

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA

**UTILIZAÇÃO DE CEPAS DE BACTÉRIAS NO CULTIVO INTENSIVO DE
TILÁPIA *Oreochromis niloticus*, SOB SISTEMA DE RENOVAÇÃO ZERO DE
ÁGUA.**

David Araújo Borges

Fortaleza – Ceará

2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UTILIZAÇÃO DE CEPAS DE BACTÉRIAS NO CULTIVO
INTENSIVO DE TILÁPIA *Oreochromis niloticus*, SOB SISTEMA DE
RENOVAÇÃO ZERO DE ÁGUA.**

David Araújo Borges

Fortaleza – Ceará

2006

Esta Dissertação foi submetida à Coordenação do Curso de Pós – Graduação como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Pesca, área de concentração Aqüicultura, outorgada pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Instituição Federal de Ensino superior.

David Araújo Borges

Aprovado em: / /2006

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Masayoshi Ogawa, Ph.D.
Orientador

Prof. Moises Almeida de Oliveira, Dr.
Universidade Federal do Ceará

Prof^a. Maria Lúcia Nunes, Dr.
Universidade Federal da Paraíba

A meus pais Rubemar e Rúbia, aos meus irmãos Rubemar e Felipe, à minha irmã Lara, à minha pequenina sobrinha Maiara; e principalmente à minha fonte de inspiração e meu grande amor, Karla Borges.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Inicialmente à Deus pelo dom da vida e da oportunidade de poder estar finalizando este trabalho.

Ao professor Masayoshi Ogawa por ceder as dependências do Laboratório de Recursos Aquáticos – LARAq para a realização do experimento, pela contribuição financeira quanto as análises de água e por ser meu orientador neste trabalho e em todos os outros que o antecederam.

Ao grande professor Moises Almeida de Oliveira, pela suas preciosas e indispensáveis contribuições presentes neste trabalho, e pela sua paciência em me ajudar, inclusive em sua própria residência, nos seus momentos de descanso.

Aos estagiários Nino, João Vilamar e Douglas, pela grande ajuda na execução do experimento que gerou esta dissertação.

Ao professor Rogério pela correção gramatical deste trabalho.

A Engenheira de Pesca Ana Irene pela realização das análises microbiológicas, que infelizmente não foram citadas neste trabalho.

A CAPES por fornecer minha bolsa de estudos durante todo o meu mestrado

À Empresa ML Vasconcelos por ter cedido os inóculos de bactérias utilizados neste trabalho.

A Estação de piscicultura da Universidade Federal do Ceará por ceder os alevinos de tilápia utilizados neste experimento.

Aos meus colegas do Curso de Mestrado, pelos momentos agradáveis durante todo o curso.

Aos meus familiares pela paciência e compreensão, de meus momentos de mau humor e estresse em decorrência de problemas ocorridos no intercurso deste trabalho.

Aos meus amigos, os quais não citarei nomes para não correr o risco de esquecer nenhum, que sempre apoiaram o meu desenvolvimento intelectual.

A todos que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, que para mim foi uma verdadeira lição de vida, onde aprendi o valor do conhecimento e a dificuldade de consegui-lo, neste nosso País tão carente de intelectualidade.

“A modernização se define como o processo no qual os indivíduos modificam um estilo tradicional de viver, aumentando sua complexidade e inclinando-se para os avanços da tecnologia e das mudanças rápidas”.

Everrett M. Rogers

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE SIGLAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
2.1. Geral	4
2.2. Específicos	5
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. Sistemas de cultivo de tilápia	5
3.2. Qualidade de água: alguns parâmetros físico-químicos observados em cultivo de peixes.....	6
3.3. Tratamento biológico em águas utilizadas na aquicultura	8
4 METODOLOGIA	10
4.1. Localização do experimento	10
4.2. Origem e transporte dos indivíduos	10
4.3. Aclimação às condições do laboratório	10
4.4. Estrutura do experimento	11
4.5. Alimentação dos Peixes	11
4.6. Monitoramento e duração do experimento	12
4.7. Caracterização das cepas de bactérias utilizadas	12
4.8. Protocolo de inoculação	13

4.9. Análise estatística	13
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5.1. Carga total de nitrogênio introduzida no sistema em forma de ração	14
5.2. Parâmetros físico-químicos	17
5.2.1. Oxigênio Dissolvido	17
5.2.2. pH	18
5.2.3. Temperatura	19
5.2.4. DBO e DQO	20
5.2.5. Amônia	24
5.2.6. Nitrito	27
5.2.7. Nitrato	29
5.2.8. Nitrogênio Inorgânico Dissolvido (NID)	31
5.2.9. Ortofosfato	34
5.3. Dados zootécnicos: crescimento, fator e conversão alimentar (F.C.A.) e sobrevivência.....	36
6. CONCLUSÃO	40
7. BIBLIOGRAFICA CONSULTADA	41
8. Anexos	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 01:	Varição mediana da DBO durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.....	20
Figura 02:	Varição mediana da DQO durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.....	22
Figura 03:	Varição da concentração mediana de Amônia durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.....	24
Figura 04:	Varição da concentração mediana de clorofila “a” durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.....	25
Figura 05:	Varição da concentração mediana de Nitrito durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.....	28
Figura 06:	Varição da concentração mediana de Nitrato durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.....	29
Figura 07:	Varição da concentração mediana do NID durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.....	32
Figura 08:	Resultado do balanço de massa do nitrogênio, por diferença entre a carga de nitrogênio de ração a 32% de PB e o NID.....	33
Figura 09:	Varição da concentração mediana de Ortofosfato durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.....	35
Figura 10:	Varição do peso médio dos indivíduos dos tratamentos “A” e “Ex” durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Resultados medianos dos parâmetros físico-químicos analisados, nos tratamentos “A” e “Ex” durante 35 dias de cultivo.....	15
Tabela 02: Dados relativos ao balanço de massa do nitrogênio de ração a 32% de proteína bruta, nos tratamentos “A” e “Ex”.....	16
Tabela 03: Concentrações de amônia tóxica registrada semanalmente nos tratamentos “A” e “Ex”.....	26
Tabela 04: Fator de conversão alimentar médio (FCA) obtido nos tratamentos “A” e “Ex” ao final do experimento	38
Tabela 05: Médias amostrais dos tratamentos “A” e “Ex” testadas no teste F de Snedecor, dos quesitos ganho de peso, sobrevivência e FCA.....	39
Tabela 06: Valores de F – calculado e F – tabelado relativo à avaliação estatística dos quesitos ganho de peso, sobrevivência e FCA...	39

LISTA DE SIGLAS

AQ – BZT Aquaculture

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO – Demanda bioquímica de oxigênio

DDC – Dias de cultivo

DQO – Demanda química de oxigênio

F.C.A. – Fator de conversão alimentar.

GL – Grau de liberdade

K_e – Constante obtida na fórmula 06

LABOSAN – Laboratório de Saneamento

LARAq – Laboratório de Recursos Aquáticos

LC₅₀ (96h) – Mortalidade de 50% dos indivíduos em 96 horas

MO – Matéria Orgânica

NID – Nitrogênio inorgânico dissolvido

OD – Oxigênio dissolvido na água

PB – Proteína bruta

PLA – Proteína absorvida pelos peixes

QM – Quadrado médio

SQ – Soma de quadrados

STS – Sólidos totais em suspensão

UFC – Universidade Federal do Ceará

WD – BZT Waste Digester

[] – Concentração

RESUMO

O controle da qualidade da água em sistemas intensivo de cultivo de peixes é, via de regra, um dos pontos críticos para o sucesso do supracitado sistema. Os problemas mais comuns de qualidade de água nos sistemas em questão estão relacionados com depleção do oxigênio dissolvido, acúmulo de matéria orgânica e nitrogênio inorgânico, particularmente amônia. Bioremediadores ou bioincrementação refere-se ao tratamento de poluentes ou detritos com o uso de microorganismos, como por exemplo, bactérias nitrificantes, as quais degradam as substâncias indesejadas no sistema. A utilização desta biorremediação vem sendo gradualmente aplicada em sistemas de recirculação. Os benefícios sugeridos vão desde a remoção de nitrogênio inorgânico, fosfato e matéria orgânica, a controle algal da água dos cultivos. O presente trabalho teve o objetivo de comparar o cultivo intensivo da tilápia *Oreochromis niloticus*, sob sistema de renovação zero de água, com e sem inóculo de cepas de bactérias. No experimento foram utilizados um total de 6 aquários com capacidade de 180L e volume nominal de 160L, divididos em dois tratamentos “A” (grupo controle) e “Ex” (grupo com inóculo bacteriano), neste ultimo sendo realizado 3 inoculações semanais de bactérias, em dias alternados. Os aquários foram povoados com juvenis de tilápia com peso médio de $26,20 \pm 0,20$ g, tendo sido os mesmos alimentados, diariamente, com ração com 35% de PB. Durante os 35 dias de cultivo diariamente foram registrados valores de pH, temperatura e oxigênio dissolvido. Semanalmente foram realizadas análises de DBO, DQO, amônia total, nitrito, nitrato, ortofosfato e clorofila “a”. Para a análise do experimento, além dos parâmetros supracitados, foi utilizado um balanço de massa do nitrogênio e análise de índices zootécnicos como: crescimento dos indivíduos, fator de conversão alimentar e sobrevivência. Embora o tratamento “Ex” tenha apresentado melhores resultados nos parâmetros físico-químicos, no balanço de massa do nitrogênio e nos índices zootécnicos, não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos “A” e “Ex”, a um nível de significância de 5%.

Palavras – chave: Biorremediação; tratamento biológico; qualidade de água; balanço de massa do nitrogênio; troca zero de água.

ABSTRACT

Control of water quality in intensive fish culture systems is often the bottleneck for their successful operation. The most common problems of water quality in those systems are related to oxygen depletion, organic matter and inorganic nitrogen accumulation, particularly ammonia. Bioaugmentation refers to the treatment of wastes or detrits using microorganisms, as an example nitrifying bacteria, which degrade undesirable substances in the system. The employment of bioaugmentation is becoming an option for recirculating fish cultures. Suggested benefits go from inorganic nitrogen, phosphate and organic matter removal, to algae control in fish culture water. The aim of this experimental was to compare the intensive culture of tilapia *Oreochromis niloticus* with zero exchange water with and without biocultures introduction. The experiment consisted of 6 aquariums of 180L and nominal volume of 160L, separated in two different treatments "A" and "Ex"; the first one the control group and the second one the test. Those aquariums were stocked with juveniles of tilapia weighing $26,20 \pm 0,20$ g, and fed with 35%CP. During 35 days of culture no water has been changed in the system. Three times a week biocultures were introduced only on treatment "Ex". Daily some physico-chemical parameters were collected like: pH, temperature and dissolved oxygen; and every week BOD, COD, total ammonia, nitrite, nitrate, phosphate and chlorophyll "a" were analyzed from "A" and "Ex" treatments. For the experimental evaluation, besides those forementioned parameters, nitrogen budget, and some zootechnical index like: growth rate, food conversion rate and survival were utilized. Although "Ex" treatment has shown better results than "A" treatment, after a statistical analysis we concluded that there were no difference between those two treatments.

Keywords: Bioaugmentation; biological treatment; water quality; nitrogen budget; zero water exchange.

1. INTRODUÇÃO

O controle da qualidade da água em sistemas intensivos de cultivo de peixes é, via de regra, um dos pontos críticos para o sucesso do supracitado sistema. Os problemas mais comuns de qualidade de água nos sistemas em questão estão relacionados com depleção do oxigênio dissolvido, acúmulo de matéria orgânica e nitrogênio inorgânico, particularmente amônia, e CO₂ (MUIR, 1982 apud RIJN, 1996).

A partir da década passada houve um rápido desenvolvimento dos sistemas de cultivo intensivo de peixes. Com o aprimoramento das técnicas de cultivo, pôde-se observar, com o passar dos anos, a intensificação da aqüicultura, por conseguinte uma elevação na produtividade. O sistema de cultivo intensivo é baseado na utilização de rações com elevada concentração de proteína (LOVEL, 1988 apud BOYD & TUCKER 1998), ricas em nitrogênio (5-6,5%). Nesse tipo de sistema, a oferta de ração chega a 60g/m³ por dia (CRESWELL, 1993). Conseqüentemente grandes quantidades de nitrogênio são liberadas no ambiente de cultivo, com grande potencial nocivo para ambos, o sistema de cultivo e o meio ambiente. A maior parte do nitrogênio encontrado (cerca de 70%) na água dos viveiros é oriunda de ração não consumida e da excreção de peixes (BOYD, 1985; GROSS et al., 2000).

A liberação de nutrientes dissolvidos por efluentes de fazendas de peixes, leva a uma elevação da concentração dos mesmos nos corpos d'água receptores a qual vem sendo chamada de hipernutrição (GOWEN and BRADBURY, 1987). A amônia total é o componente mais abundante da fração

nitrogenada dos efluentes mencionados (PORRELLO et al., 2003). Águas residuárias descartadas diretamente ou com um tratamento inadequado em rios e lagos podem gerar graves problemas ambientais.

Em termos de DBO, o maior indicador de poluição orgânica (KLEIN, 1959), estima-se que a produção de 1 ton de peixes produz uma quantidade de matéria orgânica equivalente ao esgoto bruto (não tratado) oriundo de 20 pessoas (RIJN, 1996). Na Noruega, por exemplo, estima-se que os resíduos gerados por fazendas de salmões em 1989, eram equivalentes aos produzidos por uma população de 2,7 milhões de habitantes.

Para evitar ou atenuar impactos, deve-se realizar um tratamento dos efluentes antes de descartá-los, ou diminuir a quantidade dos mesmos. A maioria dos processos de tratamentos dos efluentes está associada à atividade de organismos vivos (CHERNICHARO, 1997). O tratamento biológico de efluentes é uma imitação de processos que ocorrem naturalmente na natureza, ou seja, a autodepuração. Este tratamento induzido dos efluentes, utilizando bactérias decompositoras da matéria orgânica e compostos nitrogenados, é um sistema que explora esses mesmos organismos que proliferam no solo e na água, com o propósito de reduzir a concentração de poluentes em águas de descarga e de cultivo de peixes e camarões. Os maiores contaminantes encontrados em águas residuárias são compostos orgânicos biodegradáveis, compostos orgânicos voláteis, metais tóxicos, sólidos em suspensão e nutrientes (nitrogênio e fósforo) (BITTON, 1999).

Com a deflagração, em 1995, de uma série de doenças infecciosas de alta patogenicidade na Ásia e Américas, as fazendas de camarão passaram a adotar um controle mais rígido sobre as taxas de renovação de água, pois esta

é um dos maiores vetores de doenças virais no cultivo de camarão (NUNES, 2002).

Para se evitar o surgimento de epizootias no segmento da piscicultura, é necessário o monitoramento, e a redução das taxas de consumo de água durante o ciclo.

Com a utilização de cepas de bactérias apropriadas, a serem inoculadas nos viveiros de engorda de peixes e camarão, inicia-se uma sucessão ecológica microbiana na água e no solo, onde passa a prevalecer comunidades bacterianas benéficas e não patogênicas à animais cultivados, acelerando o processo de reciclagem de matéria orgânica e decomposição de compostos nitrogenados. Isto pode reduzir a quantidade de água necessária para a manutenção da mesma nos cultivos, e ainda, melhorar a qualidade dos efluentes que retornam aos corpos d'água, exercendo assim uma atividade mais lucrativa, devido à redução do custo com energia elétrica consumida pelo bombeamento de água e diminuição da depreciação de equipamentos hidráulicos. Contudo, o grande resultado seria o desenvolvimento de uma atividade ecologicamente correta.

A utilização de inóculos de bactérias pode ser perfeitamente utilizado em águas estuarinas, porém, o cultivo com renovação zero seria praticamente inviável. Devido à evaporação, faz-se necessário o acréscimo de água aos viveiros do contrário ocorre a elevação da concentração de sal na água dos mesmos. A salinidade da água de cultivo seria gradativamente elevada até níveis que comprometeriam o crescimento de peixes e camarões, e em casos extremos causar mortalidade em massa. Em águas oligohalinas, águas que possuem salinidade de 0,5‰ a 5,0‰ (ESTEVES, 1988), devido à diminuta

concentração de sal nas mesmas, pode-se aplicar um sistema de renovação zero de água, não sendo a salinidade um fator limitante.

A concentração excessiva de matéria orgânica e compostos nitrogenados nas águas de cultivo de organismos aquáticos em geral, representa fatores limitantes para a utilização do sistema de renovação zero de água. Com o monitoramento de DBO, DQO, Nitrito, Nitrato, Amônia, Nitrogênio Inorgânico Dissolvido e Ortofosfato pode-se avaliar a ação mitigadora das bactérias sobre estes fatores limitantes; dando subsídio para a difusão de um novo protocolo de manejo sustentável.

Com base nos argumentos propõe-se um estudo que visa o cultivo intensivo de juvenis de Tilápia *Oreochromis niloticus* em sistema de renovação zero de água, em águas oligohalinas, utilizando cepas de bactérias para a manutenção da água do cultivo.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

- Comparar o cultivo intensivo da Tilápia *Oreochromis niloticus*, sob o sistema de renovação zero de água, com e sem inóculo de cepas de bactérias.

2.2. Específicos

- Avaliar, comparativamente, os resultados das análises físico-químicas da água, bem como realizar balanço de massa do nitrogênio dos aquários que possuem o inóculo de bactérias (tratamento “Ex”), e dos aquários considerados controle (tratamento “A”).
- Cotejar a sobrevivência, o ganho de peso (crescimento) e o fator de conversão alimentar (FCA) dos tratamentos com e sem inóculo de bactérias.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Sistemas de cultivo de tilápia.

As tilápias compõe o grupo de peixes que mais cresce em termos de comercialização mundial, especialmente pelo aumento da produção destas espécies na China e em outros países em desenvolvimento, como o Brasil (CYRYNO et al., 2004). Essa produção tem como base diferentes sistemas de cultivo da tilápia como: extensivo, semi-intensivo, intensivo e suerintensivo (PÁDUA, 2001), estando contido dentro deste ultimo sistema, o superintensivo, algumas modalidades como o raceway, sistema de recirculação e a utilização de estufas com tanque em “v” (CYRINO et al., 2004) Entretanto a definição dos supracitados sistemas tem como base a densidade de estocagem, existindo

assim outros sistemas de cultivo denominados de integrados como: cultivo em canais de irrigação, cultivo em efluentes aquícolas, cercados em canais de grande porte, gaiolas em tanques reservatórios produção em viveiros antes da irrigação e aquaponia integrada (CYRINO et al., 2004; KUBITZA, 2000). Contudo um dos mais singulares sistemas de utilização integrada que vem sendo aplicado no cultivo da tilápia é a utilização de lagoas de estabilização de plantas de tratamento de esgoto doméstico como mostra Santos (2005).

3.2. Qualidade de água: alguns parâmetros físico-químicos observados em cultivo de peixes.

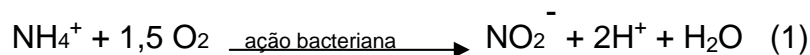
Amônia, na sua forma não dissociada (NH_3), é uma das substâncias mais tóxicas produzidas por cultivos intensivos de peixes e tem elevado impacto na comunidade aquática quando transportada para o meio, via efluente das fazendas (ZIEMANN et al., 1992).

Os íons de amônia e seus sais são bastante solúveis em água. Sabe-se que os peixes não toleram grandes concentrações de amônia na água, pois elas reduzem a capacidade do sangue em transportar oxigênio, afetam a permeabilidade dos peixes, e reduzem a concentração interna de íons dos mesmos (OLIVEIRA 2001; KUBITZA 2003; BOYD & TUCKER 1998).

A amônia apresenta-se na água dos viveiros como subprodutos do metabolismo dos animais e da decomposição da matéria orgânica pelas bactérias. Na água, a amônia ocorre de duas formas: amônia não-ionizada (NH_3) e o íon de amônio (NH_4^+) em um equilíbrio dependendo da temperatura e pH (BOYD, 2000).

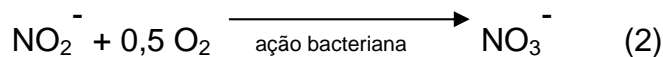
Várias espécies de peixes são sensíveis ao nitrito, especialmente quando os níveis de cloridade são baixos (ALCARAZ and RANGEL, 2004).

Dentre as várias formas de remoção da amônia na água natural, a principal é a nitrificação. Esse processo é realizado por duas categorias de microorganismos. A primeira fase da nitrificação, a qual consiste da transformação do íon amônio (NH_4^+) em nitrito (NO_2^-), por ação de alguns grupos de bactérias autotróficas como: *Nitrossomonas Nitrospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrosolobus* e *Nitrosovibrio*, é a principal fonte de nitrito em sistemas de aquicultura (BOYD & TUCKER, 1998).



A exposição continuada a concentrações sub-letais de nitrito (0,3 a 0,5 mg/L) pode causar redução no crescimento e na resistência dos peixes às doenças. Em peixes de água doce, as concentrações de nitrito entre 0,7 a 200 mg/L podem causar grande mortalidade dependendo da espécie de peixe (KUBITZA, 2003).

A segunda fase da nitrificação consiste na oxidação do nitrito (NO_2^-) a nitrato (NO_3^-). Essa reação também ocorre via ação de grupos de bactérias autotróficas, como: *Nitrobacter*, *Nitrospira* e *Nitrococcus*.



Assim, o nitrato representa o produto final da nitrificação

O LC_{50} (96h) para a maioria dos animais aquáticos varia de 1.000 a 3.000 mg/L de nitrato. Este tem a capacidade de oxidar também a hemoglobina (ARANA, 2004).

O excesso de nutrientes (principalmente fosfatos e nitratos) e a matéria orgânica presentes nos efluentes, proveniente de restos de ração não consumida, excretas de animais e resíduos da comunidade planctônica já morta, descartada em um curso d'água gera um excesso de nutrientes no ambiente aquático causando um grande crescimento de determinado tipo de algas. Quando os nutrientes são completamente utilizados e, por tanto, esgotados, as algas morrem e servem de alimento para as bactérias decompositoras, que se reproduzem rapidamente, respiram e provocam a diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido na água, elevando assim as taxas de demanda química e bioquímica de oxigênio (BOYD, 1992), podendo levar, em casos extremos, a situações de anoxia do corpo d' água (ARANA, 2004).

3.3 Tratamento biológico em águas utilizadas na aquicultura.

A degradação biológica de sólidos oriundos da aquicultura tem recebido pequena atenção até hoje. Porém a composição química dos sólidos originados da aquicultura foram identificados como semelhantes aos encontrados em estações de tratamento de águas servidas (SEYMOUR, 1991). Sendo assim, tratamentos clássicos utilizados em estações de saneamento podem ser utilizados na aquicultura. Tratamentos com “sedimento ativado” em viveiros experimentais de peixes, combinando bactérias nitrificantes, denitrificantes e decompositores de matéria orgânica já foram realizados (RIJN, 1996). No entanto, a aplicação comercial desse sistema foi limitada; provavelmente pela dificuldade da manutenção da estabilidade da performance do sistema em questão.

Bioremediadores ou bioincrementação (IRIANTO & AUSTIN, 2002; GATESOUBE, 1999; MARTING et al., 1998; RIJN, 1996) refere-se ao tratamento de poluentes ou detritos com o uso de microorganismos, como por exemplo, bactérias nitrificantes que degradam as substâncias indesejadas no sistema. Espécies de bactérias pertencentes ao gênero *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Cellulomonas*, *Rhodoseudomonas*, *Nitrossomonas* e *Nitrocacter* são conhecidas por desempenhar papel fundamental na mineralização da matéria orgânica (SHARIFF et al., 2001). A utilização desta biorremediação vem sendo gradualmente utilizada em sistemas de recirculação. Os benefícios sugeridos (RIJN, 1996) vão desde a remoção de nitrogênio inorgânico, fosfato e matéria orgânica, a controle algal da água dos cultivos.

A utilização da terminologia probiótico para bioremediação é errônea, pois probiótico (IRIANTO & AUSTIN, 2002) são microorganismos, que podem ser ou não transientes ao trato intestinal do organismo hospedeiro, que agem em benefício do mesmo.

A biorremediação pode trazer benefícios no aceleração da ignição, isto é, colonização rápida de biofiltros. A biorremediação pode ser utilizada na redução em pequena escala de resíduos de efluentes de sistemas abertos os quais possuem tempo de retenção do supracitado efluente baixo, o que não permite o desenvolvimento das bactérias nativas (MALONE and MANTHE, 1985 apud RIJN, 1996).

A avaliação de vários produtos comerciais a base de suspensão bacteriana em viveiros de “catfish” revelaram não haver uma diferença significativa do grupo controle (BOYD and PIPPOPINYO, 1994). Porém,

segundo Moriarty (1997) vários produtos a base de bactérias viáveis vêm sendo utilizados para controlar a qualidade da água de viveiros, onde é presumido que as bactérias adicionadas ao meio produzem maior quantidade e variedade de exoenzimas capazes de degradar a matéria orgânica. Segundo o supracitado autor, vários usuários reportaram a efetividade dos produtos à base de bactérias. Porém estudos mais aprofundados em escala comercial são necessários para uma confirmação dos benefícios do tratamento bacteriano na aqüicultura.

4. METODOLOGIA

4.1. Localização do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Recursos Aquáticos – LARAq localizado na Universidade Federal do Ceará – UFC, Campos do Pici.

4.2. Origem e Transporte de Indivíduo

Os indivíduos utilizados foram cedidos pela Estação de Piscicultura da Universidade Federal do Ceará, localizada no campos do PICI, Fortaleza – CE. Foram utilizados indivíduos juvenis de peso médio de $26,20 \pm 0,20$ g no experimento.

4.3. Aclimação às condições do Laboratório

Ao chegar ao laboratório ocorreu a aclimação dos indivíduos às condições locais. Devido a uma pequena diferença de pH e temperatura entre a água de transporte e a água local, pequenos volumes de água do laboratório foram gradativamente misturados à água em que se encontravam os peixes. Após uma equiparação dos parâmetros dos dois tipos de águas, transporte e local, os indivíduos foram transferidos para os aquários experimentais.

4.4. Estrutura do experimento

Para o experimento, foram utilizados aquário de vidro com capacidade de 180 L e volume útil de 160 L; contendo aeração constante e abundante. A densidade utilizada foi de 0,050 peixes /L ou 50,0 peixes/m³ (8 peixes/aquário); sendo simulado um cultivo intensivo.

Para o experimento foi utilizado água do sistema de abastecimento da cidade, CAGECE. Porém deixou-se a água aerando durante 48 horas para a retirada de cloro da mesma. Para a obtenção de uma inferência estatística foram utilizados 3 aquários com o tratamento biológico (Tratamento "Ex"), e 3 aquários sem inóculo bacteriano (Tratamento "A"). Durante todo o experimento não foi renovada a água dos aquários. Porém devido à evaporação e as retiradas de amostras para análise, volumes de água foram acrescentados periodicamente da mesma fonte inicial, apenas para completar o nível dos aquários, 160 L.

4.5. Alimentação dos peixes

Diariamente os animais foram alimentados com ração comercial de 3mm contendo 32% de proteína bruta, cujas demais especificações encontram-se em anexo (**ANEXO I**). Foi utilizada uma taxa de arraçoamento de 2,5% da biomassa do sistema, sendo a mesma ministrada duas vezes por dia, às 08:00 e às 16:00. As sobras de ração de dentro dos aquários não foram retiradas, e nem foi feita limpeza das excretas dos animais.

4.6. Monitoramento e duração do experimento

O experimento teve uma duração de 35 dias.

Semanalmente foi coletada água dos aquários para a realização de análise físico-química. Foram analisados no Laboratório de Saneamento – LABOSAN os seguintes parâmetros: DBO, DQO, Nitrito, Nitrato, Amônia, Clorofila “a” e Ortofosfato. Os métodos utilizados na determinação desses parâmetros encontram-se no **ANEXO II**

Temperatura, pH e oxigênio dissolvido (OD) da água de todos os aquários em observação foram coletados diariamente. Para a medição destes parâmetros físico-químicos foram utilizados os seguintes equipamentos: medidor de oxigênio F-1055 (Bernauer), medidor de pH F-1002 (Bernauer); sendo utilizado o supracitado medidor de oxigênio para a medição também da temperatura da água.

4.7. Caracterização das cepas de bactérias utilizadas

As cepas de bactérias inoculadas foram cedidas pela Empresa “ML Vasconcelos”, representante nacional dos Produtos BZT. As cepas são

constituídas de uma gama de inúmeras bactérias tais como: *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrobacter*, *Nitrospira* e outras responsáveis pela degradação de matéria orgânica. Outros constituintes do BZT são enzimas tais como: amilases, proteases, celulasas e lípases. A composição completa dos inóculos bacterianos não foi fornecida pela empresa, pois constitui o segredo industrial da mesma.

4.8. Protocolo de inoculação

Para aquários com 160L de água contendo 08 tilápias cada, na primeira semana de experimento, realizou-se um tratamento com 3 aplicações em dias alternados de BZT Aquaculture (AQ) 5,40g e de BZT Waste Digester (WD) 7,85g, os quais foram aplicados simultaneamente. Nas semanas subseqüentes seguiu-se a periodicidade das aplicações, porém as dosagens foram de 2,80g de BZT AQ e 3,95g de BZT WD (**ANEXO III**).

Os produtos utilizados apresentavam-se na forma de pó. Para a aplicação pesou-se a quantidade necessária de cada um dos produtos, dissolveu-se em um pequeno volume de água e realizou-se imediatamente a aplicação. Deve-se salientar que a água utilizada na diluição dos inóculos foi oriunda de seus respectivos aquários.

4.9. Análise estatística

Para a avaliação estatística do desempenho zootécnico dos animais cultivados foi utilizado o teste "F" de Snedecor.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise dos resultados obtidos em conformidade com o delineamento experimental exposto na metodologia deste trabalho, realizou-se inicialmente uma abordagem sobre parâmetros técnicos de fundamental importância para a mensuração do balanço de massa do nitrogênio. Em seguida, os resultados dos ensaios foram analisados separadamente em função do desempenho zootécnico e suas alterações na qualidade da água do cultivo. Assim, em conformidade com a limnologia moderna, os resultados foram expressos em valores da mediana dos resultados obtidos em 3 repetições para cada um dos tratamentos “A” e “Ex”, conforme a Tabela 01.

5.1. Carga total de nitrogênio introduzida no sistema em forma de ração.

Considerando-se que a proteína em sua composição possui em torno de 16% de nitrogênio e que, conforme Oliveira (2005), rações de boa qualidade disponibilizam para o crescimento dos peixes uma PLA (proteína absorvida pelo animal) em torno de 0,35 (35%) e um resíduo de aproximadamente 0,65 (65%). Neste aspecto realizou-se um balanço de massa no sentido de calcular a carga total de nitrogênio que entrou nos tratamentos “A” e “Ex”, via ração, visando verificar em qual dos dois tratamentos ocorreu uma melhor reciclagem de nitrogênio, cujos resultados podem ser observados na Tabela 02.

Tabela 01: Resultados medianos dos parâmetros físico-químicos (mg/L) analisados, nos tratamentos "A" e "Ex" durante 35 dias de cultivo.

Data	DDC	DBO	DQO	Nitrato	N-NO ₃	Nitrito	N-NO ₂	Amônia Total	N-NH ₄	NID	Ortofosfato	Clorofila"a" (*)
Tratamento "A"												
13/abr	0	3,00	70,00	0,09	0,03	0,00	0,00	0,42	0,33	0,36	0,00	0,00
20/abr	7	10,00	27,00	0,11	0,04	0,01	0,00	2,80	2,18	2,23	0,00	0,80
27/abr	14	15,00	32,00	0,31	0,11	3,36	1,57	3,90	3,03	4,76	0,85	0,00
4/mai	21	17,00	105,00	1,22	0,45	7,27	3,39	0,70	0,54	4,49	2,47	2,39
11/mai	28	17,00	68,00	1,92	0,71	13,45	6,28	1,54	1,20	8,18	3,33	2,39
18/mai	35	60,00	132,00	6,93	2,55	7,83	3,65	2,38	1,85	9,24	4,66	0,00
Tratamento "Ex"												
13/abr	0	3,00	70,00	0,09	0,03	0,00	0,00	0,42	0,33	0,36	0,00	0,00
20/abr	7	29,00	65,00	0,10	0,04	0,00	0,00	1,82	1,42	1,46	0,06	4,46
27/abr	14	15,00	68,00	0,14	0,05	0,05	0,02	5,70	4,43	4,50	1,12	0,00
4/mai	21	41,00	118,00	0,81	0,30	7,26	3,39	0,28	0,22	3,92	1,31	4,46
11/mai	28	36,00	138,00	1,80	0,66	15,10	7,05	1,54	1,20	8,96	2,96	5,58
18/mai	35	96,00	270,00	2,59	0,95	16,99	7,93	1,82	1,42	10,57	3,56	6,98

* Unidade: (µg/L)

Tabela III: Dados relativos ao balanço de massa do nitrogênio de ração a 32% de proteína bruta, nos tratamentos “A” e “Ex”.

Sem.	Ração (g)	Tot. Prot. (g)	Tot. N ₂ (g)	Carga de N ₂ na água (g)	Tot de N ₂ na H ₂ O (mg/L)
		32% de PB	16% de N ₂ na PB	P.L.A. de 0,35	Volume de 160 L
Aquário tipo "A"					
1º	25,52	8,17	1,31	0,85	5,31
2º	66,20	21,18	3,39	2,20	13,77
3º	106,68	34,14	5,46	3,55	22,19
4º	142,14	45,48	7,28	4,73	29,57
5º	185,10	59,23	9,48	6,16	38,50
Aquário tipo "Ex"					
1º	25,52	8,17	1,31	0,85	5,31
2º	66,20	21,18	3,39	2,20	13,77
3º	106,68	34,14	5,46	3,55	22,19
4º	142,14	45,48	7,28	4,73	29,57
5º	190,26	60,88	9,74	6,33	39,57

Por esses resultados pode-se observar que até a 4^o semana de cultivo foi utilizado a mesma quantidade de ração tanto no tratamento “A” quanto no “Ex”. Porém, tendo-se observado uma maior taxa de crescimento dos indivíduos do tratamento “Ex” foi necessário se ajustar a quantidade de ração ofertada. Tal fato reflete uma melhor taxa de conversão alimentar, conseqüentemente uma possível maior taxa de incorporação de nitrogênio na conversão de músculo no pescado e por conseguinte um menor repasse de nitrogênio para a água de cultivo. Entretanto, pela necessidade na correção da taxa de arraçoamento no tratamento “Ex”, em decorrência dos ajustes necessários ao manejo produtivo, além da análise pontual da concentração de compostos nitrogenados, foi necessário realizar um balanço de massa do sistema, ou seja, a quantificação da carga de entrada do nitrogênio via ração, a incorporação do nitrogênio na biomassa estocada, os resíduos e suas transformações químicas na água, sempre realizando comparações entre o tratamento com e sem inóculo bacteriano.

5.2. Parâmetros físico-químicos.

5.2.1. Oxigênio Dissolvido

Em decorrência da elevada taxa de estocagem utilizada no experimento, correspondente a 50 peixes/m³, verificou-se que mesmo com utilização de aeração constante, os níveis de OD nos tratamentos “A” e “Ex” estiveram acima dos limites sanitários, de 5,0 mg/L (CONAMA 357/2005), apenas na fase inicial do experimento, porém durante todo o experimento em ambos os tratamentos, a concentração de OD manteve-se sempre acima de 2,0 mg/L; que representa a concentração limite para a conversão de NO₂ para NO₃ (BOYD & TUCKER, 1998). Este aspecto revela uma grande demanda de OD pela biomassa dos peixes cultivados e devido às reações de oxidação da decomposição ou mineralização da matéria orgânica existente nos aquários; processo este denominado de autodepuração da água (BRAGA et al., 2002). A origem dessa matéria orgânica foi a ração ofertada diariamente e os metabólitos produzidos pelos peixes cultivados.

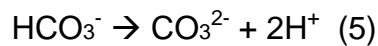
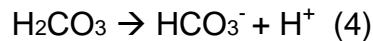
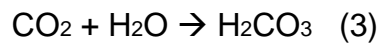
Mesmo sendo utilizado intensa aeração artificial, ao final do experimento observaram-se valores de oxigênio próximo a 2,0mg/L. Segundo Arana (2004), essa concentração de oxigênio pode inibir o crescimento de certas espécies de peixe, inclusive a Tilápia, porém não é letal para a mesma.

O resultado das análises de OD apresentaram valores medianos que variaram de 6,0 a 2,1 mg/L no tratamento “A” e de 6,1 a 2,1 no tratamento “Ex”, não se observando diferença significativa entre os tratamentos.

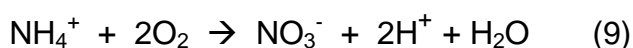
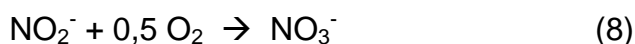
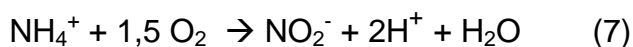
5.2.2. pH

Na data inicial do experimento registrou-se em todos os aquários um pH de 8,5. Com o decorrer do experimento ocorreu uma diminuição gradativa no pH de todos os aquários, com um mínimo de 6,3 tanto no tratamento “A” quanto no “Ex”.

Com um elevado consumo de oxigênio pelas reações de autodepuração nos ensaios, ocorreu uma maior liberação de dióxido de carbono (CO₂). Ao reagir com a molécula de água (H₂O), o dióxido de carbono forma o ácido carbônico (H₂CO₃). Este ácido sendo muito instável dissocia-se no ânion carbonato (HCO₃⁻) com liberação de H⁺. Em seguida o carbonato, devido à sua molécula instável dissocia-se em ânion bicarbonato (CO₃²⁻) liberando mais 2H⁺ (vide equações 3, 4, 5 e 6) nas águas de cultivo; resultando em uma gradativa redução do pH destas águas.



Outro fator que contribui significativamente para a redução do pH foram as reações que envolvem o processo de nitrificação, onde temos uma adição de 2H⁺ para cada molécula de NH₄⁺ que é convertida a NO₃⁻ como pode ser evidenciado nas equações abaixo:



Os picos de máximo e mínimo de pH registrados não atingiram valores considerados prejudiciais ao desenvolvimento da espécie em questão (KUBITZA, 2003); não tendo relação direta quanto a sobrevivência final do experimento.

A ação bacteriana do inóculo utilizado é condicionada a uma série de fatores, inclusive o pH da água. O pH ótimo para a ação das bactérias utilizadas seria de 7,5 a 8,0, porém as mesmas possuem uma tolerância de pH 6,0 a pH 9,0. Como durante todo o experimento esses valores não foram ultrapassados, provavelmente a integridade das bactérias inoculadas ficou garantida.

5.2.3. Temperatura

A temperatura, medida em intervalo compreendido entre 08:00 e 09:00 horas, apresentou durante todo o experimento variações moderadas, cuja variação foi de 25,1°C a 29,6°C, com valores medianos de 27,5°C. Deve-se salientar que, como não foi utilizado nenhum sistema de controle da temperatura dos aquários, os mesmos apresentaram a supracitada variação de temperatura em ambos os tratamentos experimentais. Contudo, conforme considerações apresentadas por Kubitza (2003) sobre este parâmetro, em momento algum foi registrada temperatura que comprometesse a sobrevivência ou o crescimento dos indivíduos. Outro ponto importante é que segundo Boyd & Tucker (1998), a dita variação de temperatura também não foi prejudicial às cepas de bactérias utilizadas no experimento.

5.2.4. DBO e DQO

A água utilizada no experimento foi proveniente da rede de abastecimento público, CAGECE. Em razão disto, a DBO mostrou-se inicialmente baixa, em torno de 3,0 mg/L. Porém, com o decorrer do experimento pode-se observar uma elevação nas taxas de DBO nos dois tratamentos: “A” e “Ex”. Em se comparando os resultados medianos dos dois tratamentos, verificou-se como esperado, uma maior demanda de O₂ no tratamento “Ex”, onde foram introduzidas as cepas de bactérias. Os valores máximos de DBO registrados no experimento foram de 60,0mg/L e 96,0 mg/L para os tratamentos “A” e “Ex” respectivamente (Figura 01).

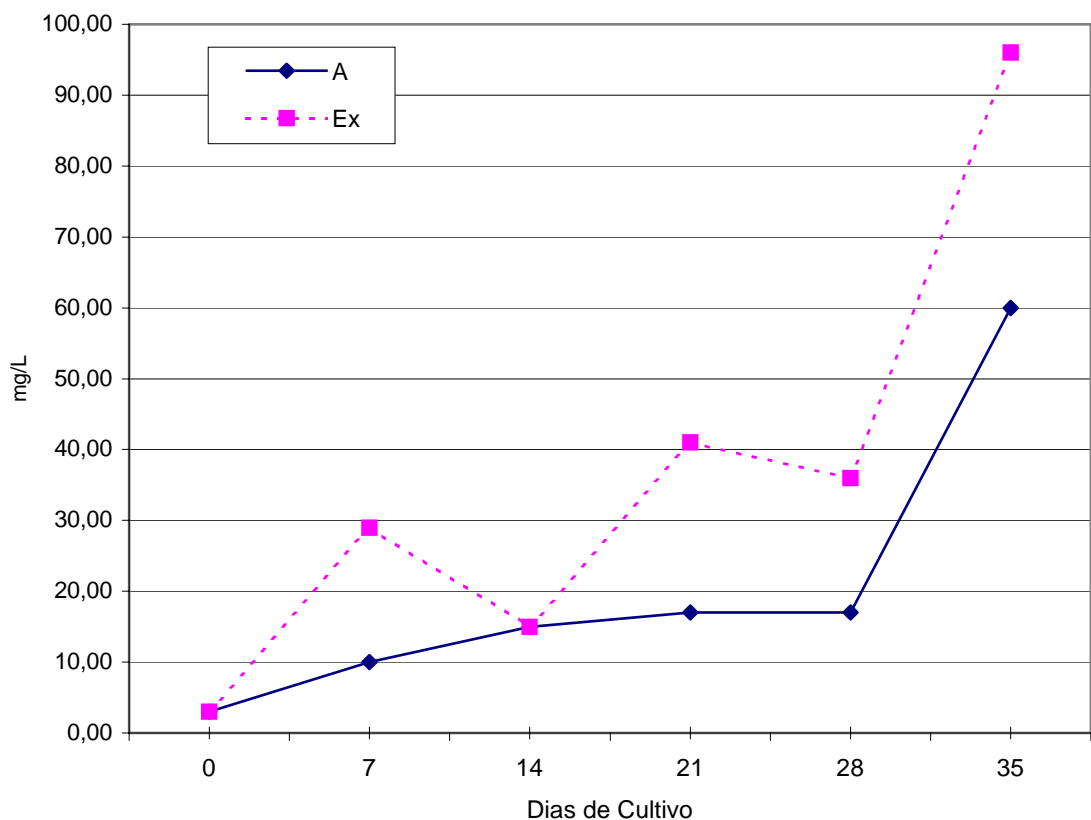


FIGURA 01 – Variação mediana da DBO (mg/L) durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.

A demanda bioquímica de oxigênio, DBO, é um fator chave nos sistemas de aqüicultura, os quais utilizam sistema de reuso de água, pois se a mesma for muito elevada, os organismos cultivados podem morrer ou sofrer um grande estresse por conta de uma baixa concentração de O₂ na água (BOYD & TUCKER 1998). Conforme Oliveira (2001), a DBO representa os processos bioquímicos de respiração e metabolismo de microorganismos existentes na coluna d'água. Comparando-se os resultados obtidos nos tratamentos "A" e "Ex", verificou-se a ocorrência de maior demanda de O₂ decorrente da respiração de organismos existentes no tratamento "Ex" resultantes da introdução de cepas de bactérias neste tratamento.

Na água de abastecimento dos dois tratamentos, registrou-se uma DQO relativamente elevada para os padrões de uma água tratada (70mg/L). Observou-se uma elevação gradativa da DBO em todos os aquários, chegando a valores de 132mg/L no tratamento "A" e 270mg/L no tratamento "Ex", ao final do experimento (Figura 02). Um maior valor de DQO no tratamento "Ex" também já era esperado devido provavelmente às reações de transformação do carbono orgânico oriundo das excretas dos peixes e restos de ração não consumida.

Segundo Sawyer & Mccarty (1978) apud Bitton (1999), a demanda química de oxigênio (DQO) nada mais é que a quantidade de oxigênio necessária para oxidar completamente o carbono orgânico a CO₂, H₂O e amônia. Ainda segundo os autores, em uma amostra de água onde o valor da DQO for muito maior que a DBO isso implica que a amostra contém uma grande quantidade de compostos orgânicos que são dificilmente biodegradados. Neste aspecto, quando comparado os resultados da DBO nos

tratamentos “A” e “Ex”, com a DQO observou-se uma elevada proporção entre DQO e DBO como reflexo das seguintes situações: a primeira deve-se às condições iniciais de cultivo, pela qualidade da água de abastecimento em que a DQO de 70mg/L foi bem superior a DBO de apenas 3,0mg/L; a segunda deve-se, provavelmente às condições de cultivo em que se utilizou uma alta taxa de estocagem (50 peixes/m³) a qual resultou em uma carga de nutrientes (matéria orgânica) relativamente elevada, variando de 70mg/L a 132 mg/L no tratamento “A” e 70mg/L a 270mg/L no tratamento “Ex”.

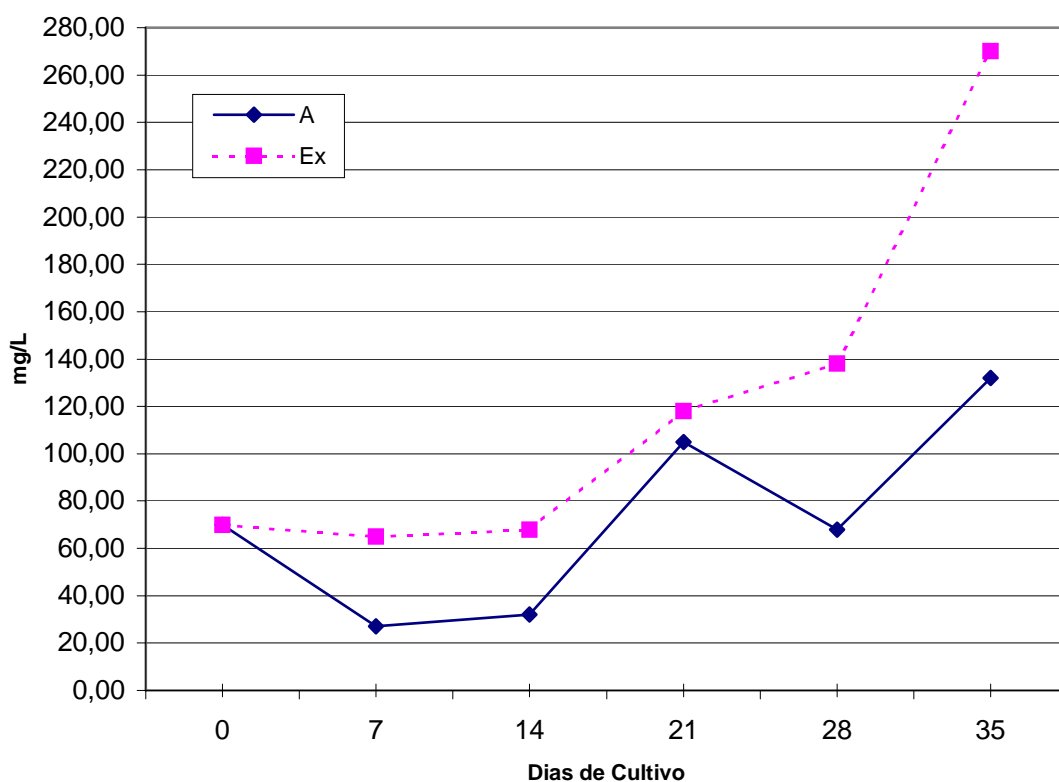


FIGURA 02 – Variação mediana da DQO (mg/L) durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.

Deve-se ressaltar que o experimento teve uma duração relativamente pequena, quando comparado a um cultivo em escala comercial cujo ciclo de cultivo pode variar de 150 a 180 dias de cultivo para uma meta de despesca de

peixes com peso médio variando de 850 a 900g (KUBITZA 2000; CYRINO et al., 2004). Caso o experimento tivesse seu tempo de cultivo elástico para as condições acima, o aporte de ração seria muito maior, o que geraria uma produção de matéria orgânica (MO) elevada. Com a elevação da quantidade de matéria orgânica no viveiro tem-se a elevação da DBO e da DQO. Entretanto, deve-se considerar que nesse experimento aquários de vidro foram utilizados sem a presença de sedimento, enquanto em viveiros escavados e semi-escavados as interações água-sedimento de fundo e paredes dos diques influenciam no processo de autodepuração. Por este aspecto ocorreram diferenças ao se comparar resultados obtidos nesse trabalho, realizado em águas claras e ausência de sedimento com resultados obtidos em viveiros com as características anteriormente mencionadas.

A utilização de inóculos de bactérias no cultivo intensivo de peixes, em um primeiro momento induz a uma DBO mais elevada quando comparado a um cultivo sem bioincrementação. Porém, a longo prazo, devido ao acúmulo da MO oriunda das excretas dos peixes e restos de ração não consumida, há uma tendência de se constatar uma DBO mais elevada no cultivo sem inóculo de bactérias. Esse fato é decorrente do acúmulo da matéria orgânica e da gradual, porém lenta, decomposição da mesma. Concomitantemente, tem-se uma lenta evolução das bactérias nativas que degradam essa MO que se deposita no fundo do viveiro. Assim, em determinado momento, pode ocorrer uma explosão na densidade de bactérias decompositoras da matéria orgânica e ocorrer uma súbita elevação na DBO, podendo chegar a níveis que provoquem uma completa utilização do O_2 dissolvido na água, podendo comprometer a qualidade da água e provocar mortalidade dos organismos cultivados.

Estes aspectos indesejáveis ao cultivo de organismos aquáticos dificilmente ocorrem em viveiros em que se utilizam bioincrementação, pois segundo Sasikala & Ramana (1995) apud Bitton (1999), uma das funções da bioincrementação é elevar a remoção da DBO em águas residuárias; como é exemplificado para uma espécie de bactéria anaeróbica fototrófica que possui a capacidade de reduzir a razão DBO/DQO em águas residuárias.

5.2.5. Amônia

No experimento foi analisado o somatório das duas formas da amônia presentes na água, ou seja, a amônia total (Tabela 01).

Durante todo o experimento, a concentração mediana de amônia total no tratamento “Ex” permaneceu abaixo dos valores observados no tratamento “A”, exceto em uma única amostra ocorrida no 14º dia de cultivo (Figura 03). Neste aspecto, a ação do inóculo bacteriano mostrou-se efetivo em praticamente todo o cultivo.

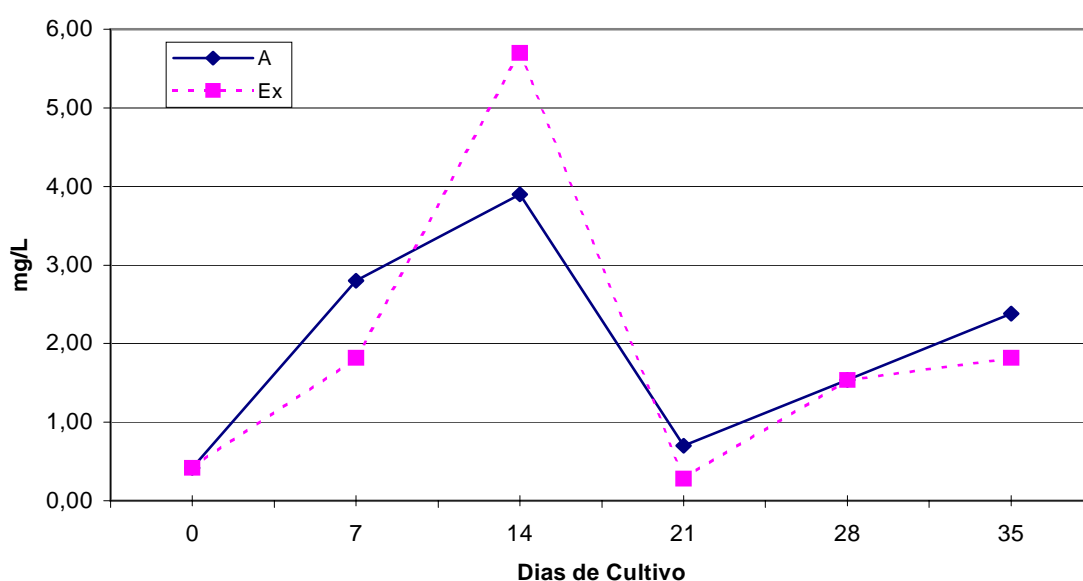


FIGURA 03 – Variação da concentração mediana da Amônia Total (mg/L) durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.

Analisando-se a ocorrência do pico de amônia total (5,70 mg/L) registrado aos 14 dias de cultivo no tratamento “Ex”, presume-se que esse fato foi devido ao colapso das microalgas existentes nesse tratamento; como pode ser evidenciado na Figura 04, onde se pode verificar um brusco decréscimo na concentração de clorofila “a” no tratamento “Ex”. Segundo Thomann & Mueller (1987) existe uma relação direta entre a concentração de clorofila “a” e a biomassa de fitoplâncton na água, desse modo o súbito decréscimo da concentração de clorofila “a” indica a morte de toda a população planctônica, exatamente no 14º dia de cultivo. Segundo Kubitza (2003) a morte súbita do fitoplâncton incorpora, em um curto espaço de tempo, uma grande quantidade de resíduos orgânicos nos tanques e viveiros. Esses resíduos são rapidamente atacados por bactérias e outros organismos, e decompostos por processos biológicos, o que resulta na formação de diversos metabólitos tóxicos aos peixes, como a amônia.

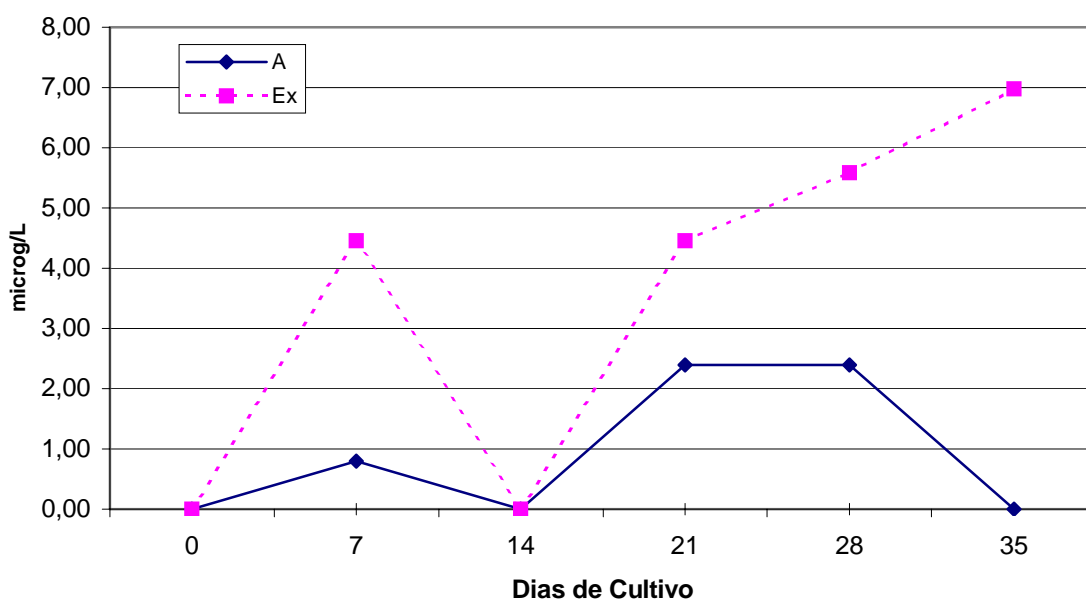


FIGURA 04 – Variação da concentração mediana de clorofila “a” ($\mu\text{g/L}$) durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.

A brusca morte do fitoplâncton foi provavelmente devido à competição por nutrientes entre o plâncton e as bactérias inoculadas. A morte do fitoplâncton também pode ser evidenciada na Figura 01 onde verificamos aos 14 dias de cultivo uma redução da DBO do tratamento “Ex”, uma vez que foi diminuída a demanda de oxigênio pelo fitoplâncton no referido tratamento.

Analisando-se as concentrações de amônia total em ambos os tratamentos, assim como os valores registrados de temperatura e pH; com o auxílio da fórmula de Bower e Bidwell (BOWER and BIDWELL, 1978; apud PORRELLO et al., 2003) foram obtidos valores de amônia tóxica (NH₃) para cada um dos tratamentos “A” e “Ex”, como é exposto na Tabela 03.

$$\%NH_3 = 100 / [1 + 10^{(\log K_e - pH)}] \quad (10)$$

Onde: K_e é a constante de equilíbrio obtida da expressão abaixo (JOHANSSON and WEDBORG, 1980; apud PORRELLO et al., 2003).

$$\log K_e = (- 0,467 + 0,001135 S + 2877,9) T^{-1} \quad (11)$$

Onde: T é a temperatura absoluta e S é a salinidade.

$$\text{Dessa forma: } NH_3 = \%NH_3 (NH_3 + NH_4^+) \quad (7)$$

TABELA 03: Concentrações de amônia tóxica (mg/L) registrada semanalmente nos tratamentos “A” e “Ex”.

Tratamentos	Dias de cultivo					
	0	7	14	21	28	35
“Ex”	0,068	0,126	0,243	0,002	0,004	0,002
“A”	0,068	0,302	0,169	0,002	0,005	0,003

Pelos resultados apresentados nessa tabela em nenhum momento ocorreram níveis de letalidade ou sub-letalidade da amônia, devido ao baixo pH na água de cultivo; uma vez que a carga de nitrogênio resultante dos excrementos e do metabolismo dos peixes produziu uma quantidade relativamente alta de amônia total (TABELA 01). Segundo Kubitza (2003) as concentrações de amônia tóxica capazes de matar 50% dos peixes em 96 horas (96h – LC50) giram entre 0,3 a 3,8 mg/L, dependendo da espécie de peixe em questão.

5.2.6. Nitrito

Como não foi identificado nitrito na água de abastecimento, no início do experimento não foi observada a presença de nitrito na água de nenhum dos aquários experimentais. Após sete dias de cultivo, verificou-se uma sucinta presença de nitrito apenas no tratamento “A”. Com o decorrer do experimento verificou-se uma elevação do supracitado composto em todos os aquários; tendo sido verificado ao final do experimento valores mais elevados no tratamento “Ex”, atingindo uma concentração de 16,99 mg/L (Figura 05).

A concentração de nitrito nos aquários foi aumentando conforme foi sendo introduzido matéria orgânica nos mesmos. Sendo o nitrito uma substância intermediária no processo de nitrificação, normalmente não se acumula no ambiente, pois é usualmente convertido a nitrato, conforme é produzido (BOYD & TUCKER, 1998). No entanto, o nitrito pode se acumular a níveis significantes, como foi o caso do experimento em questão, quando obtemos concentrações de amônia relativamente elevadas. Assim, temos uma

situação em que a taxa de oxidação da amônia em nitrito excede a taxa de oxidação de nitrito a nitrato.

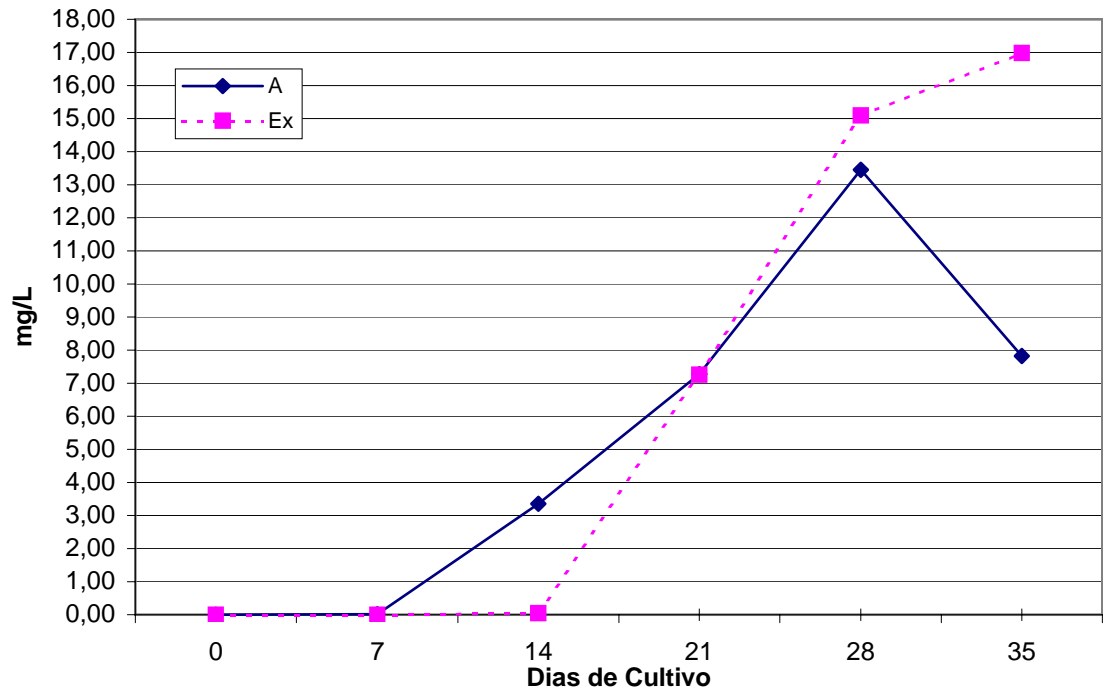


FIGURA 05 – Variação da concentração mediana de Nitrito (mg/L) durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.

Em se tratando de experimento realizado em águas claras com baixos teores de sólidos totais em suspensão (STS), diferente do que ocorre em viveiros escavados, pode ter ocorrido uma escassez de substrato para a colonização de bactérias dispersas na coluna d'água, o que possivelmente pode ter influenciado na segunda etapa do processo de nitrificação, isto é, a conversão de NO_2 a NO_3 ; embora esse processo tenha apresentado uma tendência crescente no decorrer de todo o experimento.

5.2.7. Nitrato

Em todos os aquários verificou-se uma elevação progressiva da concentração de nitrato, tendo destaque o tratamento “A” o qual apresentou concentrações de nitrato sempre mais elevadas que as do tratamento “Ex” durante todo o experimento. Ao final do experimento, o tratamento “A” registrava uma concentração mediana de 6,93 mg/L, concentração esta bem superior à registrada no tratamento “Ex” que foi de 2,69 mg/L (Figura 06).

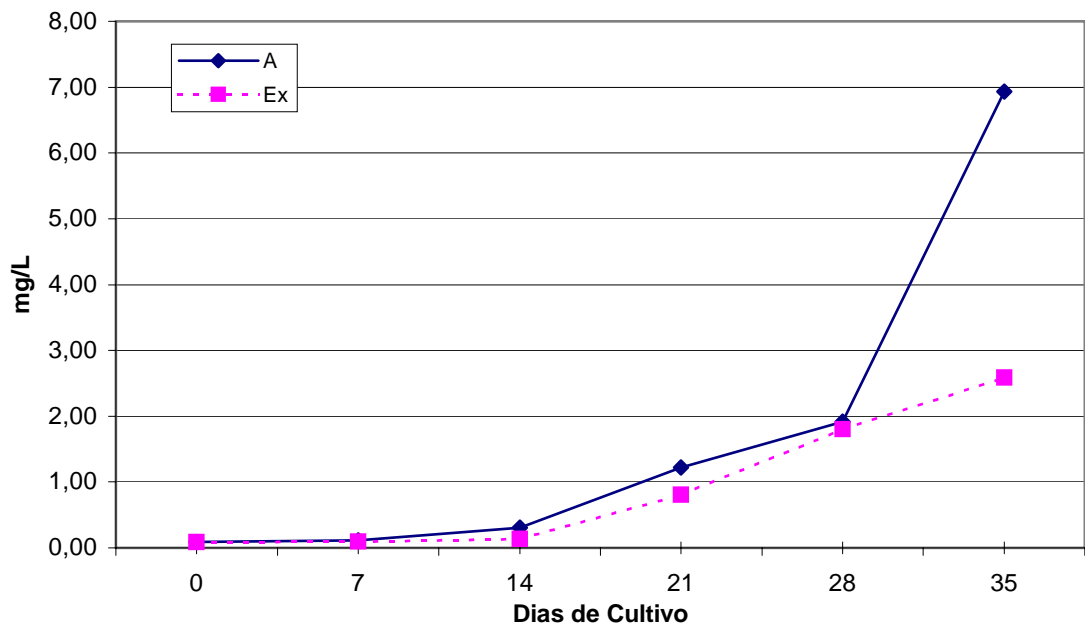


FIGURA 06 – Variação da concentração mediana de Nitrato (mg/L) durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.

Durante o experimento, a concentração de nitratos em todos os tratamentos foi crescente. Porém, como já relatado anteriormente, foi maior no tratamento “A”. A inexistência de um substrato que fornecesse uma região anaeróbia onde pudessem ocorrer as reações de redução dos nitratos em ambos os tratamentos mostra que a redução destes pode ter acontecido em conformidade com o que foi observado por Bitton (1999) em que a redução do

nitrato pode ter ocorrido no interior dos flocos de matéria orgânica que se encontravam em suspensão, ou no fundo dos aquários. Contudo, devido à eficiência das bactérias inoculadas, verifica-se uma menor concentração de nitratos do tratamento “Ex”; refletindo assim em uma maior entalpia nesse tratamento e portanto, resultando em maior ciclagem desse composto, o nitrato.

Os dois mais importantes mecanismos de redução biológica do nitrato são: redução assimilatória e desassimilatória. Segundo Bitton (1999), a redução assimilatória é a assimilação do nitrato, que foi reduzido a íon amônio, pelas plantas e microorganismos. No caso da redução desassimilatória, o mecanismo de utilização do nitrato é a respiração anaeróbica, onde o nitrato é reduzido a óxido nítrico (N₂O) e posteriormente a nitrogênio gasoso (N₂).



i - redução do nitrato a nitrito; ii – redução do nitrito a óxido nítrico; iii – redução do óxido nítrico a óxido nítrico; iv – redução do óxido nítrico a nitrogênio gasoso.

Esse processo ocorre normalmente em reservatórios ou lagos profundos, onde podem ocorrer situações anóxicas, o que não é o caso deste trabalho, pois foi fornecida aeração constante e abundante durante todo o experimento, sugerindo-se assim que neste estudo ocorreu redução assimilatória do nitrato por ação biológica, principalmente no tratamento “Ex”, o qual utilizou-se inóculo de bactérias. Isso pode ser evidenciado na Figura 06.

Deve-se ressaltar ainda que, na ausência do oxigênio, muitas bactérias heterotróficas comuns utilizam o nitrato, ou outra forma oxidada de nitrogênio,

ao invés do oxigênio, como um aceptor terminal de elétrons na respiração. Esse processo é denominado de nitrato redução, ou respiração do nitrato (BOYD & TUCKER, 1998). Sendo a redução do nitrato um processo anaeróbico, este processo corre em sua grande maioria, no substrato dos viveiros, e não na coluna d'água dos mesmos.

Microorganismos capazes de realizar a denitrificação pertencem aos seguintes gêneros: *Bacillus*, *Spirillum*, *Hypomicrobium*, *Agrobacterium*, *Acinetobacter*, *Propionobacterium*, *Rhizobium*, *Corynebacterium*, *Cytophaga* e *Thiobacillus*; porém os gêneros mais abundantes são as *Pseudomonas* e as *Alcaligenes*.

5.2.8. Nitrogênio Inorgânico Dissolvido (NID)

Segundo Oliveira (2001) o Nitrogênio Inorgânico Dissolvido (NID), é o somatório de: $N - NO_3 + N - NO_2 + N - \text{amoniaco}$.

Os valores obtidos de NID durante todo o experimento variaram de 0,36 mg/L a 10,57mg/L, tendo o tratamento "Ex" apresentado os mais elevados valores de concentração de nitrogênio inorgânico dissolvido (Figura 07). Porém, deve-se atentar que na fase final do experimento foi fornecida uma maior quantidade de ração ao tratamento "Ex", o que acarretou um maior aporte de nitrogênio na água de cultivo desse tratamento (Tabela 02).

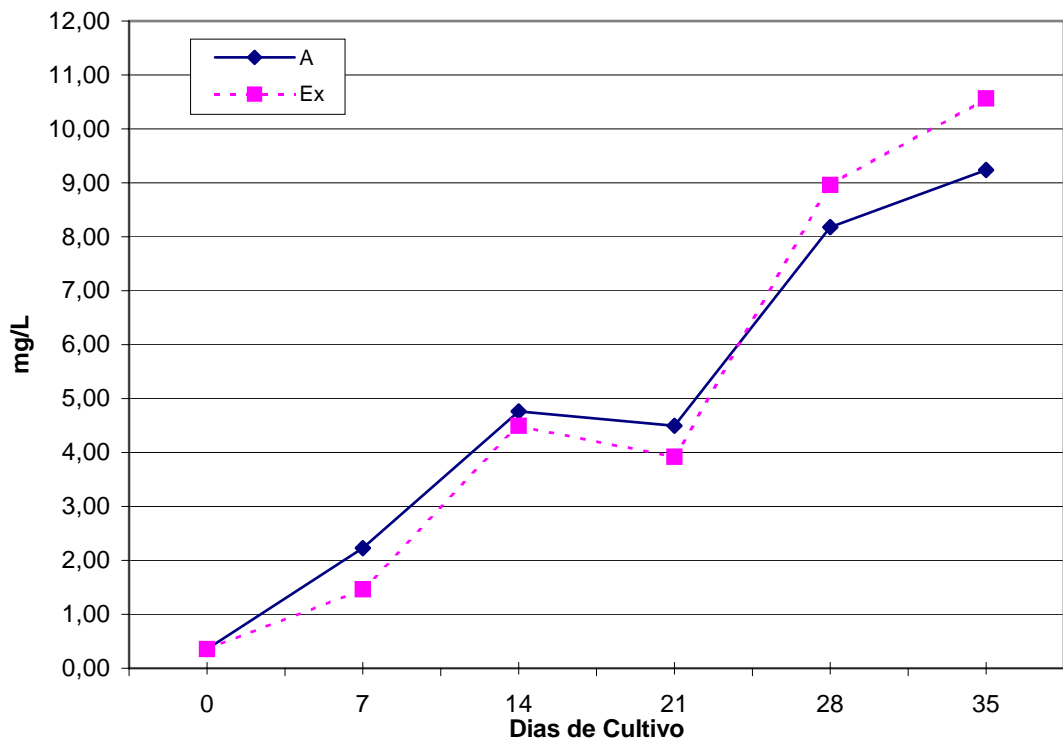


FIGURA 07 – Variação da concentração mediana do NID (mg/L) durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.

Para se definir comparativamente que tratamento apresentou melhor eficiência na reciclagem do nitrogênio e para definição de parâmetros de balanço de massa deste constituinte na água de cultivo, analisou-se a diferença entre a carga total de nitrogênio proveniente de arraçoamento (Tabela 02) e o somatório das concentrações de $N-NO_3 + N-NO_2 + N\text{-Amônia}$ (NID), cujos resultados podem ser observados na Figura 08.

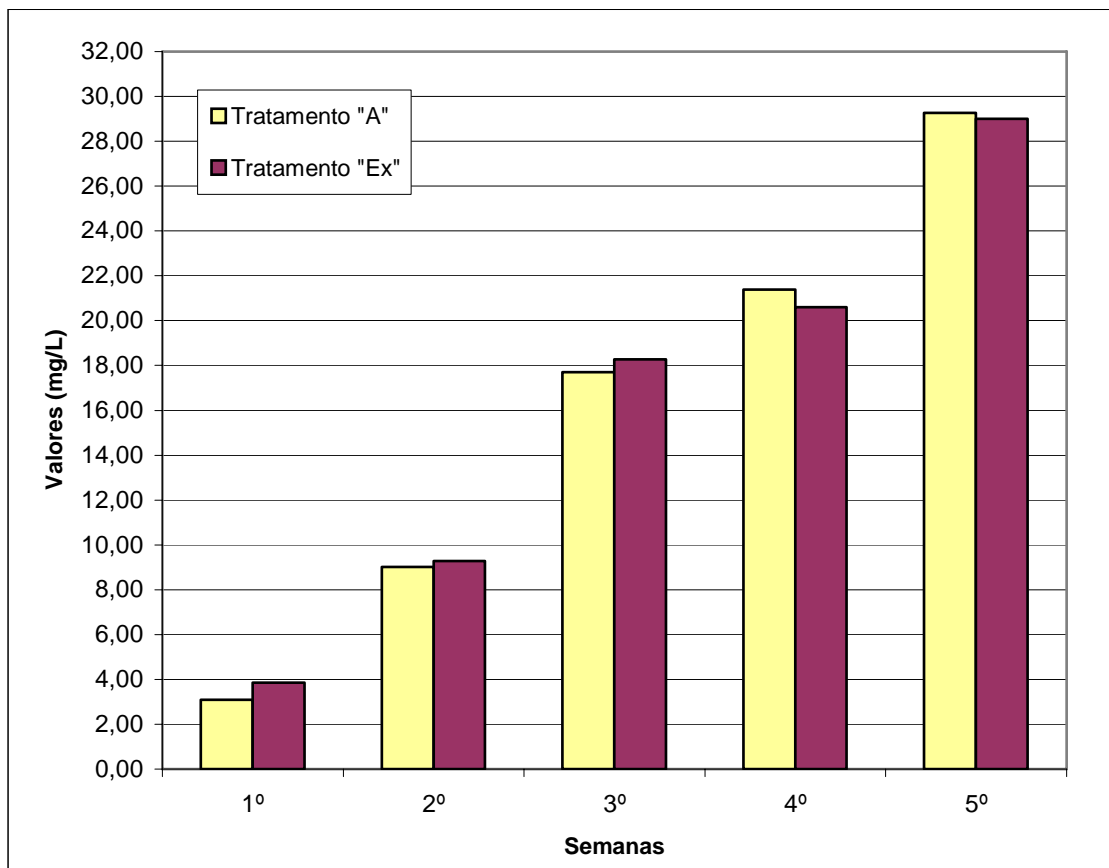


Figura 08 – Resultado do balanço de massa do nitrogênio, por diferença entre a carga de nitrogênio de ração a 32% de PB e o NID, durante 35 dias de cultivo.

Analisando-se dados relacionados ao balanço de massa do nitrogênio e resultados apresentados na Figura 08 pode-se verificar que inicialmente nas três primeiras semanas de cultivo, o tratamento “A” apresentou um menor saldo de nitrogênio inorgânico não reciclado. Porém, na quarta e quinta semana o tratamento “Ex” apresentou menor saldo de nitrogênio inorgânico não reciclado.

Considerando-se que a carga de nitrogênio restante na água é toda de nitrogênio inorgânica dissolvida, o tratamento que apresentar menor saldo de nitrogênio será aquele que melhor reciclou esse nutriente. Mesmo o tratamento “Ex” apresentando, ao final do experimento uma NID mais elevada que a do

tratamento “A” (Figura 07), não se pode afirmar que seja um resultado negativo, pois nesse período tivemos um maior aporte de nitrogênio no tratamento “Ex” devido a uma maior oferta de ração nesse tratamento. Assim, em termos proporcionais de acúmulo de nitrogênio na água, podemos supor que houve uma positividade desse resultado quando observamos o saldo de nitrogênio na água de ambos os tratamentos nas duas últimas semanas, onde o tratamento “Ex” mesmo com um maior aporte de nitrogênio apresentou menor acúmulo proporcional desse nutriente na água de cultivo (Figura 08).

5.2.9. Ortofosfato

Inicialmente não foi registrada a presença de ortofosfato na água de cultivo de nenhum dos aquários. Após quatorze dias de cultivo, observou-se uma pequena presença de ortofosfato apenas no tratamento “Ex”.

Conforme foi aumentando a quantidade de ração fornecida aos peixes do experimento, pode-se verificar a elevação da quantidade de ortofosfato em ambos os tratamentos (Figura 09). Durante quase todo o experimento a concentração de ortofosfato foi sempre menor no tratamento “Ex”. Assim, ao final do experimento o tratamento “A” apresentou maior concentração mediana de ortofosfato (4,66 mg/L) que o tratamento “Ex” (3,56 mg/L).

Alguns microorganismos chamados de poli fósforo bactérias, possuem a capacidade de acumular fósforo em quantidades maiores que as de sua necessidade, podendo chegar a uma taxa de 1 – 3% do peso seco da célula. Provavelmente a ação acumulatória dos microorganismos inoculados em “Ex” foi um dos fatores que contribuiu para que a concentração de ortofosfato neste tratamento fosse menor que no tratamento “A”. Outro fator que pode ter

contribuído para esse resultado foi a utilização do ortofosfato na construção de biomassa bacteriana, uma vez que as bactérias contidas no inóculo se encontravam em fase LAG (informações do fabricante), prontas para uma rápida reprodução (BITTON, 1999). Outro ponto que poderia modificar a concentração de ortofosfato na água dos aquários é o pH. Segundo Arana (2004) a maior solubilidade do ortofosfato em água é entre o pH 6,0 e 7,0; sendo que todos os tratamentos, tanto “Ex” quanto “A” possuíam a mesma faixa de pH, sendo assim descartada a hipótese de que uma variação de pH entre os tratamentos pudesse expressar erroneamente a concentração de ortofosfato na água dos ensaios em questão.

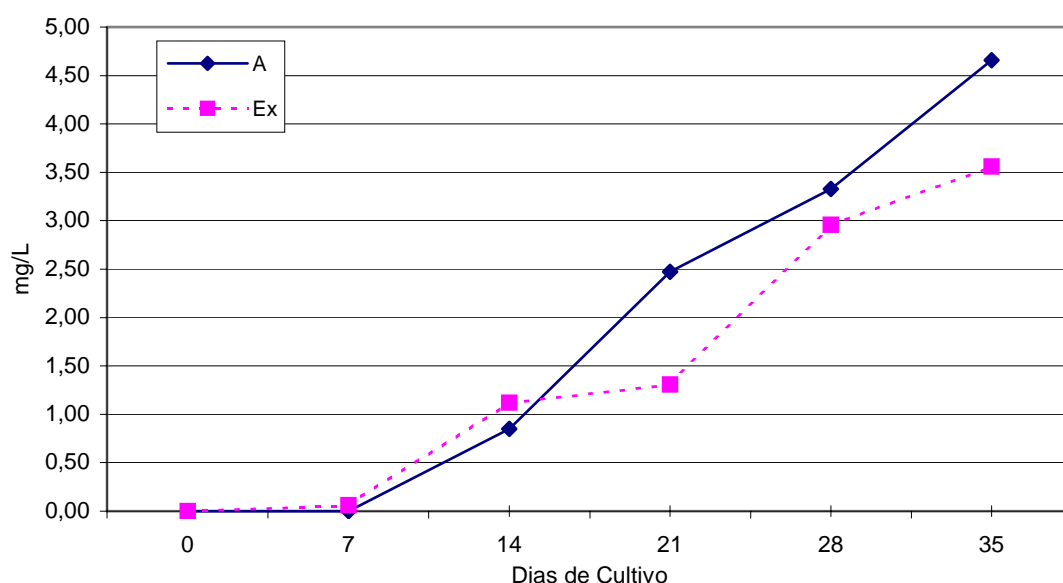


FIGURA 09 – Variação da concentração mediana de Ortofosfato (mg/L) durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água, nos tratamentos “A” e “Ex”.

Para uma melhor visualização da ciclagem do fósforo neste experimento, uma análise do ortofosfato deveria ter sido feita junto com a análise do fósforo total. Desse modo teríamos dados para saber a proporção

entre esses compostos, e verificar a real assimilação do ortofosfato pelas bactérias inoculadas.

5.3. Dados zootécnicos: crescimento, fator e conversão alimentar (FCA) e sobrevivência.

No início do experimento os juvenis utilizados apresentavam peso médio de $26,20\text{g} \pm 0,20$. Durante todo o experimento pode-se verificar um maior ganho de peso no tratamento “Ex” frente ao tratamento “A” (Figura 10). Deve-se salientar que até o 28º dia de cultivo a quantidade de ração ofertada foi a mesma para ambos os tratamentos. Dessa forma, pode-se atestar que o tratamento “Ex” teve uma melhor conversão alimentar, pois foi obtida uma maior biomassa de peixe com a mesma quantidade de ração ofertada em ambos os tratamentos. Ao final do experimento, o tratamento “A” obteve um peso médio final de $39,97\text{g} \pm 2,40$, tendo o tratamento “Ex” obtido um peso médio de $41,98\text{g} \pm 0,65$, o que correspondeu a um crescimento médio de $13,64\text{g} \pm 3,17$ e $15,92\text{g} \pm 1,25$ de “A” e “Ex” respectivamente.

O fator de conversão alimentar (FCA) é um parâmetro que é diretamente proporcional ao peso final dos indivíduos despescados e à sobrevivência obtida no cultivo é inversamente proporcional à quantidade de ração consumida. Como já previsto anteriormente, quando se discutia o balanço de massa do nitrogênio obteve-se um FCA mais baixo no tratamento “Ex”

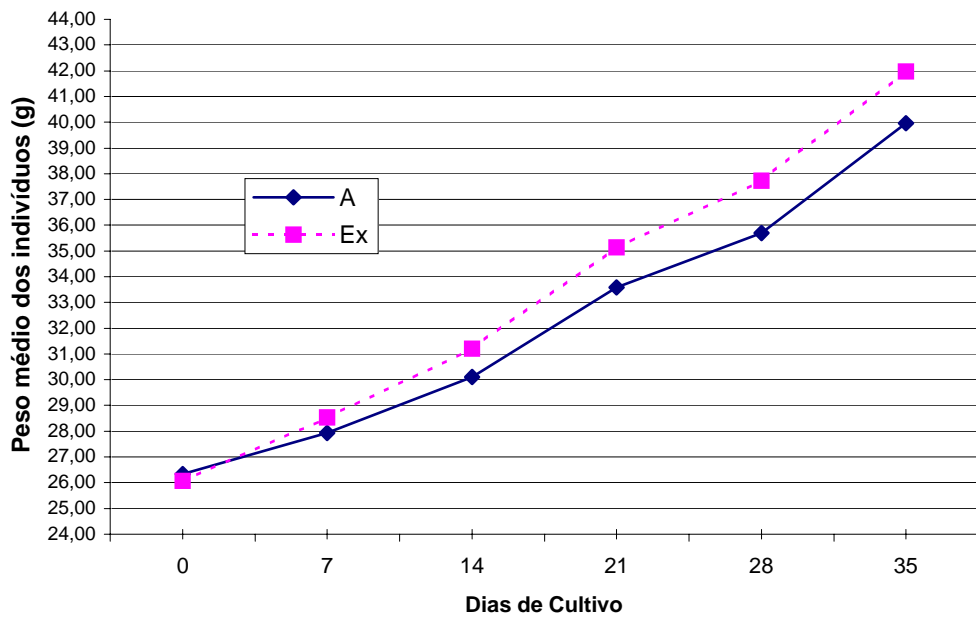


FIGURA 10 – Variação do peso médio dos indivíduos (g) dos tratamentos “A” e “Ex” durante 35 dias de cultivo, sem renovação de água.

Segundo dados da Tabela 04 podemos observar que o FCA nos tratamento “A” e “Ex” foi de 4,40 e 2,66 respectivamente. Este menor valor de FCA em “Ex” deve-se, provavelmente a um melhor aproveitamento da ração consumida pelos indivíduos deste tratamento. Os inóculos de bactérias utilizados, segundo Gatesoupe (1999) e Irianto and Austin (2002), podem ter agido como probióticos e auxiliando na digestão da ração consumida, ocorrendo assim uma melhor assimilação dos nutrientes dessa ração.

Outro ponto importante seria a presença de flocos bacterianos em suspensão na água de cultivo. Esses flocos bacterianos são apenas flocos de proteína oriundos de restos de matéria orgânica em decomposição, os quais podem ser prontamente consumidos pelos peixes, e assim ser mais uma fonte de alimento. Ao se consumir esses flocos bacterianos, os peixes estariam

reciclando restos de ração e excretas que, provavelmente, iriam influenciar negativamente na qualidade da água do cultivo.

TABELA 04: Fator de conversão alimentar médio (FCA) obtido nos tratamentos “A” e “Ex” ao final do experimento

	Tratamento "A"	Tratamento "Ex"
Estocagem (unid)	08	08
Média de ração consumida (g)	186,98	189,62
Peso médio final (g)	39,97	41,98
Peso médio inicial (g)	26,34	26,06
Sobrevivência Média	79,17%	83,33%
Biomassa inicial (g)	210,69	208,51
Biomassa final (g)	253,14	279,87
FCA	4,40	2,66

Ao final dos 35 dias de cultivos, obteve-se uma sobrevivência média de 83,33% no tratamento “Ex”, enquanto que no tratamento “A” a sobrevivência média foi de 79,17%.

Quanto à avaliação estatística, considerando-se que o teste “F” de Snedecor que, segundo Mendes (1999), é utilizado na análise de variância de dados amostrais sendo um dos mais indicados em delineamento causalizado, como foi o caso deste trabalho, onde 2 tratamentos com 3 repetições foram testados. Neste aspecto testou-se as seguintes hipóteses:

Ho: Tratamento “A” = Tratamento “Ex” ; Ha: Tratamento “A” \neq Tratamento “Ex”

As médias amostrais testadas são referentes aos seguintes quesitos: ganho de peso (crescimento) dos indivíduos, sobrevivência final e fator de conversão alimentar, cujos resultados são mostrados na Tabela 05.

Tabela 05: médias amostrais dos tratamentos “A” e “Ex” testadas no teste F de Snedecor, dos quesitos ganho de peso, sobrevivência e FCA.

Parâmetros	Tratamentos	
	“A”	“Ex”
Ganho de Peso	13,64 ± 3,17	15,92 ± 1,25
Sobrevivência (%)	79,17	83,33
FCA	134,75	2,77

Pelos resultados apresentados, em todos quesitos ($F - \text{calculado} < F - \text{tabelado}$) prevaleceu a hipótese H_0 : Tratamento “A” = Tratamento “Ex”. Tal resultado mostra que não existiu diferença ESTATÍSTICA entre os tratamentos “A” e “Ex”, quanto ao ganho de peso (crescimento), sobrevivência e fator de conversão alimentar, como pode ser verificado na Tabela 06.

Tabela 06: Valores de $F - \text{calculado}$ e $F - \text{tabelado}$ relativo à avaliação estatística dos parâmetros ganho de peso, sobrevivência e FCA.

	Quesitos Avaliados		
	Ganho de peso	Sobrevivência	FCA
$F - \text{Calculado}$	2,35	0,20	1,01
$F - \text{Tabelado}$	7,71	7,71	7,71

Segundo Boyd and Pippopinyo (1994), a avaliação de suspensões bacterianas em viveiros de catfish também revelou não haver diferença significativa entre os viveiros com tratamento bacteriano e seu controle.

Todos os cálculos referentes à análise estatística encontram-se descrito no ANEXO IV.

6. CONCLUSÃO

- Quanto à ação dos inóculos bacterianos sobre compostos nitrogenados, podemos observar uma provável ação de reciclagem dos mesmos, quando observamos os resultados de: amônia, nitrito, nitrato e Nitrogênio Inorgânico Dissolvido (NID), quase sempre mais baixo no tratamento “Ex”, que no tratamento “A”. Outro ponto que atesta a efetividade da bioincrementação foi a maior adição de ração em “Ex”, e mesmo assim esse tratamento apresentou menor saldo de nitrogênio na água. Em relação à assimilação do ortofosfato também ficou evidente uma ação positiva das bactérias inoculadas, uma vez que a concentração mediana deste composto foi quase sempre menor no tratamento “Ex”, mesmo também quando utilizado maior quantidade de ração nesse tratamento.
- Quanto ao desempenho zootécnico, mesmo não sendo verificado diferença estatística entre os tratamentos “A” e “Ex” recomenda-se fazer estudos mais detalhados em nível de viveiro, pois os resultados obtidos neste trabalho foram apenas em escala laboratorial e sem utilização de substrato nos tratamentos.

7. BIBLIOGRAFICA CONSULTADA

ALCARAZ, G., RANGEL, L. Early signs of nitrite toxicity in juvenil grass carp *Ctenopharyngodon idella*. **J. World Aquac. Soc.** v. 35. p. 94-99. 2004.

ARANA, L. V. **Princípios químicos de qualidade de água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões.** Editora da UFSC, Santa Catarina, 2.ed., 2004. 231p.

BITTON, G. **Wastewater Microbiology.** John Wiley & Sons, New York, New York, USA, 2.ed. 578p. 1999.

BOYD, C. E. Chemical Budgets for channel catfish ponds. **Transactions of the American Fisheries Society.** v.114, p. 291-298. 1985.

BOYD, C. E. **Water Quality Management for Pond Fish Culture.** Amsterdam, Elsevier Science Publishers B. V., 4. ed. 1992. 318p.

BOYD, C. E., PIPPOPINYO, S. Factors affecting respiration in dry pond soil. **Aquaculture.** v. 120. p. 283-293. 1994.

BOYD, C. E., TUCKER, C.S. **Pond aquaculture water management.** Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, 1998. 700p.

BOYD, C. E. **Manejo da qualidade da água na aqüicultura e no cultivo de camarão marinho.** Traduzido e editado pela Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC), Recife, 2000. 157 p.

BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J. G. L., BARROS, M. T. L., VERAS, M. S. Jr., JULIANO, N. M. A., EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. 1997.246p.

CONAMA 357/2005. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05.htm>. Acesso em 01 de dezembro de 2005.

CRESWELL, R. L. **Aquaculture desk referenc**. Chapman & Hall, New York, New York, USA. 1993

CYRINO, J. E. P., URBINATI, E. C., FRACALOSSO, D. M., CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo, Editora TecArt. 2004. 533p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos da limnologia**. Rio de Janeiro, Editora Interciência. 1988. 575p.

GATESOUBE, F. J. The use of probiotics in aquaculture. **Aquaculture**. v. 180. p. 147-165. 1999.

GOWEN, R. J., BRADBURY, N. B. The ecological impact of salmonid farming in costal waters: a review. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* v. 25. p. 563-575. 1987.

GROSS, A., BOYD, C. E., WOOD, C. W. Nitrogen budget and tranfomation in channel catfish pond. **Aquaculture Engineering**. v.24, p.113-132. 2000.

IRIANTO. A., AUSTIN, B. Probiotics in aquaculture. **Journal of Fish Diseases**. v. 25. p. 633-642. 2002.

KLEIN, L. **River Pollution I. Chemical Analysis**. London. Butterworths Scientific Publication: 1959. 206p.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial.** São Paulo, 1. ed., 2000. 289 p.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões.** São Paulo, 1. ed., 2003. 229 p.

MARTIN, J. L. M., VERAN, Y., GUELORGET, O., PHAM, D. Shrimp rearing: stocking density, growth, impact on sediment, waste output and their relationships studies through the nitrogen budget in rearing ponds. **Aquaculture.** v. 164. p. 135-149. 1998.

MENDES, P. P. **Estatística à aqüicultura.** Recife, 1º ed., 1999. 265 p.

MORIARTY, D. J. W. The role of microorganisms in aquaculture ponds. **Aquaculture.** v. 151. p. 333-349. 1997.

NUNES, A. J. P. Tratamento de efluentes e recirculação de água na engorda de camarão marinho. **Revista Panorama da Aqüicultura.** v. 09. n.71, p. 27-40, 2002

OLIVEIRA, M. A. **Eutrofização antrópica: aspectos ecológicos e uma nova abordagem para modelagem da cadeia trófica pelágica em reservatórios tropicais de pequena profundidade.** Fortaleza, Ceará 2001. 226p. (tese de doutorado UFC)

OLIVEIRA, M. A. **Engenharia para a aqüicultura.** Fortaleza, 1º ed., 2005. 241p.

PADUA, D. M. C. **Fundamentos de piscicultura.** Goiânia, Editora da UCG, 2001. 341p.

PORRELLO, S., FERRARI, J., LENZI, M., PERSIA, E. Ammonia variations in phytotreatment pond of land-base fish farm wastewater. **Aquaculture.** v. 219. p. 485-494. 2003.

RIJN, J. V. The potencial for integrated biological treatment systems in recirculating fish culture – A review. **Aquaculture**. v.139, p.181-201. 1996.

SANTOS, E. S., OLIVEIRA, M. A., MOTA, S. B., NETO, H. D. S. **Análise de contaminação microbiológica e metais pesados em alevinagem de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus*, em água de esgoto domestico tratado**, trabalho 1172. In: XIV CONBEP. Anais eletrônicos do XIV Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca (CONBEP), Fortaleza, 2005.

SEYMOUR, E. A., BERGGHEIM, A. Towards a reduction of pollution from intensive aquaculture with reference to the farming of salmonids in Norway. **Aquacultural Engineering**. v.10. p. 73-88. 1991.

SHARIFF, M., YUSOFF, F. M., DEVAJARA, T. N., RAO, P. S. S. The effectiveness of a comercial microbial product in poorly prepared tiger shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius), ponds. **Aquaculture Research**. v. 32. p. 181-187. 2001.

THOMANN, R. V. & MUELLER, J. A. **Principles of surface water quality modeling and control**. Harper Collins Publisher, New York , 644p. 1987.

ZIEMANN, D. A., WALSH, W.A., SAPHORE, E. G., FULTON-BENNETT, K. A survey of water quality characteristics of effluent from Hawaiian aquaculter facilities. **J. World Aquac. Soc.** v. 23, p. 180-191. 1992.

ANEXO I

Informações Complementares Quanto a Composição da Ração Utilizada no Experimento

Constituinte	Valor(%)
Umidade (máxima)	10,00
Proteína Bruta (Mínimo)	32,00
Extrato Etéreo (Mínimo)	3,00
Matéria Fibrosa (Máximo)	8,00
Matéria Mineral (Máximo)	11,00
Cálcio (Maximo)	1,80
Fósforo (Mínimo)	0,60

ANEXO II

Métodos de Análise de Água Utilizados Para a Determinação dos Parâmetros Físico-químicos Monitorados Semanalmente

Parâmetros	Unidade	Técnica Analítica
DQO	mg(O ₂)/L	Standard Methods, Colorimétrico
DBO	mg/L	Standard Methods, Padrão Modificado
Clorofila a	µg/L	Standard Methods, Colorimétrico
Fosfato	mg(P-PO ₄ ³⁻)/L	Standard Methods, Ácido Ascórbico
Amônia total	mg(NH ₃ + NH ₄ ⁺)/L	Standard Methods, Nesslerização
Nitrito	mg(NO ₂)/L	Standard Methods, Colorimétrico
Nitrato	mg/(NO ₃)/L	Standard Methods, Rodier

ANEXO III

Tabela de Aplicação do Inóculo Bacteriano Utilizado no Experimento

Tabela de Aplicação BZT

Semanas	DDC	Data	Sem.	WD (g)	AQ (g)	OBS
	0	13/abr	qua			Análise de H2O + Biometria
Semana 01	1	14/abr	qui			
	2	15/abr	sex	7,85	5,4	Aplicado
	3	16/abr	sab			
	4	17/abr	dom			
	5	18/abr	seg	7,85	5,4	Aplicado
	6	19/abr	ter			
	7	20/abr	qua	7,85	5,4	Aplicado; Análise de H2O + Biom
Semana 02	8	21/abr	qui			
	9	22/abr	sex	3,95	2,8	Aplicado
	10	23/abr	sab			
	11	24/abr	dom			
	12	25/abr	seg	3,95	2,8	Aplicado
	13	26/abr	ter			
	14	27/abr	qua	3,95	2,8	Análise de H2O + Biometria
Semana 03	15	28/abr	qui			
	16	29/abr	sex	3,95	2,8	Aplicado
	17	30/abr	sab			
	18	1/mai	dom			
	19	2/mai	seg	3,95	2,8	Aplicado
	20	3/mai	ter			
	21	4/mai	qua	3,95	2,8	Análise de H2O + Biometria
Semana 04	22	5/mai	qui			
	23	6/mai	sex	3,95	2,8	Aplicado
	24	7/mai	sab			
	25	8/mai	dom			
	26	9/mai	seg	3,95	2,8	Aplicado
	27	10/mai	ter			
	28	11/mai	qua	3,95	2,8	Análise de H2O + Biometria
Semana 05	29	12/mai	qui			
	30	13/mai	sex	3,95	2,8	Aplicado
	31	14/mai	sab			
	32	15/mai	dom			
	33	16/mai	seg	3,95	2,8	Aplicado
	34	17/mai	ter			
	35	18/mai	qua			Análise de H2O + Biometria

ANEXO IV

Cálculos Referentes à Análise Estatística dos Quesitos Ganho de Peso, Sobrevivência e FCA.

Crescimento (g)

Dados Iniciais

Tratamentos	Repetições			Total	(Total) ²	i = 2 j = 3 ij = 6
	1	2	3	--		
A	38,21	42,70	39,00	119,91	14.378,41	
Ex	41,29	42,07	42,58	125,94	15.860,88	
				245,85	30.239,29	

Quadrados (x²)

Tratamentos	Repetições			Total
	1	2	3	--
A	1460,00	1823,29	1521,00	4804,29
Ex	1704,86	1769,88	1813,06	5287,81
				10.092,10

SQ total	18,40	GL total	5
SQ tratam	6,06	GL tratam	1
SQ resid	12,34	GL resid	4

QM tratam	6,06
QM resid	3,08

F calculado = 1,97

F tabelado (GL trat(1);GL res(4);5%) = 7,71

Resultado: Aceita-se H₀, pois F calculado(1,97) ≤ F tabelado (7,71)

Não existe diferença estatística entre os tratamentos no **quesito PESO FINAL**

Sobrevivência (%)

Dados Iniciais

Tratamentos	Repetições			Total	(Total) ²	i = 2 j = 3 ij = 6
	1	2	3	--		
A	87,50	62,50	87,50	237,50	56.406,25	
Ex	87,50	87,50	75,00	250,00	62.500,00	
				487,50	118.906,25	

Quadrados (x²)

Tratamentos	Repetições			Total
	1	2	3	--
A	7.656,25	3.906,25	7656,25	19218,75
Ex	7.656,25	7.656,25	5625,00	20937,50
				40.156,25

SQ total	546,88	GL total	5
SQ tratam	26,04	GL tratam	1
SQ resid	520,83	GL resid	4

QM tratam	26,04
QM resid	130,21

F calculado = 0,20

F tabelado (GL trat(1);GL res(4);5%) = 7,71

Resultado: Aceita-se H₀, pois F calculado(0,20) ≤ F tabelado (7,71)

Não existe diferença estatística entre os tratamentos no **quesito SOBREVIVÊNCIA**

FCA

Dados Iniciais

	Repetições			Total	(Total) ²
Tratamentos	1	2	3	--	
A	2,83	397,98	3,44	404,25	163.418,06
Ex	2,55	2,25	3,50	8,30	68,89
				412,55	163.486,95

i = 2
j = 3
ij = 6

Quadrados (x²)

	Repetições			Total
Tratamentos	1	2	3	--
A	8,01	158.388,08	11,83	158407,92
Ex	6,50	5,06	12,25	23,82
				158.431,74

SQ total 130.065,49
SQ tratam 26.129,40
SQ resid 103.936,09

GL total 5
GL tratam 1
GL resid 4

QM tratam 26.129,40
QM resid 25.984,02

F calculado = 1,01

F tabelado (GL trat(1);GL res(4);5%) = 7,71

Resultado: Aceita-se H₀, pois F calculado(1,01) ≤ F tabelado (7,71)

Não existe diferença estatística entre os tratamentos no **questo F.C.A.**

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)