie mais cultivada, promovendo uma ampliação no mercado, garantindo um satisfatório crescimento econômico e financeiro, com isso, permitindo em breve, de acordo com dados na literatura, o Brasil se tornar o maior produtor dessa espécie de pescado no mundo (EMBRAPA, 2007).

3.3 A QUALIDADE DA ÁGUA NA PISCICULTURA

A descrição das características químicas, físicas e biológicas dos viveiros de criação, permite um ambiente equilibrado, contribuindo para que a água tenha uma qualidade adequada para o desenvolvimento da técnica (MERCANTE *et al.*, 2010).

De forma bastante clara e evidente, a qualidade da água é fator imprescindível e requisito básico para o sucesso da criação de peixes, não bastando apenas à espécie a ser cultivada, seu metabolismo e resistência as intempéries do ambiente, como também, buscar meios para se controlar os impactos gerados pela produção de efluentes e que comprometem a qualidade nos viveiros, sendo que, é justamente a qualidade o fator primordial para o sucesso. Onde, tal qualidade pode ser influenciada pelos mais diferentes fatores, entre os quais, se destaca o próprio abastecimento de água, como também o manejo do peixe (KUBITZA, 2003).

O ambiente do viveiro de criação serve como um meio onde fatores externos, que compreendem a entrada de alimentos e fertilizantes, possuem grande importância. Já os fatores internos, os quais desempenham papel relevante no ecossistema, nas condições bióticas e abióticas podem ser parcialmente manipuladas e controladas afim de, assegurar um equilíbrio satisfatório para o desenvolvimento da espécie de peixe para que a mesma possa fluir com a eficiência desejada (ARANA, 2004).

Contudo, alguns problemas podem surgir poluindo a água do cativeiro de criação dos peixes, como a eutrofização que podem modificar o equilíbrio do microambiente da piscicultura, posto que, a eutrofização, por exemplo, promove o crescimento de uma espécie de algas chamadas de “algas azuis”, conhecidas como cianofíceas, onde muitas delas liberam toxinas prejudiciais à saúde, e outras que produzem alguns metabólitos como a geosmina e o 2-metil-isoborneol, causadores do sabor e odor de terra podre ou mofo na carne do peixe, conhecido como “*off-flavor*” (SANTANA *et al.*, 2006).

Esse fenômeno pode ser natural ou artificial, sendo um processo lento e contínuo, resultante do aporte de nutrientes trazidos pelas chuvas e águas superficiais que lavam a superfície terrestre. Em condição natural, sem que haja interferência das atividades humanas, lagos profundos e com baixa produtividade biológica sofrem processo de transformação, tornando-se rasos, com alta produtividade biológica e enriquecidos por nutrientes. No entanto, a velocidade de desenvolvimento do processo de eutrofização natural é bastante lenta, ocorrendo em função do tempo (WETZEL, 1983; MARGALEF, 1983; SCHIEWER, 1998).

A presença concentrada de nutrientes nos sistemas de criação de peixes pode aumentar com a fertilização e manejo para incremento da produção dos viveiros. A aplicação de fertilizantes nitrogenados amoniacais (sulfato de amônia,

nitrato de amônia e os fosfatos monoamônicos e diamônicos – MAP e DAP) e uréia também contribuem para o aumento da concentração de amônia na água (BOYD, 1982; KUBITZA, 2000).

A amônia é o principal resíduo nitrogenado excretado pelos peixes, resultante do metabolismo proteico, que contribui para o aumento da decomposição microbiana de resíduos orgânicos (restos de alimentos, fezes e adubos orgânicos). Em habitats aeróbicos, a nitrificação converte amônia para nitrito, que é reduzido por desnitrificação, onde o nitrogênio é volatilizado pelo processo microbiano, no qual o nitrito é convertido a gás e liberado para o ambiente. Em condições de baixo oxigênio dissolvido, favorecem o acúmulo de nitrito na água. Desta maneira, a fertilização, sob condições controladas, é um procedimento importante na piscicultura, permitindo aumento do potencial produtivo. Entretanto, pode acarretar desequilíbrio ecológico e proliferação intensa de algas em condições de excesso de nutrientes, associados à alta temperatura e luminosidade, podendo durar longos períodos e ocasionar mortalidade de peixes devido à diminuição de oxigênio no hipolímnio (LATONA, 2002).

3.4 BACTÉRIAS E PISCICULTURA

A transmissão de agentes patogênicos através de peixes tem sido relatada com maior frequência. Dentre os fatores que contribuem para esse aumento, inclui-se em um nível elevado os peixes contaminados, a poluição de ambientes aquícolas e o aumento das populações com maior risco às doenças transmitidas por alimentos (STOSKOPF, 1993).

O pescado é um importante veiculador de agentes patogênicos responsáveis por causar doenças, dentre as mais frequentes, as toxinfecções. Esses agentes podem ser deteriorantes, indicadores de higiene, indicador de contaminação fecal, os capazes de causar doenças pelo consumo do pescado e os que liberam toxinas causando intoxicações ao consumidor (PIMENTEL; PANETTA, 2003).

A presença de agentes bacterianos patogênicos tem sido identificada como os mais frequentes e que comprometem a qualidade dos produtos aquícolas. As práticas impróprias de criação, a poluição ambiental e os hábitos de preparo e consumo inadequados contribuem para essas sucessivas ocorrências (ALEXANDRINO, 1998).

Dentro do meio de produção, a atividade bacteriana se caracteriza como um dos principais processos que levam a deterioração do pescado (DELBEM, *et al.* 2010), sendo o peixe um dos alimentos, mais susceptíveis a proliferação microbiana, devido a atividade de água elevada, composição química e, sobretudo, o pH próximo da neutralidade (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Segundo Ribeiro *et al* (2009) os produtos pesqueiros podem atuar como veiculadores de patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Clostridium perfringens*, entre outros organismos mesófilos. Essa contaminação, evidencia falhas nos processos de captura, processamento e armazenagem do pescado, causando alterações na qualidade e no frescor dos peixes (DELBEM; GARBELINI; LARA, 2010). Os pescados por outro lado podem de fato ser contaminados por organismos patogênicos ainda no seu habitat natural, tendo em vista a problemática da contaminação ambiental, pelo lançamento de dejetos humanos (GERMANO; GERMANO; OLIVEIRA, 1998). A contaminação da água de cultivo por esgotos e por fezes de animais, assim como o processamento higiênico-sanitário deficiente, são fatores importantes que estão relacionados à maioria das doenças de origem microbiana veiculadas por alimentos (VIEIRA, 2003).

Dentre as bactérias mais prevalentes, podemos citar duas: *Escherichia coli* e *Salmonella sp*, que são bacilos gram-negativos, pertencentes à família *Enterobacteriaceae*. A *E.coli*, pertencente ao grupo dos coliformes, termo tolerantes, é uma espécie microbiana que faz parte da microbiota intestinal de animais de sangue quente, são fermentadores de lactose, produzindo ácido e gás carbônico. A presença destes microrganismos indica contaminação por fezes e um grande risco à saúde humana, indicando contaminação fecal na água ou no ambiente de produção dos alimentos. A *Salmonella sp* é um microrganismo encontrado naturalmente no trato gastrintestinal de animais, principalmente aves e porcos, sendo anaeróbio facultativo, produtor de gás e capaz de utilizar citrato como única fonte de carbono. Atualmente é uma das bactérias mais citadas no tocante à contaminação de seres humanos por origem alimentar (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

As bactérias que mais têm sido isoladas em ambientes aquícolas são os coliformes termotolerantes e a *Salmonella sp* (MENDES *et al.*, 2002). Esses microrganismos relacionam-se diretamente com a cadeia produtiva do peixe pois indicam a qualidade da água do local de captura.

O grupo dos coliformes fecais é formado por bactérias pertencentes aos coliformes totais que tem a capacidade de continuar fermentando a lactose com produção de gás, sob temperatura de 44 a 45 °C. Nestas condições 90% dos coliformes fecais encontrados são *Escherichia coli* (FRANCO, 1996).

No pescado, a maior parte das enterobactérias, advém de contaminação fecal, e sua ocorrência em altas concentrações indica especialmente práticas higiênicas inadequadas de manipulação, processamento e armazenamento (LEITÃO, 1995).

Os coliformes fecais não proliferam e nem se mantêm viáveis na água ambiental por muito tempo, devido a baixas concentrações de nutrientes e de temperatura adversa, sendo assim, a sua presença indica uma fonte de contaminação recente (CARDOSO et al., 2001).

A infecção e intoxicação por *Salmonella sp* é considerada um dos mais importantes problemas de saúde pública em todos os países (TESSARI et al., 2003). A *Salmonella sp* é um dos principais agentes envolvidos nos surtos de toxinfecções alimentares sendo que a maior parte destes estão associados ao consumo de alimentos de origem animal (LIMA; REIS, 2002).

A *Salmonella* é uma bactéria extremamente difundida na natureza, sendo o homem e os animais seus principais reservatórios naturais. Os principais fatores que levaram ao aumento da salmonelose relacionada a alimentos são os procedimentos inadequados de armazenamento, o costume cada vez mais frequente de comer produtos crus ou insuficientemente aquecidos e a diminuição de resistência às infecções (BARROS et al., 2002).

O acompanhamento de microrganismos permite identificar a ocorrência de hábitos errados que podem comprometer a qualidade dos alimentos, permitindo o controle e redução de riscos à saúde do consumidor, além de ajudar no desenvolvimento de condições higiênico-sanitárias propiciando a obtenção de alimentos mais saudáveis (ALVES et al., 2002).

3.5 PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS

A qualidade microbiológica da água tem reflexos diretos na qualidade dos peixes e seus produtos (PAL; DASGUPTA, 1992). A análise microbiológica da água é importante para determinar e monitorar a presença de microrganismos indicadores

de contaminação do meio ambiente, e veículos de intoxicações e doenças que podem acometer o homem e os seres vivos aquáticos. Os microrganismos do grupo coliformes são indicadores de possível contaminação de origem fecal, ou seja, ocasionada por organismos que ocorrem em grande número na microbiota intestinal humana ou de animais homeotérmicos. Alguns trabalhos relatam a presença de coliformes no trato intestinal de peixes, embora este não seja considerado um habitat natural desses microrganismos (FRAZIER; WESTHOFF, 1998), permitindo correlação com as condições microbiológicas da água onde o peixe se encontra.

Na piscicultura, qualquer alteração das condições da água resulta em consequências significativas nos peixes, uma vez que esses habitantes dependem e são diretamente influenciados pela temperatura, qualidade química da água, concentração de oxigênio dissolvido, pH, entre outros fatores. A qualidade da água interfere também nos hábitos, tipo de alimentação, no comportamento de peixes e até na sua conformação física (CASTRO et al., 2003).

A microbiota normal do peixe é relativamente uniforme, sofrendo forte influência das condições físicas, químicas e biológicas da água e das variações de temperatura. Os microrganismos do peixe vivo estão diretamente relacionados à microbiota da água onde ele vive. (MÖLLERKE *et al.*, 2002).

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO E LOCAL DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado no ano de 2017 no laboratório de águas da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Pombal. A população do estudo foi de 300 alevinos de tilápia, onde foram utilizados 60 alevinos de tilápias oriundos da piscicultura *Fine-Fish* (São Bento – Paraíba – Brasil), pesando em média 0,121 gramas com desvio padrão de 0,02 gramas para mais ou 0,02 para menos, os quais foram distribuídos em 12 aquários de 15 L, durante 45 dias. O trabalho foi composto pela contaminação dos aquários pelas seguintes bactérias: *Salmonella enteritidis* (UFPE DA414) ($1,0 \cdot 10^5$ UFC·mL⁻¹) e *Escherichia coli* (ATCC35218) ($1,0 \cdot 10^5$ UFC·mL⁻¹), por se tratarem de bactérias relacionadas a contaminação alimentar, causando toxinfecções em humanos e animais. Também foi incluído um tratamento controle, sem contaminação.

4.2 PREPARAÇÃO E PADRONIZAÇÃO DOS ISOLADOS BACTERIANOS

Inicialmente, as bactérias foram ativadas em caldo lauryl tryptose – Himedia e incubadas a 37°C por 24 h. Após a incubação, a absorbância foi ajustada para 0,100 a 625 nm em espectrofotômetro o que corresponde ao padrão McFarland 0,5, contendo, aproximadamente $1,0 \cdot 10^8$ UFC·mL⁻¹. Uma alíquota, de 15 mL desta suspensão, de *Salmonella enteritidis* e *E. coli*, foi utilizada para inocular, separadamente, nos aquários contendo 15 L de água, para se obter uma contagem inicial de aproximadamente $1,0 \cdot 10^5$ UFC·mL⁻¹, para cada isolado bacteriano, de acordo com a RDC Nº 12, de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA.

4.3 QUANTIFICAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

Após a inoculação, foi realizada a quantificação de células viáveis de *Salmonella enteritidis* e *E. coli*. Uma alíquota de 0,1 mL da amostra de água, foi retirada assepticamente, e posteriormente, transferida para placa de Petri esterilizada, contendo o meio de cultura ágar SS para *Salmonella enteritidis* e ágar EMB para *E. coli*. O plaqueamento foi realizado por técnica em superfície (“spread

plate”), a partir de diluições da amostra. Posteriormente, as placas foram incubadas a 37°C por 24h. Após incubação, foram selecionadas as placas para contagem, de todas as colônias típicas para cada meio seletivo, sendo o resultado expresso em Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por mL ($\text{UFC}\cdot\text{mL}^{-1}$). Este procedimento foi realizado nos tempos 2, 5, 15, 25, 35, e 45 dias.

4.4 MANEJO DO SISTEMA

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia (08:00 e 16:00 horas) com dieta comercial contendo 36% de proteína bruta. Diariamente, foram mensurados os seguintes parâmetros da água: pH, temperatura e oxigênio dissolvido. Durante o experimento foram avaliados em dias aleatórios o parâmetro de amônia. Também se realizou, hodiernamente, a limpeza dos aquários por sifonamento, para retirada das excretas e resíduos alimentares. A água retirada pelo sifonamento, após decantação e eliminação dos sólidos em suspensão, foi colocada de volta ao aquário de origem. Ao final de 45 dias de cultivo, os animais foram abatidos, utilizando o método de secção de medula, para posteriores avaliações e análises.

4.5 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Foram avaliados o peso final dos peixes; o ganho de peso, pela equação $P_f - P_i$, onde “ P_f ” é o peso final e “ P_i ” é o peso inicial. A taxa de crescimento específico foi calculada pela seguinte equação: $(\ln P_f - \ln P_i) / \Delta t \times 100$, onde “ $\ln P_f$ ” é o logaritmo neperiano do peso final, “ $\ln P_i$ ” é o logaritmo do peso inicial e “ Δt ” é o tempo do experimento. A sobrevivência foi calculada por $(N_f / N_i) \times 100$, onde “ N_f ” é o número final de peixes e “ N_i ” é o número inicial de peixes.

4.5.1 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada conforme metodologia da Embrapa (2009), onde foram pesadas 10g de cada amostra e adicionada de mais 40 ml de água destilada, seguido de homogeneização. Em seguida, foi realizada a leitura do pH (pHmetro – Hiperquímica).

4.6 ANÁLISES DOS DADOS

O trabalho foi desenvolvido dentro de um delineamento inteiramente casualizado composto por três tratamentos com quatro repetições (4 aquários). Os peixes foram selecionados a partir de um sorteio simples, de acordo com o peso dos peixes (foi utilizado uma balança de precisão) e de acordo com o sexo sendo selecionados somente os peixes machos, utilizando o parâmetro de visualização do órgão genital. Comparações entre os tratamentos foram realizadas pela análise de variância a nível de confiança de 95% e erro amostral equivalente a 5% (ANOVA). A ANOVA foi precedida do teste de T student, para avaliar a homogeneidade das variâncias. Sendo essas suposições atendidas, deu-se seguimento aos demais procedimentos. Quando não atendidas, utilizou-se de transformadores para normalizar e/ou homogeneizar os dados. As análises foram realizadas no programa estatístico Action stat.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 QUALIDADE DA ÁGUA

Foram feitas análises nos peixes e na água dos aquários, medindo-se diariamente na água o pH, oxigênio dissolvido e temperatura, bem como as análises bacteriológicas quantitativas da água nos tempos de 2, 5, 10, 15, 25, 35 e 45 dias.

5.1.1 Oxigênio dissolvido

Foi utilizado o teste paramétrico para a amostra homogênea, visando analisar a variabilidade entre as médias testadas (oxigênio dissolvido nos tanques controle, *Escherichia coli* e *Salmonella*), com o valor P de prova calculado ($p=0,064$). Além do ANOVA, também foi utilizado o teste T-student para demonstrar a diferença entre as médias diante dos aquários contaminados com *Salmonella* e *E. coli* em comparação com o grupo controle, com o valor P de prova ($p=0,0039$) em comparação entre os aquários controlados e os infectados com *E. coli* e *Salmonella*.

Durante o experimento, os níveis de oxigênio dissolvido (OD) se mantiveram acima de 5 mg/l nos aquários controle em mais de 85% do tempo. Já nos aquários contaminados com *Salmonella enteritidis*, o OD variou de 3,7 mg/l a 4,7 mg/l na primeira metade do experimento e de 4,3 mg/l a 5,6 mg/l na segunda metade do experimento. Nos aquários contaminados por *Escherichia coli* o OD variou de 3,9 mg/l a 4,2 mg/l na primeira metade do experimento e 5,2 mg/l a 6,2 mg/l na segunda metade do experimento. Nesse quesito, esse estudo assemelha-se ao de Boufleuer (2015), na maior parte do experimento os níveis de OD, que se mantiveram dentro dos padrões normais da legislação, como mostra a tabela 1 e figura 1.

O valor de Oxigênio dissolvido segundo padrões do CONAMA para água de Classe 2, destinada ao consumo humano e a criação de organismos aquáticos, não pode ser inferior a 5mg/L em qualquer amostra de água da classe 2 (BRASIL, 2005).

Segundo Rebouças (2010), níveis diminuídos de oxigênio podem decorrer das variações de temperatura, o que causa aumento do metabolismo dos microrganismos e conseqüentemente o consumo de oxigênio pela respiração aeróbia, corroborando com o presente estudo que mostra uma maior variação de OD nos dias que tiveram uma maior variação de temperatura.

De acordo com a recomendação técnica N° 8/2000 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, para sobreviverem, os peixes necessitam de um teor mínimo de oxigênio dissolvido na água (5mg/L). A solubilidade de oxigênio é normalmente expressa em miligramas por litro (mg/l) e depende da temperatura da água, da pressão atmosférica local (altitude) e da salinidade da água.

Para um ótimo crescimento dos peixes, é desejável uma concentração de OD na água maior que 5 mg/l. Dentre os fatores que influenciam na variação da concentração de OD na água das pisciculturas estão a difusão do ar, renovação da água, fotossíntese e respiração dos organismos presentes na água. Souza (2007) diz que há grande disponibilidade de nitrogênio e fósforo advindos de ração não consumida por completo, na excreção animal, aumentando o fitoplâncton em consequência à queda das concentrações de OD.

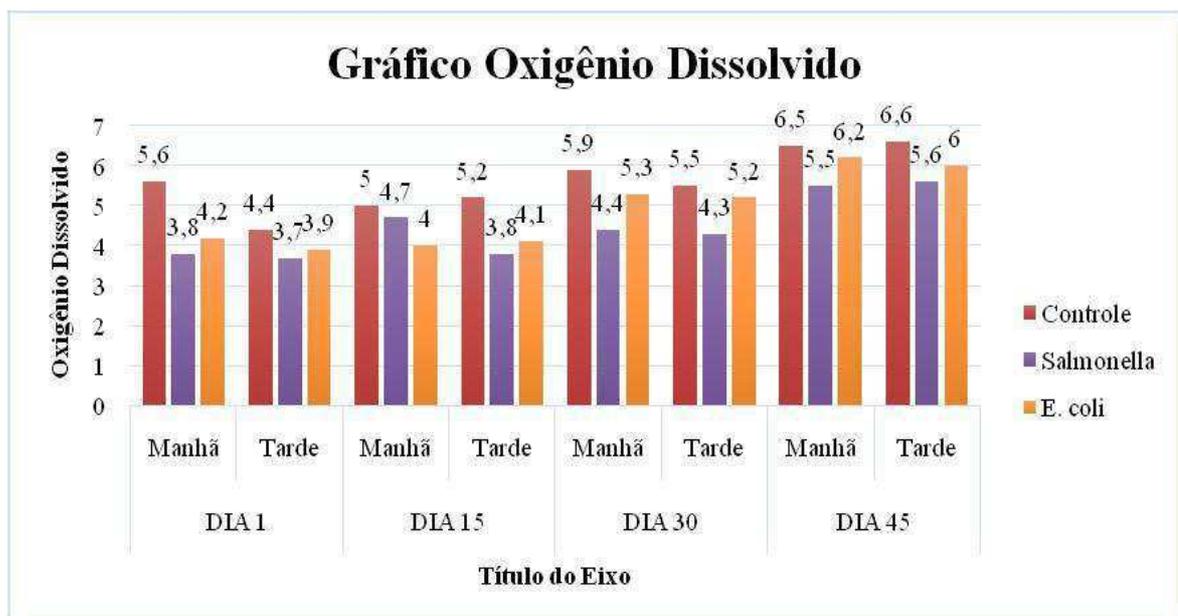


Figura 1. Tabela mostrando as dosagens de oxigênio dissolvido dos aquários ao longo do experimento

Fonte: Autor (2018)

Tabela 1: Oxigênio Dissolvido (mg/L) (dosagens de oxigênio dissolvido dos aquários ao longo do experimento)

Tratamento	Dias 1-11	Dias 12-23	Dias 24-35	Dias 36-45
Controle	5,0	5,1	5,7	6,5
<i>E. coli</i>	4,0	4,0	5,2	6,1
<i>Salmonella</i>	3,7	4,2	4,3	5,5

Fonte: Autor (2018)

5.1.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

Utilizou-se o teste paramétrico para a amostra homogênea, em análise da variabilidade entre as médias testadas (pH nos tanques controle, *Escherichia coli* e *Salmonella*), com o valor P de prova calculado ($p=0,064$). Além do ANOVA, também foi utilizado o teste T-student para demonstrar a diferença entre as médias diante dos aquários contaminados com *Salmonella* e *E. coli* em comparação ao grupo controle, com valor P de prova ($p=0,004$) em comparação entre os aquários controlados e infectados com *E. coli* e *Salmonella*.

Os valores de pH se mantiveram em sua grande maioria entre os valores de 6 e 7, tanto nos aquários controle, como nos aquários contaminados com *Salmonella enteritidis* e também nos aquários contaminados com *Escherichia coli*, como mostra a tabela 2 e a figura 2, condição muito boa para viveiros de piscicultura com densa população, por isso, estão sujeitos a variações amplas de pH, deixando esse parâmetro de acordo com a legislação vigente, onde segundo as recomendações técnicas N° 8/2000 do Ministério da Agricultura e Abastecimento, o pH ideal para pisciculturas é de 6,5 a 7,5.

O pH oscila consideravelmente com a hora do dia e profundidade da água, pois geralmente está relacionado à concentração de dióxido de carbono, que reage com a água liberando íon hidrogênio, segundo Pilarski et al. (2004). Os resultados do presente estudo são similares aos de Kubitzka (2008), que afirma que o pH para a produção de peixes deve ser mantido entre 6,0 e 8,5, podendo a acidez ou alcalinidade elevada causar grande mortalidade

Alguns fatores podem alterar o pH como: tipo de solo, concentração de dióxido de carbono e condições climáticas.

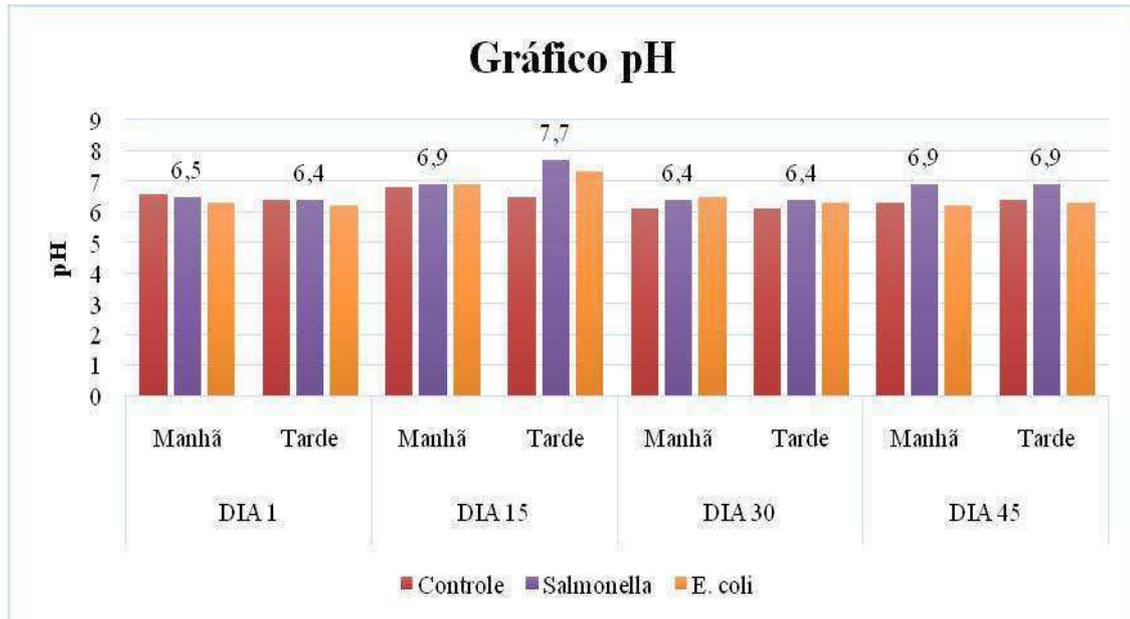


Figura 2. Tabela mostrando os níveis de pH dos aquários ao longo do experimento
Fonte: Autor (2018)

Tabela 2: Níveis de pH dos aquários ao longo do experimento

Tratamento	Dias 1-11		Dias 12-23		Dias 24-35		Dias 36-45	
	1-11	11-23	12-23	23-35	24-35	35-45	36-45	45-56
Controle	6,5	6,4	6,6	6,6	6,1	6,1	6,3	6,3
<i>E. coli</i>	6,2	6,2	7,1	7,1	6,4	6,4	6,2	6,2
<i>Salmonella</i>	6,4	6,4	7,3	7,3	6,4	6,4	6,9	6,9

Fonte: Autor (2018)

5.1.3 Temperatura

Foi utilizado o teste paramétrico para a amostra homogênea para analisar a variabilidade entre as médias testadas (temperatura nos tanques controle, *Escherichia coli* e *Salmonella*), com o valor P de prova calculado ($p=0,064$). Além do ANOVA, também foi utilizado o teste T-student para demonstrar a diferença entre as médias diante dos aquários contaminados com *Salmonella* e *E. coli* em comparação com o grupo controle, com o valor P de prova ($p=0,0091$) em comparação entre os aquários controlados e os infectados com *E. coli* e *Salmonella*.

A média das temperaturas se manteve entre 20°C e 28°C durante todo o experimento, tanto nos turnos da manhã como nos turnos da tarde, o que está de acordo com as recomendações técnicas N° 8/2000 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, que preconizam algo em torno de 25°C como temperatura ótima de

crescimento para a espécie da tilápia, podendo chegar até os 32°C. Kubitza (1999) coloca que a faixa ideal para produção de espécies tropicais é em torno de 28 a 32 °C, diferindo do presente estudo onde as temperaturas não passaram dos 28 °C.

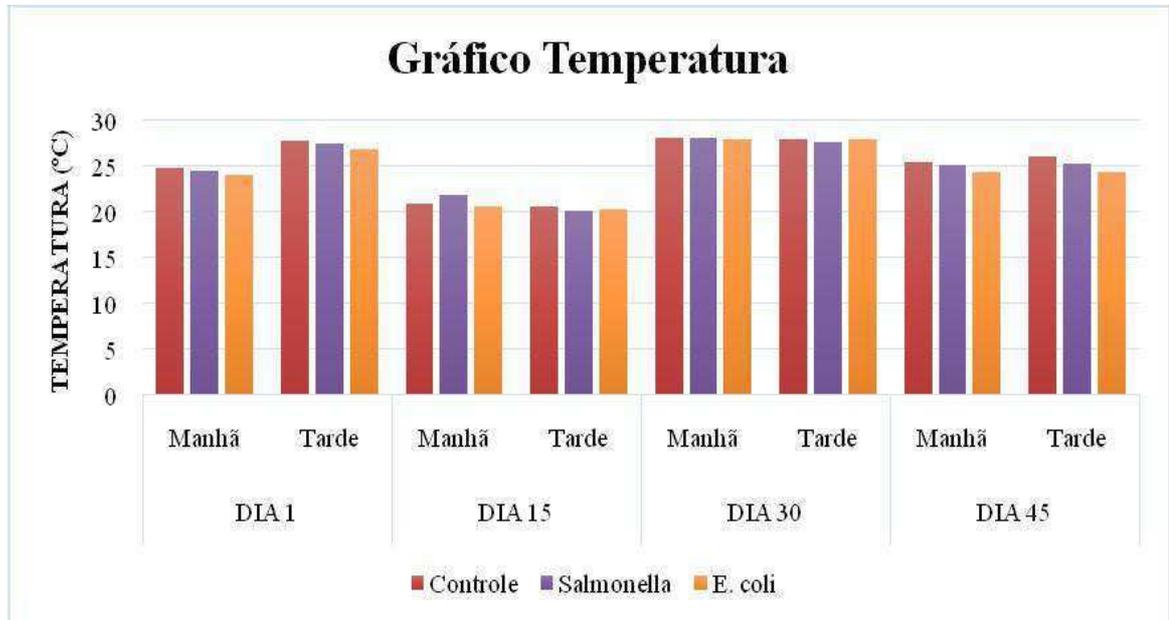


Figura 3. Tabela mostrando as temperaturas dos aquários ao longo do experimento

Fonte: Autor (2018)

Tabela 3: Temperaturas (°C) dos aquários ao longo do experimento

Tratamento	Dias 1-11		Dias 12-23		Dias 24-35		Dias 36-45	
	1-11	12-23	12-23	24-35	24-35	36-45	36-45	
Controle	26,8	20,7	20,7	28,0	28,0	25,8	25,8	
<i>E. coli</i>	25,5	20,5	20,5	28,0	28,0	24,3	24,3	
<i>Salmonella</i>	26,0	21,0	21,0	27,9	27,9	25,2	25,2	

Fonte: Autor (2018)

5.2 ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

As análises bacteriológicas das amostras de água mostraram baixas contagens de UFC nos aquários controle e contagens significativas nos aquários teste, tanto pra *Salmonella enteritidis* como para *E. coli*, sendo consideradas significativas as contagens de UFC acima de 25 colônias. Segue a tabela 4 mostrando que em os tempos (2' 5' 15' 25' 35' e 45') os aquários controle

permaneceram com contagens mínimas de UFC, enquanto os aquários de teste apresentaram proliferação das bactérias estudadas, onde no tempo 2' os aquários 5, 6 e 7 apresentaram contaminação por *E. coli* e o aquário 9 apresentou contaminação por *Salmonella enteritidis*, respectivamente, com contagem de UFC igual ou acima de 25 colônias. No tempo 5' os aquários 5, 6 e 7 (*E. coli*) e 9 e 10 (*Salmonella enteritidis*) mostraram contagens de UFC acima do permitido. Nos tempos 15' 25' 35' e 45' todos os aquários de teste mostraram contagens de UFC acima de 25 colônias aumentando as contagens a cada tempo de forma gradativa, ou seja, a cada dia de experimento, a água aumentava sua carga bacteriana, como mostra a tabela 4.

Tabela 4: Tabela de Análise microbiológica da água

Tratamento	Tempo (dias)					
	2	5	15	25	35	45
Controle	4x10 ⁰	1,4x10 ¹	1,7x10 ¹	2,2x10 ¹	2,4x10 ¹	2,5x10 ¹
	4x10 ⁰	1x10 ¹	1,2x10 ¹	2,2x10 ¹	2,4x10 ¹	1,9x10 ¹
	5x10 ⁰	1,9x10 ¹	2,1x10 ¹	2,7x10 ¹	2,9x10 ¹	1,8x10 ¹
	2x10 ⁰	1,6x10 ¹	2,0x10 ¹	2,6x10 ¹	2,7x10 ¹	2,1x10 ¹
<i>E. coli</i>	2,3x10 ¹	2,5x10 ¹	4,0x10 ¹	4,5x10 ¹	4,5x10 ¹	3,9x10 ¹
	2,6x10 ¹	2,9x10 ¹	4,3x10 ¹	4,9x10 ¹	5,0x10 ¹	4,5x10 ¹
	2,7x10 ¹	2,9x10 ¹	4,5x10 ¹	4,7x10 ¹	4,8x10 ¹	5,0x10 ¹
	1,7x10 ¹	1,9x10 ¹	3,1x10 ¹	3,5x10 ¹	3,6x10 ¹	4,0x10 ¹
	2,5x10 ¹	2,8x10 ¹	3,9x10 ¹	4,2x10 ¹	4,2x10 ¹	3,5x10 ¹
<i>Salmonella</i>	1,9x10 ¹	2,4x10 ¹	3,5x10 ¹	4,0x10 ¹	4,1x10 ¹	3,6x10 ¹
	1,2x10 ¹	1,7x10 ¹	3,2x10 ¹	3,9x10 ¹	3,9x10 ¹	4,0x10 ¹
	1,3x10 ¹	1,8x10 ¹	2,9x10 ¹	3,4x10 ¹	3,6x10 ¹	3,4x10 ¹

Fonte: Autor (2018)

Tabela 5: Tabela de desempenho dos peixes ao longo do experimento

Tratamento	Peso inicial	Peso final	Ganho de peso	Taxa de Crescimento Específico	Sobrevivência
Controle 1	10,8g	50g	39,2g	8,7%	20%
Controle 2	11,6g	60g	48,4g	10,7%	20%
Controle 3	12,0g	46g	34,0g	7,5%	20%
Controle 4	14,4g	70g	55,6g	12,3%	20%
<i>E. coli</i> 5	13,2g	57g	43,2g	9,6%	20%
<i>E. coli</i> 6	10,7g	50g	39,3g	8,7%	20%
<i>E. coli</i> 7	13,8g	80g	66,2g	14,7%	40%
<i>E. coli</i> 8	13,8g	94g	80,2g	17,8%	40%
<i>S. enteritidis</i> 9	12,8g	71g	58,2g	12,9%	20%
<i>S. enteritidis</i> 10	9,0g	64g	55,0g	12,2%	20%
<i>S. enteritidis</i> 11	10,6g	41g	30,4g	6,7%	20%
<i>S. enteritidis</i> 12	12,4g	36g	23,6g	5,2%	20%

Fonte: Autor (2018)

Observa-se na tabela 5 os valores referentes ao ganho de peso, taxa de crescimento específico e sobrevivência.

Em relação ao ganho de peso, o presente trabalho mostrou que as amostras controle e *salmonella enteritidis* tiveram ganho de peso semelhantes, enquanto as amostras de *E. coli* tiveram um ganho maior de peso.

A taxa de crescimento permaneceu semelhantes nos aquários controle e *Salmonella enteritidis*, tendo os aquários com *E. coli* uma taxa de crescimento maior que os demais.

A sobrevivência se manteve praticamente a mesma em todos os aquários (controle, *Salmonella enteritidis* e *E. coli*), tendo os aquários da *E. coli*, um pequeno aumento em relação aos demais.

5.3 QUALIDADE DO PEIXE

5.3.1 pH do peixe

Nos peixes, as análises de pH das carcaças mostraram uma leve acidez, como mostra a tabela 6.

Tabela 6: Tabela da qualidade do peixe avaliando o parâmetro de pH

Aquário	pH peixe
1 controle	6.67
2 controle	6.61
3 controle	6.74
4 controle	6.84
5 <i>E. coli</i>	6.87
6 <i>E. coli</i>	6.84
7 <i>E. coli</i>	6.98
8 <i>E. coli</i>	6.81
9 <i>Salmonella enteritidis</i>	6.90
10 <i>Salmonella enteritidis</i>	6.71
11 <i>Salmonella enteritidis</i>	6.77
12 <i>Salmonella enteritidis</i>	6.72

Fonte: Autor (2018)

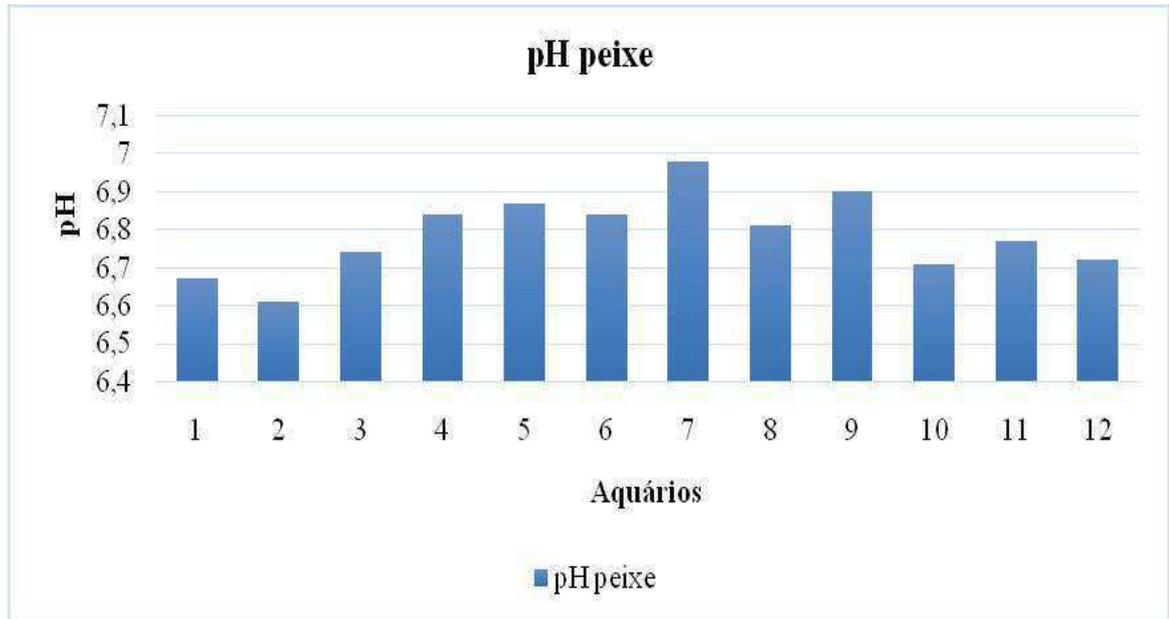


Figura 4. Gráfico da qualidade do peixe avaliando o parâmetro de pH
Fonte: Autor (2018)

5.3.2 Análise microbiológica do peixe

A pesquisa de bactérias (*Escherichia coli* e *Salmonella enteritidis*) na pele, músculo e intestino dos peixes mostrou a presença apenas de *E. coli* nos intestinos, sendo irrelevantes as contagens de UFC dessa bactéria nos músculos e pele (tabela 7).

As contagens de UFC de *Salmonella enteritidis* na pele, músculo e intestino dos peixes também mostrou poucas colônias, evidenciando que a bactéria não consegue penetrar ou aderir à pele do animal como mostra a tabela 7.

Muratori (1994) em um trabalho semelhante, analisando o músculo dorsal de “branquinhas” (*Curimatus ciliatus*), encontrou a presença de *E. coli* (20%) e *Salmonella enteritidis* (6,6%) no músculo dorsal desses peixes, divergindo do presente estudo que não encontrou contagens significativas desse tipo de bactérias no músculo dorsal, talvez pela espécie ser diferente ou pela metodologia utilizada.

Pilarski et al. (2004), ao realizar análises microbiológicas da musculatura de carpas (*Cyprinus carpio*), não observou a presença de *Salmonella enteritidis*, estando de acordo com a legislação vigente e corroborando com o presente estudo.

Os dados contrastam com os obtidos por Antonioli (1993), que, ao realizar trabalho sobre a qualidade da carne de carpa comum alimentadas com dejetos, observou que a água influencia a situação microbiológica dos peixes e também com

os dados obtidos por Easa et al. (1995), ao estudarem Tilápias do Nilo tratadas com efluentes domésticos, as quais se apresentaram isentas de microrganismos, devido ao nível reduzido destes na água do efluente.

Coelho et al. (1990), ao estudarem a microbiota de tilápias alimentadas com dejetos de suínos, e Rosa et al. (1990), pesquisando microrganismos patogênicos em tilápias alimentadas com dejetos suínos, concluíram que os peixes apresentaram índices microbiológicos dentro dos valores permitidos pela legislação para consumo humano.

Tabela 7: Tabela de avaliação da presença de microrganismos nos peixes (músculo, intestino e pele)

Tratamento	Pele	Músculo	Intestino
Controle	7×10^0	0	$8,3 \times 10^1$
	4×10^0	0	$4,6 \times 10^1$
	2×10^0	2×10^0	$1,7 \times 10^1$
	9×10^0	0	$1,7 \times 10^1$
<i>E. coli</i>	8×10^1	0	$3,57 \times 10^2$
	2×10^1	6×10^0	$1,5 \times 10^2$
	3×10^1	0	$8,9 \times 10^1$
	2×10^1	0	$6,5 \times 10^1$
<i>Salmonella</i>	$1,1 \times 10^1$	6×10^0	$2,6 \times 10^1$
	$1,3 \times 10^1$	8×10^0	$2,9 \times 10^1$
	$1,8 \times 10^1$	9×10^0	$2,3 \times 10^1$
	$1,5 \times 10^1$	9×10^0	$2,7 \times 10^1$

Fonte: Autor (2018)

6 CONCLUSÕES

O presente trabalho se mostra relevante, uma vez que bactérias enteropatogênicas podem causar doenças aos animais e aos seres humanos que consomem peixes. Embora as análises do projeto tenham mostrado que as bactérias estudadas não conseguiram aderir a pele ou adentrar no músculo e trato digestório dos peixes (com exceção da *Escherichia coli* que mostrou contagens significativas no intestino dos peixes), vale salientar que este estudo priorizou apenas uma espécie de peixe e que existem outras metodologias de análises microbiológicas que não foram aplicadas no presente estudo, fazendo necessária toda a atenção com a qualidade da água das pisciculturas e a higiene na manipulação e preparo desse alimento tão importante economicamente e nutricionalmente para a população, afim de se evitar as contaminações e doenças inerentes a esse alimento.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, A. C. Prevenção de doenças em piscicultura. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, n.23, p.45, 1998.

ALVES, C. L.; CARVALHO, F. L. N.; GUERRA, C. G.; ARAÚJO, W. M. C. Comercialização de pescado no Distrito Federal: avaliação das condições. **Hig. Aliment.** v. 16, n. 102/103, p. 41-49, nov./dez. 2002.

ANTONIOLLI, M.A. **Perfil microbiológico da carpa comum (Cyprinus carpio) in natura e da água dos viveiros procedentes de cultivo integrado com suínos.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1993. 32 p. Relatório de estágio supervisionado para habilitação em tecnologia de alimentos - Universidade Federal de Santa Catarina, 1993.

ARANA, L.V. **Fundamentos de aquíicultura.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina Editora. 2004, 348p.

ARRUDA, Lia Ferraz de. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). Dissertação de Mestrado. 2004.

ASSIS, A. S.; ALVES, A. B. Aspectos microbiológicos do camarão *Litopenaeus vannamei* defumado e sua vida de prateleira. **Hig. Aliment**, v. 16, n. 99, p. 75-80, ago. 2002

BARROS, V. R. M.; PAVIA, P. C.; PANETTA, J. C. *Salmonella* spp: sua transmissão através dos alimentos. **Hig. Aliment.**, v. 16, n. 94, p. 15-19, mar. 2002.

BORGHETTI, J.R. e OSTRENSKY, A. 1999 Pesca e aquíicultura de água doce no Brasil. In: BOUFLEUER, E. M. S. *Diversidade e perfil de resistência a antimicrobianos de bactérias isoladas em pisciculturas com diferentes densidades de estocagem.* Unioest, Toledo, 2015.

BOYD, C.E. Water quality management for pond fish culture. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 9. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B., 1982, 317p.

BOYD, C.E. e QUEIROZ, J. **Manejo do solo e da qualidade da água em viveiro para aquíicultura.** Trad. Eduardo Ono. Campinas: ASA. Pond Bottom Soil and Water Quality Management for Pond Aquaculture, 1997. 55p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, Distrito Federal, 17 de março de 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11794.htm#art27. Acesso em: 22 mai. 2017.

CARDOSO, A. L. P.; TESSARI, E. N. C.; CASTRO, A. G. M.; KANASHIRO, A. M. I. CASTRO, M. R. S.; FREIRE, I. M. G.; ESCOBAR, C. A. M.; ANTUNES, G. M.; CNAANI, A.; L. E. E.; B. Y.; ZILBERMAN, N. et al. *Genetics of sex determination in Tilapiine species*. **Sexual. Development**, v.2, n.1, p.43-54, Apr. 2008.

COELHO, M.S.L.; ROSA, V.P.; COSTA, P.M.A. Estudo da microbiota de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada com dejetos de suínos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.19, n.6, p.546-551, 1990.

DELBEM, A. C. B.; GARBELINI, J. S.; LARA, J. A. F.; **Avaliação Microbiológica do Pintado (*Pseudoplatystoma corruscan*) obtido no Rio Paraguai (Pantanal) e Conservado em Gelo**. 5º Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal. Corumbá/MS, 2010.

DONINI, C.A.; GERMANO, M.I.S.; MIGUEL, O.; GERMANO, P.M.L. 1993 Pescado, cólera e Saúde Pública. *Comunidade Científica Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo*, São Paulo, 17(1/2): 25-32.

EASA, M.E.S.; SHEREIF, M.M.; SHAABAN, A.I. et al. Publichealth implications of wastewater reuse for fish production. **Water Science Technology**, v.22, n.11, p.145-152, 1996

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), 2010. Teresina 2007. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/69806/1/Circular45.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2017.

FAO - Food and Agriculture Organization 2009 Fisheries and Aquaculture Department Statistics. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/statistics/en> Acesso em: 15 nov. 2009.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014b). *Fishery and aquaculture statistics 2012*. Roma: FAO yearbook.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018).

FARO, Z. P. Influência da contaminação ambiental nas condições higiênico-sanitárias do peixe curimã (*Mugil lisa*), oriundo da favela do Caranguejo, Recife - PE.

FILHO, E.S.A. et al. Características microbiológicas de "pintado" (*Pseudoplatystona fasciatum*) comercializado em supermercados e feira livre, no município de Cuiabá. **Revista Higiene alimentar**, v.16, n.99, p.84-88, ago 2002

FRANÇA NETO, V.L.; COSTA, F.H.F.; LIMA, M.F.; NASCIMENTO, M.M. Capacitação de pessoal de cultivo de machos revertidos de tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (L., 1766) em tanques-rede, nos municípios do Ceará. In: Congresso Sul-americano de Aqüicultura. I Simpósio Brasileiro de Aqüicultura. Recife – PE. **Anais**. 1998p.796.

FRANÇA, I.; PIMENTA, P. P. P. *A viabilidade da piscicultura para o pequeno produtor de Dourados*. **Comunicação & Mercado/UNIGRAN** – Dourados – MS; v. 01; n. 01; p. 36-51; jan- jul. 2012.

FRANCO, B. D. G. de; LANDGRAFF, M.; **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.

FRANCO, B. D. G. de; LANDGRAFF, M.; **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.

FRANCO, B. D. G. M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.

FRAZIER, W.C.; WESTHOFF, D.C. **Food microbiology**. 4.ed. New York: Mc Graw-Hill, 1998. 681p. il.

GALLI, Luiz Fernando, TORNOLI, Carlos Eduardo, *Criação de Peixes*: 3 ed, São Paulo: Nobel, 1985.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S.; OLIVEIRA, C. A. F. de; Aspectos da qualidade do pescado de relevância em saúde pública. **Revista Higiene Alimentar** – Nº 53. São Paulo. 1998.

HUSSAIN, M.G. **Farming of tilapia. Breeding plans, mass seed production and aquaculture techniques**. Momin Offset Press, Dhaka, Bangladesh, 2004. 149p.

HUTCHINSON, G.E. 1957 *A Treatise on Limnology: Geography Physics and Chemistry*. v.1, NewYork: John Wiley & Sons. 1.015p.

Instituto de Pesca, n. 23p. 45, 1998.

KOCHBA, M.; DIAB, S.; AVNIMELECH, Y. Modeling of nitrogen transformation in intensively aerated fish ponds. **Aquaculture**, n.120; 95-104, 1994.

KUBITZA, F. 1998 *Qualidade da água na produção de peixes*. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, 8(46): 35-41.

KUBITZA, F. 2000 *Tilápias: Qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade*. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, 10(59): 44-53.

KUBITZA, F. *Qualidade da água na produção de peixes*. 3 ed. Jundiaí: Divisão de Biblioteca e Documentação – Campus Luiz de Queiroz/ USP. 1999. 97 p.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. 3. ed. Jundiaí: Degaspari. 1999, 97p

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de camarões e peixes**. Jundiaí: CIP-USP Editora. 2003.

KUBITZA, F. Sanidade aquícola. **Panorama da aquicultura**. v. 18, n. 107, p. 1-8, 2008.

LATONA, N. 2002 Fertilizing Sport Fish Ponds. *Southern Ponds e Wildlife, USA*, 1(2): 28-31.

LEITÃO, M. F. F. Aspectos microbiológicos das carnes. In: **Curso de higiene e sanitização em estabelecimentos de produção e industrialização de carne e derivados**, 6/7. dez. 1995.

LIMA, M. G.; REIS, R. B. Incidência de *Salmonella* spp. Comparação entre metodologias de detecção em amostras de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) de rio e cultivado comercializadas no município de Cuiabá – MT. **Hig. Aliment.**, v. 16, n. 101, p.43-49, out. 2002.

MARGALEF, R. **Limnología**. Barcelona: Ediciones Omega, S.A., 1983. 1010 p.

MARTINS, M. L., Principais Doenças nos Peixes Brasileiros. In: I WORKSHOP INTERNACIONAL DE AQUICULTURA. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, SP, 1997, p .90- 93.

MENDES, E. S.; MENDES, P. P.; COELHO, M. I. S.; SOUZA, J. C. R.; CRUZ, M. C. MERCANTE, C. T. J.; MARTINS, Y. K.; CARMO, C. F.; OSTI, J. S.; PINTO, C. S. R. M.; TUCCI, A. Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis Nilo*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil. **Bioikos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 79-88, jul.-dez. 2007.

MILLARD G, ROCKLIFF S. **Microbiological quality of sushi**. In: Health Services – Food Survey Reports 2000-2003. Austrália, 2003. Disponível em: Caunesp.

MÖLLERKE, R. O.; WIEST, J. M.; CARVALHO, H. H. C. Colimetrias como indicadores de qualidade de pescado artesanal do lago Guaíba, em Porto Alegre, RS. **Hig. Aliment.**, v. 16, n. 99, p. 102-106, ago. 2002.

MURATORI, M. C. S.; FILHO, C. C. C. C.; ARARIPE, M. N. B. A.; LOPES, J. B.; COSTA, A. P. R. *Escherichia coli* e *staphylococcus aureus* em manipuladores de pisciculturas. 2007. 7f. Rev. Cient. Anim., v.9, n.2, 2007.

MURATORI, M. C. S.; PEREIRA, M. M. G.; SOARES, L. R. Pesquisa de bactérias potencialmente patogênicas em pescado comercializado no mercado central de Teresina-PI. **Bol. Centro Pesqui. Process. Aliment.**, v. 12, n. 1, p- 33-38, jan/jun. 1994

NOGUEIRA, A. J. *Aspectos da Biologia Reprodutiva e Padrões de Crescimento da Tilápia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus). 1758 em Cultivos Experimentais*; **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**. 2003, p.1-77.

NOGUEIRA, J. A. **Aspectos da biologia reprodutiva e padrões de crescimento da tilápia *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758, (Linhagem Chitralada) em cultivos experimentais**. Recife, PE. 76p, Dissertação (Curso de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) Departamento de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2003.

OSTRENSKY, W. B. A. *Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo*. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211 p.

PAL, D.; DASGUPTA, C. Microbial pollution in water and its effect on fish. *Journal of Aquatic Animal Health*, v.4, p.32–39, 1992.

PEIXE BR. *Anuário peixe BR da piscicultura*, 2018. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario2018/>. Acesso em: 22 mai. 2017.

PEREIRA, Lucivaldo, **Piscicultura Básica**: SEBRAE/AM, IDAM. 2003.

PIMENTEL, L. P. S.; PANETTA, J. C. Condições higiênicas do gelo utilizado na conservação de pescado comercializado em supermercados da grande São Paulo. Parte 1, resultados microbiológicos. **Hig. Aliment.** v. 17, n. 106, p. 56-63, mar. 2003.

RAMÍREZ, C.; BOLÍVAR, A.; CIFFONI, G.A.; PANCHENIAK, E.M.G.; SOCCOL, E.F.R.C. Microorganismos lácticos probióticos para ser aplicados en la alimentación de larvas de camarón y peces como substituto de antibiótico. **La Alimentación Latino Americana**, v.264, p.70-78, 2006.

REBOLÇAS, R. A. **Monitoramento da microbiota bacteriana da água de um sistema fechado de cultivo em uma estação de piscicultura marinha**. 2010. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

RIBEIRO, A. L. M. S. dos; OLIVEIRA, G. M. de; FERREIRA, V.M.; PEREIRA, M. M. D.; SILVA, P. P. O. Avaliação microbiológica da qualidade do pescado processado importado no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, V. 16, p. 109-112, 2009.

ROCHA, D. C. C.; **Aquicultura: Produção de Pescado Aumenta 25% Nos Últimos Oito Anos**. Disponível em: <<http://www.zootecniabrasil.com.br>>, 2010. Acesso em: 4 set 2017.

RODRIGUES, T. P.; **Estudo de critérios para avaliação da qualidade da tilápia do nilo (*oreochromis niloticus*) cultivada; eviscerada e estocada em gelo**. Dissertação de Doutorado apresentado ao Doutorado em Medicina Veterinária – Universidade Federal Fluminense, Centro de Ciências Médicas. Niterói/RJ, 2008.

ROSA, V.P.; COSTA, P.M.A.; COELHO, M.S.I. Palatabilidade e incidência de patógenos em tilápia do Nilo alimentadas com dejetos de suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.19, n.6, p.542-545, 1990.

ROUBACH, R.; CORREIA, E.S.; ZAIDEN, S.; MARTINO, R.C.; CAVALLI, R.O. *Aquicultura Brasileira. Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, 2003. 2: 47-57.

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; AGUJARO, L.F.; CARVALHO, M.C.; CARVALHO, L.R.; SOUZA, R.C.R. **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência. 2006, 58p.

SCHIEWER, U. 30 years' eutrophication in shallow brackish waters - lessons to be learned. *Hydrobiologia*, Netherlands, 1998. 363: 73-79.

SILVA, Daniele Belarmino da. **Comunidade bacteriana em viveiros de aquicultura**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014. 54 p.

SOARES, C. **Análise das implicações sociais, econômicas e ambientais relacionadas ao uso da piscicultura - o caso fazenda princesa do sertão - Palhoça/SC**. UFSC, Florianópolis, 2003.

SOUZA, R. M. R. **Qualidade da água e desempenho reprodutivo da tilápia do Nilo alimentada em diferentes frequências e períodos por meio do dispensador automático**. 2007. 71f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2007.

STOSKOPF, M. K. Zoonotic diseases. In: NEMETZ, T. G.; SHOTTS, E. B. **Fish medicine**, W. B. Saunders, 1993. p. 214-215.

TESSARI, E. N. C.; CARDOSO, A. L. S. P.; CASTRO, A. G. M.; ZANATTA, G. F. Prevalência de *Salmonella enteritidis* em carcaças de frango industrialmente processadas. **Hig. Aliment**, v. 17, n. 107, p. 52-55, abr. 2003.

VIEIRA, R. H. S. dos F. (coordenadora); Microbiologia, **Higiene e Qualidade do Pescado: Teoria e Prática** – São Paulo: Livraria Varela, 2003.

WETZEL, R.G. **Limnology**. EUA: W. B. Saunders Company, 1983. 743p.