

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

TAÍS REGINA CUTCHMA

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM
VIVEIROS DE PEIXES SUBMETIDOS A DIFERENTES DIETAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2015

TAÍS REGINA CATCHMA

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM
VIVEIROS DE PEIXES SUBMETIDOS A DIFERENTES DIETAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do título de licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Cleverson Busso

Co-orientadora: Profa. Dra. Fernanda Ferrari

DOIS VIZINHOS

2015

C988a Cutchma, Taís Regina
Análise físico-química e microbiológica da água em viveiros de peixes submetidos a diferentes dietas. / Taís Regina Cutchma – Dois Vizinhos: [s.n], 2015. 52f.:il.

Orientador: Cleverson Busso.
Co-orientador: Fernanda Ferrari.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Ciências Biológicas. Dois Vizinhos, 2015.
Bibliografia p.45-49

1.Microbiologia da água. 2.Físico-química da água.
3.Peixes. I.Busso, Cleverson, orient. II.Ferrari, Fernanda, co-orient. III.Universidade Tecnológica Federal do Paraná– Dois Vizinhos. IIII.Título

CDD:570

Ficha catalográfica elaborada por Keli Rodrigues do Amaral CRB: 9/1559

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso nº. 06

Análise físico-química e microbiológica da água em viveiros de peixes submetidos a diferentes dietas

por

Tais Regina Cutchma

Este trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 14 horas do dia **01 de julho de 2015**, como requisito parcial para obtenção do título de Biólogo (Curso de Ciências Biológicas – Licenciatura, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos). O candidato foi arguido pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

(aprovado, aprovado com restrições, ou reprovado)

Profa. Dra. Marcela Tostes Frata
UTFPR-Dois Vizinhos

Prof. Dr. Cleverson Busso
Orientador
UTFPR-Dois Vizinhos

Profa. Msc. Adriana Sbardelotto Di
Domenico
UTFPR-Dois Vizinhos

Prof. Dr. Everton Ricardi Lozano da
Silva
Coordenador do Curso de Ciências
Biológicas
UTFPR-Dois Vizinhos

“ A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

AGRADECIMENTOS

Por meio destes parágrafos seguintes, venho expressar minha humilde gratidão á quem de fato me auxiliou na construção e desenvolvimento do meu projeto, seja de forma direta ou indireta. Certamente não irei conseguir agradecer a todos que fizeram parte dessa fase importante da minha vida, desde já peço desculpas aos nomes falhos de citação, mas sabem que estarão presentes no meu pensamento ao lembrar de cada pedacinho na construção deste trabalho.

Primeiramente agradeço a Deus por ouvir minhas reclamações e pedidos de força para continuar. Á minha família que me apoiou muito nesta formação. Cito minha irmã Talita por tirar um tempo e me auxiliar na correção de alguns pontos deste trabalho.

Agradeço á Professora Dra. Fernanda Ferrari que me ajudou a construir este tema, me inserindo no projeto o qual ela estava vinculada, para que eu pudesse assim desenvolver meu trabalho. Agradeço também as sábias orientações e apoio incondicional, além do auxílio em coletas e também em laboratório.

Agradeço ao Professor Dr. Cleverson Busso pela orientação desta pesquisa e momentos de aprendizado.

Agradeço imensamente aos colegas de laboratório, que me auxiliaram com o desenvolvimento prático deste, cito de forma especial meus colegas Alex Bachi, Indianara Carniel.

Agradeço especialmente á minhas amigas que me entenderam nos momentos de dificuldade, os quais eu não poderia estar presente devido á construção deste trabalho.

Agradeço meu companheiro Jeferson que esteve presente no desenvolvimento deste, fazendo com que eu parasse o que estava fazendo para finalizar a escrita deste projeto.

Agradeço aos pesquisadores e professores da banca examinadora pela atenção, em especial pela contribuição deixada para este estudo.

Agradeço a todo pessoal da UFFS de Laranjeiras do Sul, envolvidos no projeto, que auxiliaram nas coletas, bem como no desenvolvimento do estudo.

“Acreditar que pode acontecer é o primeiro passo para algo ser realizado”.
(William Shakespeare)

RESUMO

CUTCHMA, Taís. **AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM VIVEIROS DE PEIXES SUBMETIDOS A DIFERENTES DIETAS.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

A piscicultura é uma atividade agropecuária que utiliza recursos hídricos para seu desenvolvimento, cujo objetivo principal é a obtenção de um máximo de produção para consumo humano, porém sem comprometer a boa qualidade dos peixes. A água é um fator importante no cultivo dos peixes, e alterações de qualidade são refletidas nas suas características físico-químicas e biológicas. As variantes físico-químicas mais empregadas na fiscalização da água em atividades aquícolas são temperatura, pH, condutividade elétrica, transparência, oxigênio dissolvido, fósforo e nitrogênio. A qualidade microbiológica do peixe é influenciada pela qualidade microbiológica da água do ambiente, sendo que a presença de coliformes indicadores de poluição de origem fecal pode alterar a qualidade do produto final. Assim o presente trabalho objetivou analisar mensalmente as características físico-químicas como temperatura, condutividade elétrica, pH, transparência, oxigênio dissolvido, fósforo (nas formas de ortofosfato, fósforo total dissolvido e fósforo total), nitrogênio (nas formas dissolvidas – amoniacal e nitrato e total – nitrogênio total) e microbiológicas da água de viveiros de cultivo de peixes submetidos a diferentes tratamentos alimentares, com ração peletizada e com ração extrusada. Visando detectar em qual dos tratamentos houve manutenção da boa qualidade da água de cultivo. Os viveiros estão situados em quatro propriedades rurais na cidade de Laranjeiras do Sul, Paraná. A temperatura da água, o pH, a condutividade e o oxigênio dissolvido foram aferidas em campo com auxílio de uma sonda multiparâmetro. A transparência da água foi medida utilizando o do disco de Secchi. Amostras da água dos viveiros foram obtidas e acondicionadas em frascos de polietileno, para análise das variáveis abióticas. Para a análise microbiológica (de coliformes totais e termotolerantes), empregou-se a metodologia dos tubos múltiplos, que consiste no teste presuntivo, seguido pelos testes confirmativos, nos dias subsequentes. Os frascos foram estocados em caixas térmicas para o transporte até o Laboratório de Microscopia 2 da UTFPR-DV, onde foram processadas tais análises, no mesmo dia de coleta. Com os resultados constatou-se que a ração extrusada (devido ao seu modo de processamento) é melhor assimilada pelos peixes, pois neste tratamento observou-se redução de nutrientes na água no decorrer dos meses. Também verificou-se redução de microrganismos aeróbicos, diferente do ocorrido nos viveiros submetidos à dieta peletizada. Concluindo, a ração do tipo extrusada possibilitou melhor qualidade físico-química e microbiológica da água nos viveiros submetidos à dieta alimentar.

Palavras-chave: Qualidade microbiológica da água; Qualidade físico-química da água; Viveiros de cultivo de peixes.

ABSTRACT

CUTCHMA, Taís. **EVALUATION PHYSICO-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL WATER IN FISH PONDS SUBJECT TO DIFFERENT DIETS**. 2015. Work Completion of course (Graduate Degree in Biological Sciences) – Universidade Tecnológica do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

Fish farming is an agricultural activity that uses water resources for its development, whose main objective is to obtain a maximum production for human consumption, but without compromising the quality of the fish. Water is an important factor in fish farming, and quality changes are reflected in their physical, chemical and biological characteristics. The physico-chemical variants most used in monitoring water aquaculture activities are temperature, pH, electrical conductivity, transparency, dissolved oxygen, phosphorus and nitrogen. The microbiological quality of fish is influenced by the microbiological quality of the ambient water, and that the presence of fecal coliform in pollution indicators can change the quality of the final product. So the present study aimed analyze the monthly physical and chemical characteristics as temperature, electrical conductivity, pH, transparency, dissolved oxygen, phosphorus (in the forms of orthophosphate, total phosphorus and dissolved total phosphorus), nitrogen (in dissolved forms - ammonia and nitrate and Total - Total nitrogen) and microbiological water fish culture ponds under different feeding treatments with pelleted feed and extruded feed. Aimed at detecting which of the treatments were maintaining good quality cultivation of water. The nurseries are located in four rural properties in the town of Laranjeiras do Sul, Paraná. The water temperature, pH, conductivity and dissolved oxygen were measured, with the aid of a multiparameter probes. The water clarity was measured using the Secchi disk. Samples of pond water were obtained and placed in polyethylene bottles for analysis of abiotic variables. For microbiological analysis (total and fecal coliforms), we used the methodology of multiple tubes, which is the presumptive test, followed by confirmatory tests, in the following days. The bottles were stored in coolers for transport to the Microscopy Laboratory 2 UTFPR-DV, where the analyzes were processed on the same day of collection. From the results obtained it was found that the extruded ration due to their mode of processing is better assimilated by the fish, since this treatment was an observed reduction of nutrients in the water in the course of months. There was also reduction of aerobic microorganisms, unlike nurseries which were submitted to pelleted diet. In conclusion, the ration of extruded type enabled a better physical-chemical and microbiological quality of water in nurseries undergoing diet.

Keywords: Microbiological water quality; Physical and chemical quality of water; Fish farming ponds.

LISTA DE MAPA

Figura 1: Mapa de Laranjeiras do Sul - Paraná e Campus da UFFS (Universidade Federal Fronteira Sul). Fonte: Google Mapas.	23
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Ordenação pela Análise de Componentes Principais (PCA) das unidades amostrais referentes aos tratamentos com peletizada e extrusada, em função das variáveis abióticas da água. PDT (fósforo total dissolvido), PT (fósforo total), PO ₄ (ortofosfato), pH (potencial hidrogeniônico), PROF (profundidade), COND (condutividade elétrica), TEMP (temperatura), OD (oxigênio dissolvido), NT (nitrogênio total), NO ₃ +NO ₂ (nitrato + nitrito), NH ₄ (amônio).....	37
Gráfico 2. Dados do Número Mais Provável (NMP) para os coliformes da água.....	41
Gráfico 3. NMP de Microrganismos para o músculo do peixe no mês de Abril/2015.....	43

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Dados da morfometria dos viveiros e da composição dos policultivos	24
Tabela 2 – Valores para as formas de nitrogênio – nitrogênio total (NT), amônio (NH ₄ ⁺) e nitrato + nitrito (NO ₃ ⁻ +NO ₂ ⁻), e de fósforo – fósforo total (PT), fósforo total dissolvido (PDT) e ortofosfato (PO ₄ ⁻³), para os diferentes tratamentos e durante o período amostral.	32
Tabela 3 – Valores para os parâmetros de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade e transparência (profundidade de desaparecimento do disco de Secchi), para os diferentes tratamentos e durante o período amostral.	35
Tabela 4 - Correlações de Pearson entre as variáveis abióticas e os dois primeiros eixos de ordenação da PCA.....	38
Tabela 5 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação do NMP das amostras de água para os diferentes tratamentos e durante o período amostral	40
Tabela 6 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação do Número Mais Provável (NMP/250mL) de coliformes das amostras de peixe para os diferentes tratamentos, no mês de abril.....	43
Tabela 7. Parâmetros físico-químicos da água. Legenda: (VIV/COL) viveiro/coleta; (NT) µg de nitrogênio total/L; (NO ₃) µg de nitrato/L; (NH ₄) µg de amônio/L; (PT) µg de fósforo total/L; (PDT) µg de fósforo total dissolvido/L; (PO ₄) µg de ortofosfato/L; (TEMP) temperatura; (pH) potencial hidrogeniônico; (OD) oxigênio dissolvido; (COND) condutividade da água; (PROF) profundidade.	50
Tabela 8. Resultados microbiológicos da água e do peixe em número mais provável (NMP).	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 A QUALIDADE DA ÁGUA.....	13
2.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA.....	14
2.2.1 Transparência Da Água	15
2.2.2 Temperatura	15
2.2.3 Condutividade Elétrica	16
2.2.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)	16
2.2.5 Fósforo.....	16
2.2.6 Formas De Nitrogênio.....	17
2.2.7 Oxigênio Dissolvido	19
2.3 MICROBIOLOGIA DA ÁGUA.....	19
2.3.1 Coliformes.....	21
2.4 RAÇÃO PELETIZADA E EXTRUSADA	22
3 DESENVOLVIMENTO	23
3.1 MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1.1 Local da coleta.....	23
3.1.2 Coleta e transporte das amostras de água para análise microbiológica.....	24
3.1.3 Coleta e transporte das amostras de peixes para análise microbiológica	24
3.1.4 Análise Microbiológica da água e do músculo dos peixes	25
3.1.4.1 Teste presuntivo.....	25
3.1.4.2 Teste confirmativo.....	26
3.1.5 Coleta e transporte das amostras de água para análise físico-química.....	26
3.1.5.1 Nitrato	27
3.1.5.2 Nitrogênio total	27
3.1.5.3 Ortofosfato	28
3.1.5.4 Amônio.....	28
3.1.5.5 Fósforo total (PT).....	28
3.1.5.6 Fósforo total dissolvido (PDT).....	29
3.1.6 Análises dos dados.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA.....	30
4.2 MICROBIOLOGIA DA ÁGUA.....	38
5. CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45
ANEXOS	50

1 INTRODUÇÃO

A água, quando captada de rios, lagos, represas e aquíferos subterrâneos e utilizada como bem econômico é denominada recurso hídrico (REBOUÇAS, 2002). No Brasil, a utilização dos recursos hídricos para diversas finalidades é garantida por lei (LEI 9433, de 08 de janeiro de 1997), sendo assegurado o seu uso principalmente para o consumo humano e dessedentação animal. Além disso, pode ser utilizada também na geração de energia elétrica, irrigação, recreação, transporte aquático, entre outras finalidades (ANA, 2007).

A piscicultura consiste na atividade agropecuária que também utiliza os recursos hídricos para o seu desenvolvimento e cujo objetivo principal é a obtenção do máximo de produção de peixes para consumo humano, aliada à boa qualidade do alimento em termos de valor nutritivo e baixo custo. Tal atividade tem sido favorecida, por um lado, pela crescente diminuição da disponibilidade de peixes em ambientes naturais, em decorrência de pressões ambientais (modificações do habitat, poluição e represamento) e, por outro, devido a mudanças no hábito alimentar das pessoas, que buscam alimentos mais saudáveis (LACHI, 2006).

Do ponto de vista ecológico, os viveiros de criação de peixes são ecossistemas dinâmicos, com baixa profundidade e fluxo de água contínuo. Desta forma, as variáveis limnológicas são mais sujeitas a variações diárias, o que pode alterar os processos internos das comunidades aquáticas presentes no meio (SIPAÚBA-TAVARES; LACHI, 2008). A água é um dos fatores mais importantes que interferem no cultivo dos peixes, sendo ela considerada a parte final das múltiplas transformações que ocorrem nos viveiros e são refletidas nas suas características físico-químicas e biológicas. Sendo assim, em casos de má qualidade de água, em que são verificados baixos teores de oxigênio dissolvido, pH inadequado ou elevadas concentrações de amônia, entre outros, a água se configura em agente estressor que pode tornar o peixe incapaz de manter um estado fisiológico normal (BARTON, 2002).

O aumento de matéria orgânica na água de piscicultura, a qual é proveniente de fezes, metabólitos excretados pelos peixes e por restos de rações, pode comprometer o equilíbrio físico-químico e biológico da água. Este acúmulo de matéria orgânica no ambiente de produção pode ser ainda mais acentuado em

condições de manejo alimentar inadequado. Rações de baixa qualidade ou não balanceadas, por exemplo, ocasionam redução na absorção dos nutrientes e estes serão conseqüentemente expelidos pelas fezes, contribuindo para a eutrofização do viveiro. Esta grande disponibilidade de nutrientes pode levar ao florescimento excessivo de fitoplâncton, o que reduz a transparência e altera os parâmetros de qualidade da água, induzindo um fator estressante para os animais, comprometendo seu sistema imunológico e aumentando o risco de um surto de doença com grandes perdas econômicas devido à mortalidade (SADO e BICUDO, 2012).

Outro importante fator decorrente do aumento da matéria orgânica e da eutrofização é o desenvolvimento de organismos indesejáveis à piscicultura e com potencial patogênico, tais como bactérias, fungos e parasitas (SIPAÚBA-TAVARES et. al, 2008). Segundo Sipaúba-Tavares et al. (2008) os parasitas (ectoparasitas ou endoparasitas), além de serem os agentes causadores de doenças em peixes mais estudados, podem tornar estes animais mais susceptíveis a infecções secundárias ocasionadas por fungos e bactérias.

Os coliformes presentes na água podem indicar a presença de poluição de origem fecal, esta geralmente ocasionada por microrganismos que ocorrem em grande quantidade na microbiota intestinal humana e de animais homeotérmicos. A presença de coliformes na microbiota intestinal dos peixes pode revelar as condições da microbiologia da água do ambiente que eles estão inseridos. A presença de bactérias, como os coliformes totais e termotolerantes nos viveiros de peixe, demonstram a necessidade do controle maior de higiene, visando prevenir a transferência de coliformes presentes na água ou no trato gastrointestinal do peixe para a musculatura deste (LORENZON, 2009).

Sendo assim, a piscicultura implica no controle de vários aspectos da vida dos organismos deste meio, sendo a água utilizada para monitorar as diversas variáveis, como: temperatura, salinidade, transparência, pH, cor, turbidez, formas nitrogenadas (amônio, nitrito, nitrato), formas de fósforo (ortofosfato, fósforo total dissolvido e fósforo total), oxigênio dissolvido, coliformes totais, coliformes termotolerantes, entre outros.

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, as águas devem estar dentro de condições e padrões específicos, estabelecidos por esta resolução, para serem utilizadas em atividades de aquicultura (piscicultura) (CONAMA, 2005).

Em viveiros de cultivo de peixes, o tipo de dieta alimentar pode influenciar a qualidade físico-química e microbiológica da água, por permitir ou não o melhor aproveitamento dos nutrientes das rações ou alterar as taxas de liberação de resíduos na água de cultivo. Rações peletizadas são obtidas pela técnica de peletização, que é feita por meio da compactação mecânica da dieta, através da prensagem da ração feita por rolos compressores (MILLAN, 2009). Rações extrusadas são feitas usando a técnica de extrusão que, por sua vez, é feita sob alta pressão, umidade e altas temperaturas (CHENG e HARDY, 2003), processos que expõem os nutrientes, favorecendo a digestão, e tornando a alimentação dos peixes mais eficiente.

Neste sentido, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água de viveiros de policultivo de peixes submetidos a dois diferentes tipos de suplementação alimentar, visando detectar em qual dos tratamentos haverá manutenção da boa qualidade (físico-química e microbiológica) da água de cultivo. Diante disso, analisou-se também o músculo do peixe, objetivando analisar se água veicula contaminantes para o músculo prejudicando assim sua qualidade para o consumo humano.

As amostras de água foram obtidas em sistemas de policultivos de peixes localizados em propriedades rurais de Laranjeiras do Sul (PR). Os policultivos serão estabelecidos utilizando os peixes carpa cabeça grande, carpa prateada, carpa capim, carpa húngara, curimatá, cascudo e jundiá e foram submetidos a diferentes suplementações alimentares, sendo que o primeiro tratamento recebeu ração peletizada e o segundo ração extrusada. Houve duas repetições para cada tratamento.

As coletas foram realizadas mensalmente, a partir de novembro de 2014, até se completar o ciclo de produção do cultivo. As análises das variáveis físico-químicas foram processadas no mesmo dia de coleta seguindo metodologia específica da área. A determinação de coliformes totais e termotolerantes foi conduzida através da técnica de tubos múltiplos de acordo com a *American Public Health Association* (APHA, 2005). Estas análises são importantes, uma vez que a qualidade microbiológica da água de piscicultura pode influenciar na qualidade microbiológica dos seres que habitam o ambiente (PAL; DASGUPTA, 1992).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A QUALIDADE DA ÁGUA

Segundo MERCANTE et al. (2008) a execução apropriada das atividades direcionadas à produção de organismos aquáticos depende basicamente da qualidade da água.

Em viveiros de cultivo de peixes, a qualidade da água é regulada por vários elementos, incluindo fatores bióticos (bactérias, fitoplâncton e zooplâncton) e fatores abióticos (formas químicas relacionadas aos elementos nitrogênio e fósforo, carbonatos, bicarbonatos, oxigênio, entre outros). Estes elementos podem ter alta variação, pois o ambiente é de pouca profundidade, possui um fluxo contínuo de água, há precipitação, assim como fácil circulação vertical da água devido à ação do vento, tornando este tipo de ambiente extremamente dinâmico (SIPAÚBA-TAVARES et al., 1994).

Um dos principais problemas que afetam a qualidade da água em piscicultura é o aumento de nutrientes no meio aquático pelo manejo inadequado (BOYD e QUEIROZ, 1997). Uma das principais consequências é a multiplicação em excesso do fitoplâncton que acarreta na redução de oxigênio no período da noite, e durante o dia supersaturação, causando bloqueio nos filamentos branquiais dos peixes. Esse bloqueio não permite a troca gasosa deste animal, além de inibir o crescimento das algas assimiláveis e propiciar o surgimento de metabólitos secundários de cianobactérias, o que origina sabor desagradável no pescado (PERSCHBACHER et al., 1997).

Além disso, de acordo com Galli (1999), para que a água tenha boa qualidade físico-química, deve estar livre de contaminação por coliformes totais, termotolerantes, entre outros microrganismos, o que auxiliará na manutenção da saúde dos peixes, levando conseqüentemente à melhor produção. Para compreender melhor a ecologia dos sistemas de criação de peixes é necessário estudo da qualidade da água e a relação desta com a produtividade no ambiente (MACEDO e SIPAÚBA-TAVARES, 2005).

Sendo assim, conhecer a dinâmica destes elementos que operam nos ecossistemas aquáticos e os padrões de água apropriados, é importante para quem atua na área de piscicultura, pois garante a obtenção de boa produção e assegura a saúde dos peixes, evitando prejuízos financeiros.

2.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

As variantes mais empregadas na fiscalização da água em atividades aquícolas abrangem medidas de temperatura da água, pH, transparência da água, oxigênio dissolvido, fósforo (nas formas de ortofosfato, fósforo total e fósforo total dissolvido) e nitrogênio (nas formas dissolvidas – amoniacal e nitrato e total) (MERCANTE et al., 2008).

Segundo Esteves (2011) o termo eutrofização é definido como o aumento das concentrações dos nutrientes disponíveis no ambiente aquático, destacando-se o fósforo e o nitrogênio. Isto resulta no aumento da produtividade e alterações do funcionamento deste ambiente, diante disso o ambiente passa de oligotrófico para eutrófico.

A eutrofização pode ser classificada como natural (proveniente de nutrientes trazidos pelas chuvas) ou artificial (induzida pelo homem, como através de esgotos domésticos e atividades agrícolas) (ESTEVES, 2011). Quando são lançados excrementos humanos sem tratamento nos ambientes aquáticos, ocorre intensificação no processo de eutrofização artificial, além de resultar no alto risco sanitário carreado por microrganismos diversos, como bactérias e vírus, que podem acarretar em alterações clínicas em humanos e animais que consomem esta água (ESTEVES, 2011).

Diante disso, na sequência há descrição das variáveis utilizadas no monitoramento da qualidade da água em viveiros de piscicultura.

2.2.1 Transparência Da Água

Transparência da água é denominada a medida da penetração de luz que incide nos corpos d'água. A região da coluna d'água que possui a porção iluminada é a zona eufótica e a extensão desta depende do meio e da sua capacidade de atenuar a radiação subaquática. Onde a intensidade da radiação corresponde a 1% da intensidade a qual a superfície atinge é determinado o ponto de compensação da profundidade sendo seu limite inferior à área (ESTEVEES, 2011). Águas muito transparentes, são consideradas pobres em nutrientes, por isso, a água de viveiros de criação de peixes deve ser mais escura, porém se muito turva, acarreta na falta de oxigênio, sendo ideal para viveiros de peixe, transparência entre 30 e 40 cm (EMATER, 2004).

Segundo Mercante et al. (2008), para determinar a penetração de luz na coluna da água, utiliza-se um método indireto eficiente e de baixo custo, que funciona como bom indicador da qualidade da água. Determina-se através da utilização de um disco com 20 a 30 cm de diâmetro, o “disco de Secchi”, material resistente, que permite determinar o quanto a luz que está incidindo na água está sendo atenuada, diante da presença de algas e outros tipos de matéria orgânica no ambiente. Quando o ambiente apresenta coloração intensa, geralmente esverdeada, ocorre à atenuação drástica na entrada de luz na água.

2.2.2 Temperatura

A temperatura é um fator ecológico importante, pois pode influenciar diretamente nos variados organismos, sendo que cada espécie de peixe possui uma faixa específica de temperatura apropriada para seu melhor desenvolvimento (EMATER, 2004). Temperaturas elevadas também podem acelerar os processos metabólicos e de decomposição da matéria orgânica no meio aquático (EMATER, 2004).

2.2.3 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica indica a capacidade da água em conduzir eletricidade. Funciona como informativo sobre o metabolismo do ecossistema, que auxilia na detecção de fontes poluidoras dos sistemas aquáticos. Funciona também como avaliador de nutrientes nos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 1998). Segundo Esteves (1998) na piscicultura, a condutividade em torno de 70 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$ é adequada para manter e produzir peixes. As medidas são tomadas utilizando condutímetro ou sonda multiparâmetro.

2.2.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

A escala do pH varia de 0 a 14, a neutralidade é indicada pelo valor 7, sendo as concentrações de H^+ e OH^- iguais (GALLI, 1999), sendo tal concentração ideal à criação de peixes. pH de valor baixo (íon hidrogênio aumentado), demonstra que o ambiente está ácido, enquanto o valor alto do íon oxidrila (OH^-) representa ambiente mais alcalino (GALLI, 1999). A alteração do pH em viveiros de peixes é decorrente de alguns fatores como a fotossíntese, calagem (aplicada em viveiros com o objetivo de evitar variações bruscas no pH), adubação e poluição (MERCANTE et al., 2008). A análise desta variável é feita usando phmetro ou sonda multiparâmetro.

2.2.5 Fósforo

O fósforo é um dos principais parâmetros utilizados para avaliar a qualidade da água. O fósforo é um dos nutrientes que ocorre em menor abundância, assim, frequentemente, atuando como o elemento inicial que limita a produtividade biológica, como o crescimento de algas e outras plantas aquáticas (MERCANTE et al., 2008).

O fósforo faz parte da formação dos microrganismos, sendo importante para seu crescimento. Porém, quando se encontra em excesso na água, desencadeia o

aumento excessivo de algas, o que ocasiona a eutrofização. É, portanto, um elemento que deve estar em constante monitoramento, pois é bom indicador da qualidade da água. Pesquisadores têm agrupado e utilizado a seguinte classificação de fósforo: fosfina (PH_3), volátil e encontra-se em sedimento anóxico, de água doce; fósforo total (P-total), que é a soma de todo o fósforo disponível em uma amostra de água, o qual é transformado na forma inorgânica, o ortofosfato; fósforo particulado orgânico ou inorgânico; fósforo dissolvido orgânico e inorgânico, sendo o orgânico resultado de decomposição ou produção de seres vivos, e o inorgânico é representado pelo ortofosfato e outros (ESTEVEES, 2011).

Esteves (2011) destaca o P-total e o P-orto (ortofosfato) como mais importantes, sendo o total usado para estimar o grau de fertilização do ambiente e o P-orto como sendo a principal forma de fosfato que é assimilada pelos vegetais do ambiente aquático.

Normalmente, em viveiros de peixe, este nutriente apresenta-se em concentrações elevadas, pois é proveniente do arraçoamento e seu monitoramento no efluente dos viveiros de cultivo é também importante para prevenir impactos nos corpos da água receptores do efluente gerado. A Resolução CONAMA 357/2005 aconselha, valores de até 0,030mg/L de fósforo em ambientes lênticos (MERCANTE et al., 2008).

2.2.6 Formas De Nitrogênio

Por fazer parte da formação de proteínas, o nitrogênio é um elemento importante para o metabolismo de ecossistemas aquáticos, intervindo como fator limitante na produção primária dos ecossistemas e em certas condições tornando-se tóxico aos organismos do ambiente aquático. Entre as diversas formas de nitrogênio dissolvido encontram-se na água a forma ionizada (NH_4^+), o íon amônio, e a não ionizada (NH_3), amônia. Juntas compõem a amônia total (MERCANTE et al., 2008). A amônia total em sua forma NH_3 (forma tóxica) estará presente em maior quantidade quando o pH for maior (EMATER, 2004).

A fonte mais importante de compostos nitrogenados presentes na água de piscicultura intensiva, é proveniente da alimentação dos animais. Os fertilizantes e

as rações empregadas nos viveiros são compostas por nitrogênio, especialmente na forma de amônia e nitrato. Quando em excesso, esse elemento pode dificultar o desenvolvimento dos peixes (EMATER, 2004). Além de que o nitrogênio é consumido também pelo fitoplâncton, o que ocasiona um crescimento em excesso de algas (MERCANTE et al., 2008).

O resíduo nitrogenado excretado pelos peixes é a amônia, resultante do metabolismo destes, e auxilia aumentando a decomposição dos resíduos orgânicos feita pelos microrganismos. No viveiro a amônia é produto da conversão biológica do nitrogênio orgânico, e sua forma disponível em maior parte é a proteica, está transformada para íons amônio ou moléculas de amônia, dependendo do pH do ambiente. O processo de nitrificação é a conversão de amônia para nitrato, onde a redução ocorre por desnitrificação, sendo o nitrogênio volatilizado através dos processos efetuados pelos microrganismos, e o nitrato é transformado em gás e liberado ao ambiente. Este processo ocorre em ambientes aeróbicos (ESTEVES, 2011).

Quando a condição do ambiente é de baixo oxigênio dissolvido, há beneficiamento para o aumento de nitrito na água (ESTEVES, 2011). Assim, de acordo com Latona (2002, apud Macedo et al. 2010) sob condições controladas, a fertilização é importante na piscicultura por permitir o aumento da produtividade. Porém, pode causar desequilíbrio ecológico, levando à proliferação das algas, em condições de excesso de nutrientes, alta temperatura e luminosidade, o que pode perdurar por longos períodos e acarretar a mortalidade nos peixes, por deixar a camada do hipolímnio com oxigênio diminuto.

A amônia também diminui a capacidade de combinação da hemoglobina com o oxigênio, quando está em excesso no ambiente, comprometendo a vida do peixe, levando-o a morte por asfixia (EMATER, 2004).

Diante desses vários fatores, é recomendado que se tenha controle da quantidade e qualidade do alimento que é disponibilizado aos animais, e também controle adaptado para o fluxo da água, evitando assim o acúmulo de matéria orgânica proveniente do arraçamento nos sistemas de criação (MERCANTE et al., 2008).

2.2.7 Oxigênio Dissolvido

Presença de oxigênio em viveiros é importante, pois os organismos deste ambiente dependem deste gás para sobreviver, diante disso é importante que se quantifique, através de medidas. É comum que ocorra variações bruscas de oxigênio na água, especialmente quando o fitoplâncton está presente em grande quantidade. Isto porque as algas fornecem oxigênio durante o dia, produzido pela fotossíntese, e o consomem durante a noite, por meio da respiração, sendo que este último processo pode levar a falta de oxigênio, ocasionando morte em peixes. Valores de oxigênio dissolvido indicados para a criação de peixes devem estar acima de 4,0 mg/L (MERCANTE et al., 2008).

Segundo Esteves (2011), a oxidação da matéria orgânica resultante da atividade dos microrganismos, a respiração de seres aquáticos e oxidação de íons metálicos como ferro e manganês, auxiliam na redução do oxigênio concentrado na água. A solubilidade do oxigênio entre outros gases dependem da temperatura e da pressão (ESTEVES, 2011).

Segundo a Resolução 357/2005 do Conama (2005), a demanda bioquímica de oxigênio, não deve exceder valores de 3mg/L, sendo analisados através de efluentes lançados no ambiente. Segundo Ayroza (2012), os diferentes resíduos da piscicultura afetam variadas partes deste ecossistema, sendo que os nutrientes e pequenas partículas de fezes afetam a qualidade da água. Quando resíduos na forma de matéria orgânica e particulada, além de sólidos suspensos, apresentam-se em elevadas concentrações, acabam afetando e promovendo um aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (AYROZA, 2012).

2.3 MICROBIOLOGIA DA ÁGUA

A qualidade microbiológica do peixe é influenciada pela qualidade microbiológica da água do ambiente (PAL & DASGUPTA, 1992). Alimentos com a qualidade microbiológica comprometida têm sido relacionados com doenças ocorrentes em humanos, atuando como transmissores de microrganismos

patógenos, além de intoxicações, o que torna isso um problema de saúde pública (LORENZON, 2009).

A presença de coliformes totais e termotolerantes indica possível poluição fecal, esta causada por organismos presentes em grandes quantidades na flora intestinal de humanos ou de animais homeotérmicos (LORENZON, 2009). De acordo com este autor, a microbiota intestinal de peixes, normalmente não possui coliformes, porém, atualmente tem se encontrado esses organismos no trato gastrointestinal destes animais. Sendo assim, a microbiota do peixe, nos mostra as condições microbiológicas do ambiente aquático.

Uma alternativa de produção de alimentos que mais cresce no mundo é a de aquicultura, pois contribui para a demanda mundial na piscicultura (SOUZA, 2002). A piscicultura é também uma importante fonte nutritiva com alto valor biológico e baixas calorias. Porém, para suprir as condições crescentes no mercado de consumo e a qualidade nutritiva dos produtos de piscicultura, é necessário controle das condições microbiológicas no ambiente de cultivo e nos produtos (LORENZON, 2009).

Quando há presença de bactérias entéricas, como os coliformes termotolerantes, em viveiros de piscicultura, deve haver um controle rígido de higiene no período de manejo, visando a prevenção da passagem de bactérias da água para o peixe (LORENZON, 2009).

O manejo feito de forma inadequada, quando direcionado para as atividades de aquicultura, além de trazer problemas para a saúde humana, pode provocar danos aos corpos de água, causando impactos ambientais (MERCANTE et al., 2005), tais como a eutrofização que atua desestabilizando o sistema de criação (ARANA, 1997). Além disso, quanto pior for a qualidade da água, maior a chance de ocorrer estresse nos peixes durante a captura e o transporte, pois a água já apresenta baixos valores de oxigênio dissolvido, elevação da concentração de amônia, variação de pH e temperatura. Tais fatores podem se tornar ainda mais preocupantes pois facilitam a acessibilidade para as enfermidades causadas por parasitas, sendo que algumas doenças acometidas aos peixes podem ser transferidas para os humanos, aumentando o problema de saúde pública (SCHALCH, 2002).

É frequente o uso de microrganismos como indicadores de contaminação dos alimentos, como os coliformes totais e termotolerantes e a microbiota da água estão

diretamente relacionados com a microbiota dos animais do ambiente aquático (MOLLERKE et al., 2002). Sendo assim, a microbiota dos peixes está intimamente relacionada de forma quanti-qualitativa com os aspectos microbiológicos do ambiente, pelo fato de estarem em contato intenso. Dessa forma, os animais que são tomados de ambientes poluídos por efluentes de esgoto, dejetos e fezes, podem também estar contaminados nos microrganismos patogênicos (GUZMÁN et al., 2004). De acordo com a resolução 357/05 do CONAMA (2005), na água voltada para a aquicultura e piscicultura, a concentração de coliformes termotolerantes não deve exceder a 10^3 NMP/100 mL.

2.3.1 Coliformes

Fazem parte dos coliformes totais, as bactérias com a forma de bastonetes (gram-negativas) e não esporogênicas aeróbias ou aeróbias facultativas, fermentadoras de lactose, que produzem gás, no período de 24 a 48 horas na temperatura de 35°C (SILVA et al., 1997). A presença de bactérias não necessariamente indica poluição fecal, pois alguns microrganismos como os encontrados no trato intestinal do humano, por exemplo, são originários deste ambiente, e podem ser encontrados também no solo, em insetos e vegetais.

Coliformes termotolerantes são fermentadores de lactose, o que produz gás e aldeídos ácidos, no período de 24h a 48h a 45°C. Os coliformes não fazem parte da microbiota dos peixes, por isso, a presença deles está interligada a contaminação fecal do ambiente aquático, ou do manuseio inadequado deste (FRAZIER & WESTHOFF, 1988). Os termotolerantes indicam poluição fecal, pois ocorrem estritamente nas fezes de seres humanos e em animais homeotérmicos, sendo incluídos entre eles os patógenos *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella* (SILVA et al., 1997). Porém diante dos termotolerantes citados, somente a *E. coli* é de origem exclusivamente de origem fecal, os demais patógenos podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica, como a *Klebsiella*, que encontra-se no solo e em alguns insetos (CETESB, 2007).

2.4 RAÇÃO PELETIZADA E EXTRUSADA

Para o processamento da dieta com a intenção de incrementar a eficiência da sua utilização, para melhor crescimento animal, são feitos tratamentos químicos e físicos variados nas rações, tais como a peletização e a extrusão (FARIA et al., 2007).

A peletização é um processo mecânico feito através da união de pequenas partículas alimentares, que formarão partículas maiores denominadas “pellets”, onde há combinação de umidade, calor e pressão e também uma seleção dos ingredientes da dieta (FANCHER, 1996).

Dietas peletizadas têm vantagem no transporte e armazenamento e apresentam boa estabilidade na água quando comparadas a extrusadas. Também impedem que os animais selecionem os ingredientes, reduzindo as perdas dos nutrientes por lixiviação na água (FURUYA et al., 1998).

O processo de extrusão, por sua vez, é feito sob alta pressão e temperatura, acima de 120°C, o que resulta no aumento da mistura dos ingredientes, e também na maior gelatinização do amido, e aumento de nutrientes expostos (FARIA et al., 2007). A gelatinização do amido e a exposição dos nutrientes aumenta a eficiência alimentar das rações produzidas por este processo, pois melhora a digestibilidade do amido, da proteína e da gordura. Além disso, a extrusão forma rações de menor densidade, que flutuam na água, podendo assim ser melhor distribuídas pelos viveiros e assim aproveitadas por todos os animais (FURUYA et al., 1998).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1.1 Local da coleta

Para realização do trabalho, foram escolhidos quatro viveiros de cultivo de peixes, os quais foram submetidos a dois tipos distintos de suplementação alimentar, sendo que o primeiro tratamento recebeu ração peletizada e o segundo ração extrusada. Foram realizadas duas repetições por tratamento.

Os viveiros estão localizados em propriedades de pequenos agricultores familiares agroecológicos ou em transição agroecológica ligados ao Núcleo Regional da Rede Ecovida Luta Camponesa, na cidade de Laranjeiras do Sul, Paraná (Figura 1).



Figura 1: Mapa de Laranjeiras do Sul - Paraná e Campus da UFFS (Universidade Federal Fronteira Sul). Fonte: Google Maps.

Os dados da morfometria dos viveiros e da porcentagem de composição dos policultivos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Dados da morfometria dos viveiros e da composição dos policultivos

Nome Produtor	Área (m ²)	Carpa						
		Jundiá	comum	Curimbatá	Cascudo preto	cabeça grande	Carpa prateada	Carpa capim
Peletizada 1	560	252	168	126	126	63	63	42
Extrusada 1	480	216	144	108	108	54	54	36
Peletizada 2	220	99	66	50	50	25	25	17
Extrusada 2	320	144	96	72	72	36	36	24
Porcentagem		30%	20%	15%	15%	7,5%	7,5%	5%

3.1.2 Coleta e transporte das amostras de água para análise microbiológica

As amostras de água dos viveiros foram coletadas mensalmente entre novembro de 2014 e Abril de 2015, no período da manhã. As amostras foram coletadas em frascos de 200 mL esterilizados sob alta pressão e temperatura (autoclavados) (FUNASA, 2006). O material foi conduzido em caixa isotérmica, contendo gelo, até o Laboratório de Microbiologia localizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos (UTFPR –DV).

3.1.3 Coleta e transporte das amostras de peixes para análise microbiológica

As amostras de peixes dos viveiros foram analisadas em uma única coleta, onde foram coletados 3 amostras de cada viveiro no mês de Abril. As amostras foram coletadas com auxílio de uma tarrafa (3 peixes de cada viveiro, totalizando em 12 peixes, pois são 4 viveiros de peixes) sacrificou-se os peixes e, em seguida, as amostras foram colocadas em sacos estéreis contendo água do próprio viveiro, e posteriormente acondicionados em caixa isotérmica contendo gelo até o laboratório de microbiologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos, para posterior análise.

3.1.4 Análise Microbiológica da água e do músculo dos peixes

Através das análises microbiológicas foi determinado o número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes da água e dos peixes, dos dois tratamentos, nos quatro viveiros.

Foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos, sendo utilizado uma série de três tubos para a água e também para o peixe de cada um dos dois tratamentos. Foi realizado um teste presuntivo, após resultado deste, teste confirmativo e análise do número mais provável (NMP) (FUNASA, 2006).

Para análise da musculatura dos peixes, inicialmente o mesmo foi lavado com álcool 70%, em seguida, cuidadosamente e próximo da chama os peixes foram dissecados, para retirada de 25 gramas de músculo de cada uma das amostras, os quais foram pesados em placas de petri estéreis. Após pesagem, cada amostra foi diluída em 225 mL de água peptonada tamponada a 0,1%, a qual anteriormente foi homogeneizada por 1 minuto, obtendo assim a diluição 10^{-1} . A partir dessa solução foi realizada diluições até 10^{-3} nos meios de cultura, para posterior análise microbiológica (LORENZON, 2009).

3.1.4.1 Teste presuntivo

As amostras inicialmente foram inoculadas em 3 séries de tubos contendo Caldo lactose, onde cada série foi inoculada com um volume de amostras 10 vezes menor que a anterior (1:1, 1:10, 1:100), e em cada tubo foi inserido tubos de Durham invertidos. Em seguida, as diluições das amostras foram incubadas a 35 – 37°C no período de 24 a 48 horas. Caso ocorra o crescimento de coliformes, haverá a formação de gás, indicando o teste presuntivo positivo. Os tubos positivos no período de 24 horas foram inoculados imediatamente nos posteriores tubos confirmativos, para evitar crescimento excessivo de coliformes, pois ocorrerá redução do pH, alterando os resultados (FUNASA, 2006).

3.1.4.2 Teste confirmativo

Coliformes totais: Os tubos que apresentaram formação de gás do teste presuntivo, ou seja, tubos que deram resultado positivo, tiveram amostras de seu conteúdo transferidos de acordo com a diluição positiva para os tubos contendo Caldo Verde Brilhante Bile a 2% e tubos de Durham invertidos, com auxílio de uma alça de platina (flambada e fria). Após o processo de repicagem (descrito acima) e identificação dos tubos, foram incubados no período de 24 a 48 horas a 35 – 37°C. No caso de formação de gás neste meio, identificou-se como teste positivo para Coliformes totais. Os resultados dos tubos foram expressos em NMP (Número Mais Provável). Para essa determinação foi verificado a combinação formada pelo número de tubos com resultado positivo no Teste Confirmativo e posterior análise na tabela do número mais provável (NMP) (FUNASA, 2006).

Coliformes termotolerantes: A partir dos tubos com formação de gás no teste presuntivo, foi feita diluição dos testes positivos nas diluições já ressaltadas. Com auxílio de uma alça de platina flambada e fria, foi realizada a transferência do conteúdo dos tubos do teste presuntivo para os tubos contendo o meio EC (*Escherichia coli*), em seguida, foi deixado todos os tubos em banho de água por 30 minutos, em seguida, incubados em banho-maria a 44,5 – 45°C por 24 - 48 horas. A presença do gás nos tubos de Durham invertidos indicou teste positivo (FUNASA, 2006).

Para determinação do NMP, foi feita verificação da combinação que foi formada através do número de tubos com resultado positivo, nas diluições 1:1, 1:10, 1:100 obtidas no Teste Confirmativo (FUNASA, 2006).

3.1.5 Coleta e transporte das amostras de água para análise físico-química

Amostras da subsuperfície da água dos viveiros foram obtidas mensalmente utilizando uma garrafa coletora para análise das variáveis abióticas. As amostras destinadas às análises de nutrientes foram acondicionadas em frascos de polietileno

(1 L). Os frascos foram estocados em caixas térmicas para o posterior transporte até o Laboratório de Microscopia 2 da UTFPR-DV, onde foram processadas as análises.

A temperatura ($^{\circ}\text{C}$) da água, o pH, a condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e o oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) foram aferidas em campo com auxílio de uma sonda multiparâmetro marca HORIBA. A transparência da água foi medida utilizando a profundidade de desaparecimento do disco de Secchi.

As análises dos nutrientes da água foram processadas no mesmo dia de coleta. As frações dissolvidas dos nutrientes foram avaliadas a partir de amostras filtradas sob baixa pressão ($< 0,5 \text{ atm}$) em filtros de fibra de vidro Whatman GF/F (47 mm de diâmetro, 0,6-0,7 μm de porosidade) previamente calcinados a 450°C , durante quatro horas. Os nutrientes foram determinados conforme descrito a seguir:

3.1.5.1 Nitrato

Foi utilizado o método de Mackereth, Haron & Tailing (1978), o qual é baseado na redução do nitrato para nitrito através do cádmio amalgado (Mackereth et al., 1978). Em seguida o nitrito das amostras foi determinado pelo espectrofotômetro com um comprimento de onda de 543nm.

3.1.5.2 Nitrogênio total

O método descrito por Valderrama (1981) é feito através da utilização de um reagente oxidante, para permitir assim que os compostos nitrogenados da amostra sejam oxidados. Realizou-se então uma alcalinização da amostra, para posterior leitura no espectrofotômetro com comprimento de onda de 543nm.

No processo simultâneo do fósforo total e nitrogênio total, a reação foi iniciada com um pH 9,7 e ao final ficou 5-6, pois a oxidação dos compostos fosforados ocorre em meio ácido. Obteve-se essas condições através de um sistema ácido bórico-hidróxido de sódio (reagente oxidante). Após elevação da temperatura ($100 - 120^{\circ}\text{C}$), formou-se um precipitado, dissolvido após processamento da oxidação. A

concentração de NT inclui também o N-particulado, N-orgânico dissolvido e o N-inorgânico dissolvido, onde durante o processo, ambos são transformados em nitrato e através do cádmio, são transformados em nitrito, para posterior leitura de absorvância das amostras.

3.1.5.3 Ortofosfato

O método descrito por Strickland Parsons (1960), explica que em solução acidificada o fosfato reage com o paramolibdato para formar ácido fosfórico, o qual é reduzido para um complexo de cor azul. Os resultados da leitura foram determinados através da espectrofotometria a 882nm de comprimentos de onda.

3.1.5.4 Amônio

O método que foi empregado é o descrito por Koroleff e modificado por Solorzano (1969), onde o íon amônio da amostra reage com o fenol (reação de Berthelot), em meio alcalino e com presença de hipoclorito de sódio, resultando em um composto azul, o indofenolato (Wetzel & Likens, 1991). A reação destes foi catalisado pelo nitroprussiato de sódio. Após reação ocorrida nas amostras, foi feita leitura da absorvância no espectrofotômetro a 630nm de comprimento de onda.

3.1.5.5 Fósforo total (PT)

A metodologia utilizada para medidas de PT (fósforo total) é a proposta por Valderrama (1981), onde a leitura da absorvância foi feita pelo espectrofotômetro com comprimento de luz de 882nm, com a utilização de um reagente oxidante. Para permitir assim que os compostos fosforados da amostra oxidem, realizou-se a alcalinização da amostra.

A concentração do fósforo total incluiu o P-particulado, P-orgânico dissolvido e o P-inorgânico dissolvido, onde todos foram transformados em P-inorgânico dissolvido.

3.1.5.6 Fósforo total dissolvido (PDT)

O método utilizado para determinação do fósforo total dissolvido foi o proposto por Strickland e Parsons (1960), onde a leitura da reação final é feita pelo espectrofotômetro com comprimento de luz 882nm.

O princípio do método em solução extremamente ácida faz com que o ortofosfato forme um complexo de coloração amarela com os íons molibdato, o qual é reduzido para um completo com coloração azul. O agente redutor ácido ascórbico forma a cor azul devido à estimulação do antimônio.

3.1.6 Análises dos dados

Para análise exploratória das variáveis abióticas foi utilizada a Análise de Componentes Principais (ACP), que ordenou as unidades amostrais em função das variáveis, a partir de matrizes de covariância, com os dados transformados pela amplitude de variação ($\log(x+1)$). A transformação foi realizada com o intuito de normalizar as diferenças nas escalas dos valores das variáveis.

Os programas estatísticos utilizados foram MINITAB (versão 14.1) para a análise descritiva dos dados, WINMAT para a transformação dos dados e PCORD (versão 4.1 para Windows) para a Análise de Componentes Principais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

Os resultados obtidos mensalmente para os parâmetros abióticos da água estão descritos nas Tabelas 2 e 3 (valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação).

Os valores mensais das formas nitrogenadas como nitrogênio total, amônio e nitrato também foram em geral maiores nos tratamentos com ração peletizada. Para o parâmetro nitrogênio total, a variação obtida no período amostral foi de 90 a 432,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para a dieta peletizada, e de 77,5 a 358,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para a dieta extrusada. Verificou-se também valores entre 32,5 a 67,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ de amônio para a ração peletizada, e 10 a 48,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para a ração extrusada. O parâmetro nitrato, que inclui também o nitrito, foi a única exceção entre as formas nitrogenadas, pois apresentou entre os meses amostrados uma variação de 15 a 88 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para a dieta peletizada, e de 8 a 154,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para a dieta extrusada (Tabela 2).

A fonte mais importante de compostos nitrogenados presentes na água de piscicultura intensiva, é proveniente da alimentação dos animais. As rações empregadas nos viveiros possuem nitrogênio na sua composição, especialmente na forma de amônio e nitrato. Além disso, contribuem também para o aumento das formas de nitrogênio na água, os excrementos de peixes, os fertilizantes químicos e a degradação bacteriana dos compostos orgânicos nitrogenados (BASTOS, 2003 apud SILVA, 2007).

Nitrogênio é um nutriente inorgânico que associado à luz solar e aos fosfatos, considera-se um parâmetro fundamental no crescimento, produtividade e abundância do fitoplâncton em ecossistemas aquáticos. Porém, quando em excesso, esse elemento pode dificultar o desenvolvimento dos peixes (EMATER, 2004).

Silva (2007) comenta que florações de algas ocorrem devido a presença, além dos fosfatos, de compostos nitrogenados amoniacais, como sulfato de amônia, nitrato de amônia e uréia. Os compostos nitrogenados amoniacais podem se apresentar na forma ionizada amônio (NH_4^+) ou na forma de amônia (NH_3),

dependendo do pH da água. Florações algais, comuns mediante aumento de nutrientes, podem aumentar o pH da água devido ao consumo de gás carbônico (CO_2), favorecendo a formação de amônia, um gás que pode causar intoxicação nos peixes. Bastos (2003) apud SILVA (2007) comenta que nos diversos estágios de vida, as diferentes espécies de peixes apresentam tolerância variada em relação aos diversos parâmetros do nitrogênio, sendo que uma concentração entre 0,6 - 2,0 mg.L^{-1} de amônia pode ser letal.

Neste sentido, percebe-se que a utilização de rações extrusadas em piscicultura pode contribuir para a diminuição das chances de formação de amônia na água de cultivo.

De acordo com a Tabela 2, os valores de ortofosfato observados variaram de 21 a 174,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para os tratamentos com ração peletizada e entre 4 a 44 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para os tratamentos com ração extrusada. O fósforo total dissolvido, por sua vez, variou de 25,5 a 225 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para os tratamentos peletizada, 4 a 75 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para os tratamentos extrusada. Quanto ao parâmetro fósforo total, obteve-se uma variação de 14 a 144 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para a dieta peletizada, e 9 a 119 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para a dieta extrusada. Sendo assim, é possível observar que, em geral, os tratamentos com ração peletizada apresentaram maiores valores de formas de fósforo em relação aos tratamentos com ração extrusada.

Conforme Ribeiro et al (1997) apud Silva (2007), o fósforo é um nutriente importante pois atua como fator limitante para o fitoplâncton, além de ser importante na alimentação dos peixes. Por outro lado, por estarem diretamente relacionados com o desenvolvimento de algas e bactérias, os fosfatos dissolvidos na água podem se tornar responsáveis pela eutrofização dos sistemas aquáticos, causando diversas alterações em tais sistemas (SILVA, 2007).

Segundo Mercante et al. (2008) o fósforo em viveiros de peixe, normalmente apresenta-se em concentrações elevadas, por ser proveniente do arraçoamento e seu monitoramento no efluente dos viveiros de cultivo é importante para prevenir impactos nos corpos da água receptores do efluente gerado. A Resolução CONAMA 357/2005 aconselha, valores de até 0,030 mg.L^{-1} (30 $\mu\text{g.L}^{-1}$) de fósforo em ambientes lênticos. Diante disso, os resultados obtidos nas medidas de fósforo no presente estudo indicam que a maioria dos viveiros está com concentrações de

fósforo acima do limite aconselhável, sendo que o tratamento utilizando a ração extrusada é o que mais se aproxima dos limites toleráveis.

Bastos (2003) apud Silva (2007) comenta que conforme a matéria orgânica é decomposta nos viveiros de criação de peixe, o fósforo é liberado em sua forma mineral, e é assimilado por microrganismos, conforme a demanda do sistema de criação.

Tabela 2 – Valores para as formas de nitrogênio – nitrogênio total (NT), amônio (NH₄⁺) e nitrato + nitrito (NO₃⁻+NO₂⁻), e de fósforo – fósforo total (PT), fósforo total dissolvido (PDT) e ortofosfato (PO₄⁻³), para os diferentes tratamentos e durante o período amostral.

Tratamento	Mês da coleta	NT	NO ₃ ⁻ +NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	PT	PDT	PO ₄ ⁻³	
		(µg.L ⁻¹)	(µg.L ⁻¹)	(µg.L ⁻¹)	(µg.L ⁻¹)	(µg.L ⁻¹)	(µg.L ⁻¹)	
Peletizada	Nov	432,5±40,3	22±14,1	67,5±50,2	78,5±55,8	225±244,6	174,5±204,3	
		9,3	64,3	74,4	71,2	108,7	117,1	
	Dez	90±41	15±78,5	35,5±4,9	144±152,7	132±145,6	103±135,7	
		45,5	523,7	13,9	106,6	110,3	131,8	
	Fev	264,5±40,3	50±39,5	40±7,1	118,5±120,9	41,5±34,6	27,5±24,7	
		15,2	79,2	17,7	102,03	83,4	89,9	
	Mar	221±67,1	85±86,2	50±18,4	14±1,4	32,5±38,8	26±31,1	
		30,3	101,4	36,7	10,1	119,6	119,6	
	Abr	168,5±84,1	88,5±70	32,5±19	31±38,2	25,5±27,5	21±24	
		49,9	79,1	38,1	123,1	108,1	114,4	
	Extrusada	Nov	145±135,7	8±0	10±0	63,5±55,8	4±0	4±0
			93,6	0	0	87,9	0	0
Dez		77,5±3,5	30±0	48,5±3,5	119,5±92,6	75±43,8	44±48,1	
		4,56	0	7,2	77,5	58,4	109,2	
Fev		358,5±224,1	85,5±89,8	22±0	68±43,8	14,5±0,7	4±0	
		62,5	105	0	64,4	4,8	0	
Mar		165±124,4	130±124,4	35±0	9±7,1	7,5±4,9	4,5±0,7	
		75,4	95,7	0	78,5	65,9	15,7	
Abr		269±233,3	154,5±163,3	30,5±17,6	16±4,2	5±0	4±0	
		86,7	105,7	57,9	26,5	0	0	

Média + Desvio padrão

Coefficiente de variação (%)

A amplitude de temperatura da água obtida no período de estudo foi de 20 a 25,7°C. Furuya et al. (1998) em seu trabalho com ração peletizada e extrusada em viveiros de cultivo de tilápias do Nilo, encontrou valores médios de 23,76 e 23,78°C para a temperatura da água nos respectivos tratamentos, com dieta peletizada e extrusada, e citou serem estas temperaturas relativamente baixas. Jauncey & Ross (1983) apud Furuya et al. (1998) consideram ser uma faixa ideal de temperatura entre 25 e 30°C para um melhor desempenho da espécie trabalhada (Tilápia). O resultado obtido para as diferentes dietas, devido ao seu processamento, pode ser influenciado pela temperatura, como foi observado para o pacu por Carneiro (1992) apud Furuya et al. (1998), que apontaram a utilização de dieta extrusada como um melhor desempenho nos meses com uma temperatura mais elevada, quando que com baixas temperaturas os melhores resultados foram obtidos com a dieta peletizada.

A temperatura é um fator ecológico importante, por influenciar diretamente em vários organismos. Destaca-se que cada espécie de peixe possui uma faixa específica de temperatura apropriada para seu melhor desenvolvimento. A temperatura pode também influenciar os processos metabólicos e de decomposição da matéria orgânica no meio aquático, sendo que quando elevadas, resultam em aceleração de tais processos (EMATER, 2004).

A escala do pH varia de 0 a 14, a neutralidade é indicada pelo valor 7, que significa concentrações iguais de H^+ e OH^- (GALLI, 1999), sendo tal valor ideal à criação de peixes. O potencial hidrogeniônico para os diferentes tratamentos durante o período de novembro de 2014 a abril de 2015 variou de 6,4 a 8,9 para a dieta peletizada, e de 6,7 e 8,3 para a dieta extrusada, sendo que os meses de fevereiro, março e abril apresentaram os menores valores, próximos da neutralidade.

Vinátea Arana (1997) apud Neli A. Silva (2007), ao trabalhar com caracterização de impactos gerados pela piscicultura na qualidade da água na Bacia do Rio Cuiabá/MT citou que o pH pode ser alterado pelo do arrasto de materiais para dentro dos viveiros, devido a chuvas ou excesso de adubação, porém os peixes não suportam as bruscas variações de pH. Além de que este exerce forte influência na toxicidade de alguns parâmetros químicos, como a amônia, que se torna abundante em pH alcalino.

Valores de oxigênio dissolvido indicados para a criação de peixes devem estar acima de 4,0 $mg.L^{-1}$ (MERCANTE et al., 2008). Segundo a Resolução

357/2005 do Conama (2005), a demanda bioquímica de oxigênio, não deve exceder valores de 3mg.L^{-1} . Os tratamentos apresentaram oxigênio dissolvido variando entre 4,2 e 7mg.L^{-1} para a dieta com ração peletizada e 2,6 e $7,1\text{mg.L}^{-1}$ para a dieta com ração extrusada, sendo que em ambos os casos, os menores valores foram observados no mês de dezembro.

Segundo Esteves (1998) a condutividade elétrica funciona também como avaliador de concentração de nutrientes nos ecossistemas aquáticos, pois reflete os íons presentes. Na piscicultura, a condutividade em torno de $0,07\text{mS.cm}$ ($70\text{ }\mu\text{S.cm}$) é adequada para manter e produzir peixes. Os valores obtidos nos diferentes tratamentos no presente estudo variaram de 0,04 a $0,11\text{mS.cm}$ para a dieta peletizada, e de 0,04 a $0,15\text{mS.cm}$ para a dieta extrusada, com os menores valores ocorrendo nos meses de fevereiro, março e abril.

Segundo dados da Emater (2004), a transparência da água, medida pela profundidade de desaparecimento do disco de Secchi, considera que águas muito transparente, são pobres em nutrientes, diante disso, a água de viveiros de criação de peixes deve ser mais escura, porém se muito turva, acarreta na falta de oxigênio, sendo ideal para viveiros de peixes, transparência entre 30 e 40 cm. Diante dos resultados obtidos nas medidas de profundidade dos tratamentos descritos na Tabela 3, é verificada uma variação no decorrer dos meses, entre 19,5 cm e 87 cm para o tratamento peletizada, e de 23,5 cm a 109,5 cm para o tratamento extrusada. Devido o ambiente utilizado para piscicultura sofrer muitas variações temporais, como ações do vento, lixiviações, entre outros, ocorre uma grande variação da transparência da água neste ambiente, assim como foi observado neste trabalho.

Tabela 3 – Valores para os parâmetros de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade e transparência (profundidade de desaparecimento do disco de Secchi), para os diferentes tratamentos e durante o período amostral.

Tratamento	Mês da coleta	Temperatura (°C)	pH	Oxigênio Dissolvido (mg.L⁻¹)	Condutividade (mS.cm)	Transparência (cm)
Peletizada	Nov	23,9 ± 3,1	8,92 ± 0,2	7 ± 1,7	0,07 ± 0,04	87±18,4
		13	2,8	25,2	60	21,1
	Dez	25,7±1,1	8,4±0	4,2±0,6	0,1 ±0,1	28,5±20,5
		4,1	0	15,6	91,5	71,9
	Fev	25±0,9	6,5±0,28	6,2±2,6	0,04±0,02	19±18,3
		3,6	4,3	41,7	62,1	96,7
	Mar	25±0,9	6,5±0,3	6,2±2,6	0,04±0,02	19±18,3
		3,6	4,3	41,7	62,08	96,7
	Abr	20,4±0,7	6,4±0,1	6,9±1,7	0,04±0,03	19,5±13,4
		3,5	1,6	25,01	71,5	68,8
Extrusada	Nov	25±2,3	8,3±1,4	5,7±0,7	0,09±0,04	60±8,4
		9,3	17,8	12,9	42,2	14,1
	Dez	25±1,8	7,5±0,2	2,6±0,1	0,15±0,08	109,5±57,2
		7,3	2,3	3,52	57,03	52,3
	Fev	25±2,4	6,7±0,3	7,1±2,5	0,06±0,03	23,5±21,9
		9,8	3,9	35,4	58,3	93,2
	Mar	25±2,4	6,7±0,3	7,1±2,5	0,06±0,03	23,5±21,9
		9,8	3,9	35,4	58,3	93,2
	Abr	20±1,7	6,8±0,3	6,9±0,6	0,04±0,004	24±18,3
		8,8	4,54	9,1	10,8	76,6
Média + Desvio padrão						
Coeficiente de variação (%)						

Utilizando os dados obtidos no trabalho fez-se uma análise de componentes principais (PCA) (Gráfico 1) que resumiu no eixo 1 66% da variabilidade total e no eixo 2, 19%, resultando numa explicação total de 85%. De modo geral é possível observar que os pontos com ração extrusada foram posicionados do lado positivo do eixo 1, oposto aos pontos com ração peletizada, os quais encontram-se do lado negativo ao eixo 1. As unidades amostrais do tratamento com ração extrusada foram associadas com os maiores valores de oxigênio dissolvido e nitrato/nitrito. Onde

suas correlações apresentaram valores de 0,05 no Eixo 1 e 0,08 no Eixo 2 para oxigênio dissolvido, e para nitrito/nitrato valores de 0,27 no Eixo 1 e 0,63 no Eixo 2. Já as unidades amostrais dos tratamentos com ração peletizada foram associadas aos maiores valores das variáveis PDT (fósforo total dissolvido) e PO_4 (ortofosfato), variáveis que, de acordo com os valores de correlações (-0,6 no Eixo 1 e de 0,29 no Eixo 2 para PDT, e valores de -0,61 no Eixo 1 e 0,26 no Eixo 2 para ortofosfato), foram as mais importantes. No lado positivo do eixo 2, as unidades amostrais referentes aos meses finais do período de estudo (fevereiro, março e abril) foram associadas aos maiores valores de nitrato/nitrito e amônio e, do lado negativo deste eixo, as unidades amostrais de novembro e dezembro, relacionadas com os menores valores destas variáveis e também de oxigênio dissolvido. Onde as correlações com os componentes principais apresentaram valores de -0,13 no Eixo 1 e 0,33 no Eixo 2 para a variável amônio, além dos valores de nitrito/nitrato e de oxigênio dissolvido descrito acima.

A análise de PCA, portanto, sintetizou o padrão de distribuição das variáveis físicas e químicas do estudo, sendo possível observar uma maior concentração de nutrientes, especialmente das formas dissolvidas de fósforo, no tratamento com ração peletizada e menores concentrações no tratamento com ração extrusada. Ainda, evidenciou-se que nos meses de março e abril, os dois tratamentos apresentaram maiores valores de formas dissolvidas de nitrogênio e também de oxigênio dissolvido. Já, nos meses de novembro, dezembro e fevereiro, em ambos os tratamentos, o contrário ocorreu.

Através das correlações com os parâmetros apresentados na PCA pode-se dizer quais variáveis tem maior influência sobre a variabilidade dos dados, mostrando quais tem maior correlação, tanto no eixo positivo quando eixo negativo. Estas correlações estão descritas na Tabela 4.

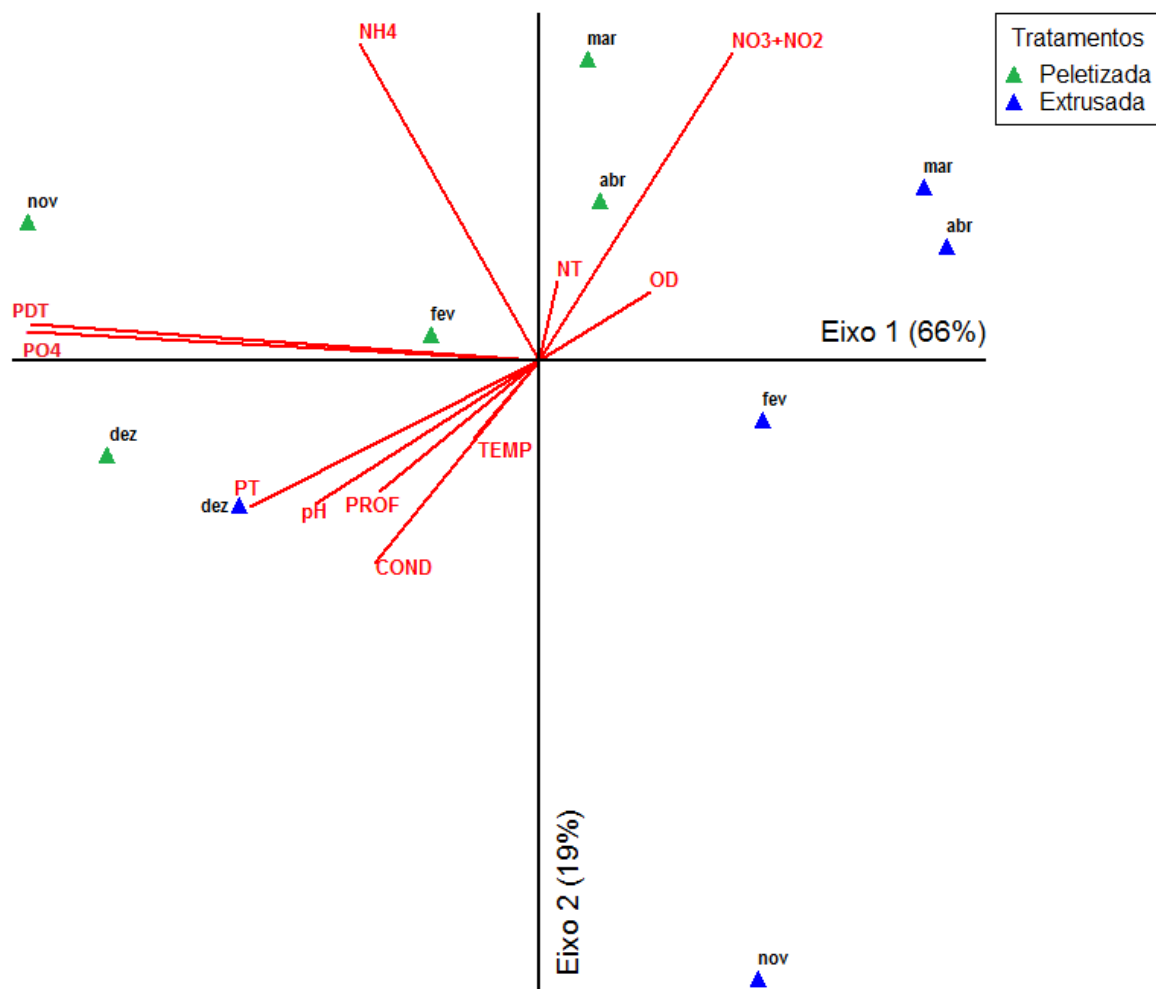


Gráfico1: Ordenação pela Análise de Componentes Principais (PCA) das unidades amostrais referentes aos tratamentos com peletizada e extrusada, em função das variáveis abióticas da água. PDT (fósforo total dissolvido), PT (fósforo total), PO₄ (ortofosfato), pH (potencial hidrogeniônico), PROF (profundidade), COND (condutividade elétrica), TEMP (temperatura), OD (oxigênio dissolvido), NT (nitrogênio total), NO₃+NO₂ (nitrato + nitrito), NH₄ (amônio).

Tabela 4 - Correlações de Pearson entre as variáveis abióticas e os dois primeiros eixos de ordenação da PCA.

Variável	Eixo 1	Eixo 2
NT	0,049	0,188
NO3NO2	0,275	0,633
NH4	-0,139	0,338
PT	-0,341	-0,443
PDT	-0,605	0,295
PO4	-0,619	0,267
TEMP	-0,015	-0,029
pH	-0,034	-0,050
OD	0,055	0,080
COND	-0,009	-0,019
PROF	-0,173	-0,287
Autovalor	7,17	2,15
Explicabilidade (%)	66%	19%

Legenda: NT (nitrogênio total), NO3NO2 (nitrito/nitrato), NH4 (amônio), PT (fósforo total), PDT (fósforo total dissolvido), PO4 (ortofosfato), TEMP (temperatura), pH (potencial hidrogeniônico), OD (oxigênio dissolvido), COND (condutividade elétrica), PROF (profundidade).

4.2 MICROBIOLOGIA DA ÁGUA

Os resultados dos números mais prováveis (NMP) de coliformes totais e termotolerantes nas análises da água de cultivo e do músculo do peixe dos 4 viveiros, submetidos a 2 diferentes tratamentos analisados estão representados nas Tabela 5 e 6. Os dados apresentados se baseiam no resultado obtido e analisado na Tabela de NMP com cálculo para 200mL de amostra de água como resultado final. Os resultados das amostras de peixes, dos diferentes tratamentos, foram obtidos e analisados na tabela de NMP com cálculo para 250mL de amostra do músculo do peixe.

Conforme Tabela 5 e Gráfico 2, no tratamento com ração peletizada foi observado um número mais provável (NMP) maior nos meses de dezembro a abril (<4800NMP/200mL) para os coliformes totais, havendo um número reduzido no mês de novembro, o qual foi iniciado o tratamento nos viveiros. O tratamento que utilizou

a ração extrusada observou-se um número mais provável (NMP) maior nos meses de novembro a fevereiro (<4800NMP/250mL), ocorrendo redução em março e abril, os meses finais de tratamento.

Para os coliformes termotolerantes, de modo geral, obteve-se número mais provável (NMP) maior para o tratamento com a dieta peletizada, onde nos meses de novembro a fevereiro os resultados foram <4800NMP/200mL de água, diferente do tratamento com a dieta extrusada, onde foi observado um NMP elevado, nos meses de fevereiro e abril.

De acordo com Lorenzon (2009) altas concentrações de coliformes totais na água de viveiros de peixe não desencadeiam necessariamente problemas à saúde, pois não são indicativas de contaminação fecal. Todavia, de acordo com El-Shafai et al. (2004) apud Lorenzon (2009), a constituição microbiológica da água de cultivo reflete na diversidade de bactérias contidas na pele do peixe.

A contaminação dos viveiros por coliformes termotolerantes se deve ao fato do aporte de fezes humanas e de animais homeotérmicos. Segundo a resolução do CONAMA 274/00 (BRASIL, 2005) sobre as águas para aquicultura e a atividade destinada a pesca, a concentração de coliformes termotolerantes não deverá exceder 10000 NMP/100mL.

Durante as coletas do presente trabalho, foi possível observar vários animais no entorno dos viveiros, tais como bovinos e caprinos. Além disso, a água de abastecimento dos viveiros é oriunda de fontes próximas dos locais de alimentação dos bovinos e caprinos, pode ter sido outra possível via de contaminação por coliformes termotolerantes, já que de acordo com Lorenzon (2009), tal contaminação nestes ambientes pode ser vinculada à água de abastecimento.

Tabela 5 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação do NMP das amostras de água para os diferentes tratamentos e durante o período amostral

Tratamento	Mês da coleta	Coliformes totais	Coliformes termotolerantes
Peletizada	Novembro	4800 ± 0	1193 ± 1424,1
		0	119,6
	Dezembro	4800 ± 0	4800 ± 0
		0	0
	Fevereiro	3500 ± 1838,5	4800 ± 0
		52,52	0
	Março	4800 ± 0	4800 ± 0
		0	0
	Abril	4800 ± 0	2860 ± 2743,6
		0	95,9
Extrusada	Novembro	4800 ± 0	480 ± 0
		0	0
	Dezembro	2640 ± 3054,7	2640 ± 3054,7
		115,7	115,7
	Fevereiro	1560 ± 905,1	4800 ± 0
		58	0
	Março	4800 ± 0	4800 ± 0
		0	0
	Abril	4800 ± 0	2860 ± 2743,6
		0	95,9

Valores em: DP = Desvio Padrão; CV (%) = coeficiente de variação.

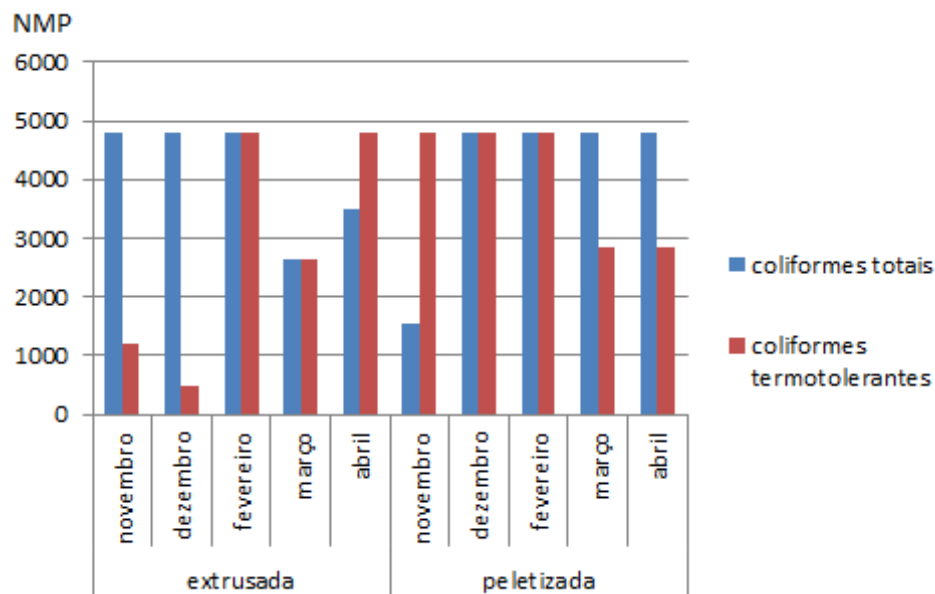


Gráfico 2. Dados do Número Mais Provável (NMP) para os coliformes da água

Ao analisar o músculo do peixe, a fim de detectar se houve contaminação via ambiente aquático, obteve-se os resultados descritos na Tabela 6 e Gráfico 3.

O resultado obtido na análise de NMP do músculo do peixe foi positivo confirmativo somente para coliformes totais, sendo maior NMP nos tratamentos com ração peletizada. A presença de coliformes no presente trabalho pode ter ocorrido devido ao manuseio inadequado do peixe, na aplicação da metodologia dos tubos múltiplos. Diante do resultado obtido, considera-se que os alevinos apresentam uma qualidade adequada para consumo.

No estudo de Lorenzon (2009), os músculos dos peixes analisados, apresentaram contagem de coliformes termotolerantes abaixo de 102 NMP.g⁻¹. Também, em um estudo realizado por Farias (2008) nos músculos de 133 amostras (51 peixes eviscerados congelados, 54 filés de peixe congelados, nove peixes em posta congelados, dois peixes inteiros congelados, quatro peixes eviscerados frescos, três caudas de lagosta congeladas e dez camarões sem cabeça congelados) o NMP de coliformes fecais foi considerado baixo diante dos padrões microbiológicos. Sendo assim, os pescados foram considerados com qualidade adequada para consumo.

Para Lorenzon (2009) o consumo de peixe contaminado não é necessariamente um risco que está associado somente à presença de bactérias no

músculo do pescado. Esposto et al. (2007), comentou que a infecção humana pode ser viabilizada quando a parte comestível é contaminada durante o manuseio através de microrganismos presentes em outras diferentes partes do peixe (contaminação cruzada), geralmente proveniente de vísceras, pele e brânquias. Frente a isso se adverte o cuidado na manipulação do pescado, no momento de retirada de vísceras e preparo do produto, pois é uma principal via de transmissão de patógenos.

Por outro lado, no estudo de Lorenzon (2009), evidenciou-se a presença de enterobactérias nos diferentes órgãos dos peixes, representando assim um risco a saúde do consumidor. O autor cita a eliminação através do cozimento, porém destacou a contaminação cruzada e que no consumo de peixe cru, pode haver contaminação/intoxicação alimentar.

Escher et al. (1999) ressaltaram que a má qualidade da água pode levar a contaminação dos peixes, gerando assim riscos aos consumidores, além da queda de imunidade do peixe, aumentando a suscetibilidade desses animais à infecção acarretada por microrganismos patogênicos (LORENZON, 2009). Isso porque o aumento da concentração de matéria orgânica gera maiores taxas de decomposição, e assim elevação da quantidade e qualidade bacterianas.

De forma geral, foi possível verificar no presente estudo, uma tendência de aumento de microrganismos no tratamento peletizado, onde houve altas taxas de nutrientes (especialmente fósforo) e nos meses onde houve uma menor concentração de oxigênio dissolvido (novembro, dezembro e fevereiro). Isso deve-se ao fato de que os microrganismos do estudo, sob condições de elevada matéria orgânica, consomem mais oxigênio para sobreviver e multiplicar-se, já que são aeróbios.

A assimilação de fósforo pelos peixes varia conforme a quantidade e fonte deste. Se utilizar níveis de fósforo ajustados para a dieta dos peixes e alimentos com alta digestibilidade, evitam-se assim perdas excessivas de fósforo, e também reduz-se a poluição da água do ambiente (CYRINO et al., 2010).

Sendo assim, a utilização da ração extrusada pode ser considerada a melhor alternativa para garantir a qualidade física, química e microbiológica da água para produção segura de peixes de boa qualidade, pois é mais bem aproveitada no ambiente e na dieta.

Tabela 6 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação do Número Mais Provável (NMP/250mL) de coliformes das amostras de peixe para os diferentes tratamentos, no mês de abril

Teste	Tratamento	NMP/250mL
Coliformes totais	Peletizada	70 ± 0
	Extrusada	0
Coliformes termotolerantes	Peletizada	7,5 ± 0
	Extrusada	0

Valores em: DP = Desvio Padrão; CV (%) = coeficiente de variação.

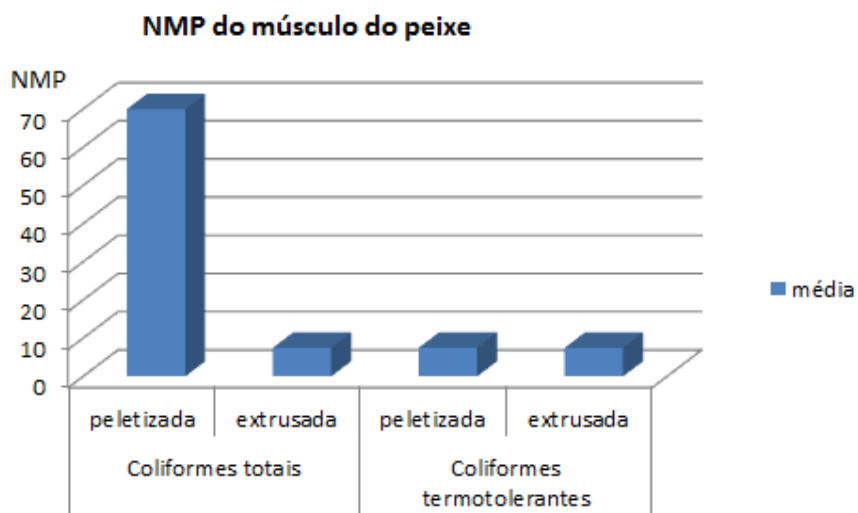


Gráfico 3. NMP/250mL de Microrganismos para o músculo do peixe no mês de Abril/2015

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos através das análises físico-químicas e microbiológicas, conclui-se que a água é um ambiente que possui nutrientes que variam muito no ambiente, destacando assim a importância de estudá-la para melhor verificar sua qualidade, visando um manejo alimentar adequado para os peixes dos viveiros. Conclui-se também que a ração extrusada permite um melhor aproveitamento de nutrientes pelos peixes, bem como uma melhor qualidade físico-química e microbiológica da água no decorrer do desenvolvimento dos alevinos na piscicultura. Verificou-se também uma qualidade da carne do peixe, adequada para o consumo humano.

REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas. **Legislação Básica**. 2. ed. Brasília: ANA, 2007.

APHA, American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Water Works Association, 2005.

ARANA, Luiz Alejandro Vinatea. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura**. Florianópolis: UFSC, p. 166, 1997.

AYROZA, Daercy Maria Monteiro de Rezende. **Características limnológicas em áreas sob influência de piscicultura em tanques-rede no reservatório da UHE Chavantes, Rio Paranapanema, SE/S, Brasil**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Unesp – CAUNESP, Câmpus Jaboticabal, São Paulo, 2012.

BARTON, Bruce A. Stress in fishes: **A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids**. Integrative and Comparative Biology. v. 42, n. 3, p. 517-525, September, 2002.

BOYD, Claude E.; QUEIROZ, Julio. **Pond Soil Characteristics and Dynamics of Soil Organic Matter and Nutrients** in: Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program. Corvallis, Oregon – USA. 1997.

CETESB, Norma Técnica. **Coliformes termotolerantes: determinação em amostras ambientais pela técnica de tubos múltiplos com meio A1 – método de ensaio**. p.406. Junho, 2007.

CHENG, Zongjia J.; Hardy, Ronald W. **Effects of extrusion processing of feed ingredients on apparent digestibility coefficients of nutrients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)**. Aquaculture Nutrition, v. 9, n. 2, p. 77–83, April, 2003.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em: 16/10/2014.

CYRINO, José E. P.; BICUDO, Alvaro José de; SADO, Ricardo Yuji; BORGHESI, Ricardo; DAIRIKI, Jony. **A piscicultura e o ambiente – uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, p. 68-87, 2010.

ESCHER, M.; WAHLI, T.; BUTTNER, S.; MEICR, W.; BURKHARDT-HOLM, P. The effect of sewage plant effluent on brown trout (*Salmo trutta Fabrio*): a cage experiment. **Aquatic Sciences**, v. 61, p. 93–110, 1999. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/PL00022509>> Acesso em: 22/05/2015.

EMATER – Paraná. **Manual básico de piscicultura/** por Luiz Danilo Muehlmann; Luiz de Souza Viana; Miguel Cesar Antonucci; Raul Henrique Brianese. Curitiba: EMATER-Paraná, 2004.

ESPOSTO, Eglaise M.; SILVA, Wanderson c. p.; REIS, Cristhiane M F.; REIS, Eliane M. F.; RIBEIRO, Roseli V.; RODRIGUES, Dália P.; LÁZARO, Norma S. **Enteropatógenos bacterianos em peixes criados em uma estação de reciclagem de nutrientes e no ecossistema relacionado**. Pesq. Vet. Bras. V.27, n. 4. p.144–148, Abril, 2007.

ESTEVES, Francisco A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciências 2. ed. p. 575,1998.

ESTEVES, Francisco A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciências. 3. ed. 2011.

FANCHER, Bryan I. **Feed processing using the anular gap expander and its impacto n poultry performance**. Journal Applied Poultry Res, Athens, v. 5, n. 1, p. 31-34, 1996.

FARIA, Haroldo G.; STABILLE, Sandra R. **Desempenho de ratos (*Rattus norvegiucus*) da linhagem Wistar em crescimento alimentados com dietas extrusadas e peletizadas**. Acta Sci. Biol. Sci., v. 29, p. 75-79, 2007.

FARIAS, Maria do Carmo Andion; FREITAS, José de Almeida. **Qualidade microbiológica de pescado beneficiado em indústrias paraenses**. Rev. Inst. Adolfo Lutz, v. 67, n. 2, p. 113-117, 2008.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. **Food microbiology**. New York: Mc Graw- Hill, p. 681. 1988.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde, Brasil. **Manual Prático de análise de água**. 2. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

FURUYA, Wilson M.; SOUZA, Sandra R.; FURUYA, Valéria R. B.; HAYASHI, Carmino; RIBEIRO, Ricardo P. **Dietas peletizada e extrusada para machos revertidos de tilápias do Nilo (*oreochromis niloticus* L.) na fase de terminação.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 483-487, Setembro, 1998.

GALLI, Luis Fernando. **Criação de peixes.** São Paulo: Nobel. 1999.

GUZMÁN, Maria C.; BISTONI, Maria A.; TAMAGNINI, Lúcia Maria; GONZÁLEZ, Rubén D. **Recovery of *Escherichia coli* in fresh water fish, *Jenynsia multidentata* and *Bryconamericus iheringi*.** *Water Research*, v.38, p.2368-2374, May, 2004.

LACHI, Giuliana. **Qualidade da água e identificação da comunidade fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para irrigação.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós- Graduação em Microbiologia Agropecuária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus Jaboticabal, São Paulo, 2006.

LORENZON, Cíntia S. **Perfil microbiológico de peixes e água de cultivo em pesque-pagues situados na região nordeste do estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós – Graduação em Aquicultura, UNESP, Câmpus Jaboticabal, São Paulo, Maio, 2009.

MACEDO, Carla Fernandes; SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia H. **Comunidade planctônica em viveiros de criação de peixes, em disposição sequencial.** Inst. Pesca, São Paulo, v. 31, p. 21–27, 2005.

MACEDO, Carla Fernandes; SIPAÚBA-TAVARES, Lucia H. **Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações.** Bol. Inst. Pesca, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 149-163, Novembro, 2010.

MACKERETH, F.J.H., HERON, J. & TALLING, J.F. **Wateranalysis: some revised methods for limnologists.** Freshwater Biological Association Scientific Publication v. 36, Ambleside, 1978.

MERCANTE, Cacilda Thais J.; COSTA, Sandra V.; SILVA, Daniella ; CABIANCA, Maria Ângela C.; ESTEVES, Katharina E. **Qualidade da água em pesque-pague da região metropolitana de São Paulo (Brasil): avaliação através de fatores abióticos (período seco e chuvoso).** *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2005.

MERCANTE, Cacilda Thais J.; ESTEVES, Katharina E.; PEREIRA, Jeniffer S.; OSTI, João S. **Limnologia na aquicultura: Estudos de caso em Pesqueiros**. Instituto de pesca de São Paulo, maio de 2008.

MILLAN, Rodrigo N. **Dinâmica da qualidade da água em tanques de peixes de sistema pesque-pague: Aspectos físico-químicos e plâncton**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP), Campus de Jaboticabal, São Paulo, 2009.

MOLLERKE, Roseli O.; WIEST, José Maria; CARVALHO, Heloisa Helena C. **Colimetrias como indicadores de qualidade de pescado artesanal do Lago Guaíra, em Porto Alegre, RS**. Higiene Alimentar. V. 16, n. 99, p. 102-106, 2002.

PAL, Debashis; DASGUPTA, Chanchal; **Microbial pollution in water and its effect on fish**. Journal of Aquatic Health. v. 4, p. 32-39, 1992.

PERSCHBACHER, Peter W.; STONE, Nathan; LUDWIG, Gerald M.; GUY-JUNIOR, Charles B. **Evaluation of effects of common aerially-applied soybean herbicides and propanil on the plankton communities of aquaculture ponds**. Aquaculture, v. 157, p. 117-122, November, 1997.

REBOUÇAS, Aldo C. **Água doce no mundo e no Brasil**. In: **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2 ed. São Paulo: Escrituras Editora, p. 703, 2002.

SADO, Ricardo Y.; BICUDO, Álvaro José A. **Prevenção de doenças em peixes tem nutrição como fator determinante**. Visão Agrícola, n. 11, p. 80-82, 2012.

SCHALCH, Sérgio Henrique C. **Apreciação da fauna ictioparasitária em pesqueiro tipo pesque-pague do município de Guariba – SP durante o período de abril de 1997 a março de 1999**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura – Unesp. Jaboticabal. 2002.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análises microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, p. 7-20, 1997.

SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia Helena. **Limnologia Aplicada à Aquicultura**. Boletim Técnico do CAUNESP, n.1, p.70. Jaboticabal: FUNEP, SP. 1994.

SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia Helena; LACHI, Giuliana B.; **Qualidade da água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação.** B. Inst. Pesca, São Paulo, v. 34, p. 29-38, 2008.

SOLORZANO, Lúcia **Determination of ammonia in natural wates by the phenolhypochlorite method.** Limnol. Oceanogr., v.14, p. 799-801, 1969.

SOUZA, Maria Luiza R. **Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).** Revista Brasileira de Zootecnia. v. 31. n. 3. p. 1076-1084. 2002.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R.; **A practical handbook of seawater analysis.** Minister of Supply and Services Canada. Ottawa, Canada, 1977.

VALDERRAMA, G. C. **The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters.** Mar. Chem., v.10, p. 109-112, 1981.

WETZEL, Robert G.; LIKENS, Gene E.; **Limnological analyses.** Springer Science. 2. ed. 1991.

ANEXOS

Tabela 7. Parâmetros físico-químicos da água. Legenda: (VIV/COL) viveiro/coleta; (NT) µg de nitrogênio total/L; (NO3) µg de nitrato/L; (NH4) µg de amônio/L; (PT) µg de fósforo total/L; (PDT) µg de fósforo total dissolvido/L; (PO4) µg de ortofosfato/L; (TEMP) temperatura; (pH) potencial hidrogeniônico; (OD) oxigênio dissolvido; (COND) condutividade da água; (PROF) profundidade.

VIV/COL	NT	NO ₃	NH ₄	PT	PDT	PO ₄	TEMP	PH	OD	COND	PROF
pel1nov	404	12	103	118	398	319	21,74	9,1	5,8	0,104	100
pel1dez	119	16	39	252	235	199	24,96	8,43	3,8	0,187	14
pel1fev	293	22	45	204	66	45	24,38	6,3	4,4	0,059	6
pel1mar	206	146	63	15	60	48	24,96	8,43	3,8	0,187	14
pel1abr	228	138	46	58	45	38	24,38	6,3	4,4	0,059	6
ext1nov	241	8	10	24	4	4	27,14	9,35	6,2	0,126	66
ext1dez	80	30	51	54	44	10	26,99	7,68	2,7	0,214	69
ext1fev	517	149	22	37	14	4	26,77	6,92	8,8	0,089	39
ext1mar	253	218	35	14	11	4	26,99	7,68	2,7	0,214	69
ext1abr	434	270	43	13	5	4	26,77	6,92	8,8	0,089	39
pel2nov	461	32	32	39	52	30	26,16	8,75	8,3	0,042	74
pel2dez	61	14	32	36	29	7	26,47	8,43	4,7	0,04	43
pel2fev	236	78	35	33	17	10	25,68	6,7	8,1	0,023	32
pel2mar	111	24	37	13	5	4	26,47	8,43	4,7	0,04	43
pel2abr	109	39	19	4	6	4	25,68	6,7	8,1	0,023	32
ext2nov	49	8	10	103	4	4	23,79	7,25	5,2	0,068	54
ext2dez	75	30	46	185	106	78	24,34	7,43	2,5	0,091	150
ext2fev	200	22	22	99	15	4	23,3	6,54	5,3	0,037	8
ext2mar	77	42	35	4	4	5	24,34	7,43	2,5	0,091	150
ext2abr	104	39	18	19	5	4	23,3	6,54	5,3	0,037	8

Tabela 8. Resultados microbiológicos da água e do peixe em número mais provável (NMP).

	Água				Peixe	
	Nov	Dez	Fev	Março	Abril	Abril
Teste Presuntivo						
Peletizada 1	186	920	920	4800	4800	17,5
Extrusada 1	2200	4800	86	4800	4800	<7,5
Peletizada 2	480	4800	2200	4800	4800	27,5
Extrusada 2	480	480	2200	4800	4800	<7,5
Teste Confirmativo VBB						
	Nov	Dez	Fev	Março	Abril	Abril
Peletizada 1	4800	4800	2200	4800	4800	70
Extrusada 1	4800	4800	920	4800	4800	7,5
Peletizada 2	4800	4800	4800	4800	4800	70
Extrusada 2	4800	480	2200	4800	4800	7,50
Teste Confirmativo E. coli						
	Nov	Dez	Fev	Março	Abril	Abril
Peletizada 1	186	4800	4800	4800	920	<7,5
Extrusada 1	480	4800	4800	4800	4800	<7,5
Peletizada 2	2200	4800	4800	4800	4800	<7,5
Extrusada 2	480	480	4800	4800	920	<7,5