

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO EFLUENTE DE
PISCICULTURA SOBRE O CORPO RECEPTOR.**

Jeniffer Sati Pereira

Orientador: Prof. Dra. Cacilda Thais Janson Mercante

Co-orientador: Prof. Dr. Julio Vicente Lombardi

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura e Pesca.

São Paulo

Agosto - 2008

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO EFLUENTE DE
PISCICULTURA SOBRE O CORPO RECEPTOR.**

Jeniffer Sati Pereira

Orientador: Prof. Dra. Cacilda Thais Janson Mercante

Co-orientador: Prof. Dr. Julio Vicente Lombardi

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura e Pesca.

São Paulo

Agosto – 2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

P436a Pereira, Jeniffer Sati

Avaliação do impacto do efluente de piscicultura sobre o corpo receptor / Jeniffer Sati Pereira. – São Paulo, 2008.

X, 63f.; il.; graf.; tab.

Dissertação (Mestrado) apresentada ao Programa de Pós -
graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca -
APTA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientadora: Cacilda Thais Janson Mercante

1. Efluente. 2. Eutrofização. 3. Impacto ambiental 4. Piscicultura.
I. Mercante, Cacilda Thais Janson. II Título.

CDD 639.31

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO EFLUENTE DE PISCICULTURA
SOBRE O CORPO RECEPTOR.**

AUTOR: JENIFFER SATI PEREIRA

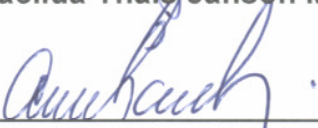
Orientador: Prof. Dr^a. Cacilda Thais Janson Mercante

Co-orientador: Prof. Dr. Julio Vicente Lombardi


Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA/PESCA, área de concentração em
aquicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr^a. Cacilda Thais Janson Mercante



Prof. Dr. Carlos E. de M. Bicudo



Prof. Dr^a. Suzana Sendacz

Data da realização: 11 de julho de 2008

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr^a. Cacilda Thais Janson Mercante

*Aos meus pais, Adilson Pereira
e Margaret Mitiko Inada
Pereira, que sempre me
incentivaram e em todos os
momentos tiveram confiança em
meu desempenho e me deram
condições para que eu pudesse
chegar até aqui.*

DEDICO

*Aos meus avós Jair Pereira e
Leni Mazoni Pereira, Shigeru
Inada (in memoriam) e Keiko
Inada pelo apoio, carinho e
compreensão.*

OFEREÇO

*Jamais considere seus estudos
como uma obrigação, mas como
uma oportunidade invejável(...)
para aprender a conhecer a
influência libertadora da beleza
do reino do espírito, para seu
próprio prazer pessoal e para
proveito da comunidade a qual
seu futuro trabalho pertencer.
(A. Einstein)*

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todos que de uma forma ou de outra tornaram possível a realização deste trabalho.

Ao Instituto de Pesca APTA/SAA-SP, pela viabilização logística deste trabalho junto ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca.

À FAPESP Fundação para o Amparo da Pesquisa no Estado de São Paulo, pela concessão do auxílio financeiro utilizado na realização deste estudo, conforme Processo nº. 05/05180-0.

À Prof. Dra. Cacilda Thais Janson Mercante, pela orientação e por acreditar em meu potencial.

Ao Prof. Dr. Julio Vicente Lombardi pela oportunidade de participar do projeto de Ecotoxicologia e pela confiança depositada.

À Dra. Cleide Schmidt Romeiro Mainardes Pinto, pesquisadora da APTA Regional Vale do Paraíba pelo apoio de infra-estrutura e colaboração com o fornecimento de dados.

Ao professor Dr. André Vaz pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao Dr. Clóvis F. do Carmo pela amizade e disposição para esclarecer minhas dúvidas.

A todos os pesquisadores e professores do Instituto de Pesca, pelos ensinamentos e sugestões durante toda a minha jornada.

Aos colegas graduandos e pós-graduandos do Instituto de Pesca, Renata Bazante Yamaguichi, Natália P. Caruso, Luis Eugênio B. Moreira, Luciana Miashiro, Felipe Franchim Madeira e João Alexandre S. Osti, por todo o auxílio prestado e pela alegre convivência.

Ao Luiz Cláudio dos Santos Evangelista, técnico do laboratório, pelo auxílio nas análises, coleta em campo e momentos de descontração.

Ao motorista Marcão, que nos acompanhou na maioria das coletas, pelo carisma e auxílio sempre que precisávamos.

Aos meus amigos que sempre proporcionam momentos agradáveis de descontração.

As minhas grandes amigas que me apoiaram, aconselharam e dividiram comigo todas as tensões e satisfações que este trabalho proporcionou: Ester, Monaly e Patrícia.

Em especial aos meus pais que são minha inspiração e exemplo que tento seguir para atingir meus objetivos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivos Gerais	5
2.2. Objetivos Específicos	5
3. MATERIAIS E MÉTODOS	6
3.1. Área de estudo	6
3.2. Pontos de amostragem e variáveis inventariadas	7
3.3. Aspectos gerais do entorno do empreendimento	14
3.4. Aspectos gerais do viveiro estudado e dados morfométricos	15
3.5. Manejo empregado no cultivo	15
4. RESULTADOS	17
4.1. Manejo empregado	17
4.1.1. Viveiro	17
4.1.2. Quantidade de ração oferecida ao longo do cultivo	17
4.2. Caracterização dos pontos amostrados	18
4.2.1. Variáveis ambientais	18
4.2.1.1. Amônia total	18
4.2.1.2. Nitrogênio total	20
4.2.1.3. Fósforo Total	22
4.2.1.4. Clorofila <i>a</i>	24
4.2.2. Índice de Estado Trófico, Cargas e coeficiente de exportação de nitrogênio e fósforo	25
4.2.2.1. Índice de Estado Trófico	25
4.2.2.2. Carga de Nitrogênio e fósforo	26

4.2.2.3. Coeficiente de exportação de nitrogênio e fósforo	28
5. DISCUSSÃO	30
5.1. Caracterização Ambiental	30
5.2. Indicadores dos impactos da piscicultura	39
5.2.1. Índice de Estado Trófico	39
5.2.2. Carga de nitrogênio e fósforo	39
5.2.3. Coeficiente de exportação de nitrogênio e fósforo	41
6. CONCLUSÃO	43
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
8. ANEXOS	50
Anexo 1: Níveis de significância aplicado aos pontos e aos meses de coleta ($p < 0,05$), teste de Kruskal-Wallis e teste Student –Newman – Keuls.	50
Anexo 2: Concentração de Amônia em mg/L durante um ciclo de cultivo de tilápias (<i>Oreochromis niloticus</i>) na Água de abastecimento, no Viveiro, no Efluente, Montante do ponto de mistura, no ponto de Mistura e sua Jusante.	51
Anexo 3: Concentração de Nitrogênio total em mg/L durante um ciclo de cultivo de tilápias (<i>Oreochromis niloticus</i>) na Água de abastecimento, no Viveiro, no Efluente, Montante do ponto de mistura, no ponto de Mistura e sua Jusante.	52

Anexo 4: Concentração de Fósforo total em mg/L durante um ciclo de cultivo de tilápias (<i>Oreochromis niloticus</i>) na Água de abastecimento, no Viveiro, no Efluente, Montante do ponto de mistura, no ponto de Mistura e sua Jusante.	53
Anexo 5: Concentração de Clorofila <i>a</i> em mg/L durante um ciclo de cultivo de tilápias (<i>Oreochromis niloticus</i>) na Água de abastecimento, no Viveiro, no Efluente, Montante do ponto de mistura, no ponto de Mistura e sua Jusante.	54
Anexo 6: Índice de Estado Trófico durante um ciclo de cultivo de tilápias (<i>Oreochromis niloticus</i>), no Viveiro e no Efluente.	55
Anexo 7: Carga de nitrogênio em kg/dia durante um ciclo de cultivo de tilápias (<i>Oreochromis niloticus</i>) na Água de abastecimento, no Efluente e no ponto de Mistura.	56
Anexo 8: Carga de fósforo em kg/dia durante um ciclo de cultivo de tilápias (<i>Oreochromis niloticus</i>) na Água de abastecimento, no Efluente e no ponto de Mistura.	57
Anexo 9: Coeficiente de exportação de nitrogênio e fósforo em kg/m ² .ano durante um ciclo de cultivo de tilápias (<i>Oreochromis niloticus</i>) no Efluente.	58
Anexo 10: pH da Água de abastecimento, do Viveiro, do Efluente, Montante do ponto de mistura, do ponto de Mistura e sua Jusante durante um ciclo de cultivo de tilápias (<i>Oreochromis niloticus</i>).	59

Anexo 11: Concentração de nitrogênio total e fósforo total, carga de nitrogênio e fósforo e seus respectivos coeficientes de exportação de alguns rios, reservatórios e empreendimento de aqüicultura. 60

Anexo 12: Vazão (L/s) da Água de abastecimento, do Efluente e do ponto de Mistura durante um ciclo de cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*). 61

Anexo 13: Monitoramento Climatológico do município de Pindamonhangaba no período de 02 de Novembro de 2006 a 18 de Março de 2007. 62

RESUMO

Nas últimas décadas, o aumento das cargas de nitrogênio e fósforo, é um dos muitos fatores que atingem os ecossistemas aquáticos continentais. Dentre os principais desafios do século XXI, referentes à crise da água, podem ser destacados a escassez e a pouca disponibilidade, a deterioração de sua qualidade e a falta de percepção de gerentes e do público em geral sobre a gravidade da crise, sendo que o cuidado com o uso do recurso hídrico ainda é incipiente. Trabalhos recentes evidenciaram elevado nível de degradação da água em pesqueiros indicando problemas com relação ao manejo hídrico e alimentar, afetando, assim, a qualidade da água nos corpos receptores. O presente estudo visou avaliar o impacto gerado pela atividade de piscicultura no corpo receptor durante um ciclo de cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*). Foi realizado na base de pesquisa situada em Pindamonhangaba, estado de São Paulo de novembro/2006 a março/2007. As variáveis utilizadas nesta avaliação foram: concentrações de amônia total, nitrogênio total, fósforo total e clorofila *a*; carga de nitrogênio e fósforo e seus coeficientes de exportação. Foram seis os pontos de amostragem: água de abastecimento; viveiro; efluente; à montante e jusante do ponto de mistura e o próprio ponto de mistura. Os dados obtidos foram confrontados com a Resolução CONAMA 357/2005. Das variáveis estudadas, notadamente o fósforo foi o elemento que melhor caracterizou a avaliação do impacto. As concentrações do fósforo variaram de 0,02mg/L (na água de abastecimento) e 0,38mg/L (no efluente). As cargas de fósforo variaram de 0,004kg/dia (na água de abastecimento) e 27,11kg/dia (no ponto de mistura). Os resultados indicaram que ocorreu um elevado incremento desse elemento do início ao final do ciclo de cultivo, sendo o principal fator desencadeador do processo de eutrofização verificado neste estudo.

Palavras chave: efluente, eutrofização, impacto ambiental, piscicultura

ABSTRACT

Increasing nitrogen and phosphorus loading in continental aquatic ecosystems is one of the greatest concerns of the last decade. The scarcity and the low availability of water resources, in addition to a decrease of the quality of the water and the lack of basic knowledge and comprehension about the hydric crisis are one of the main challenges related to water in the 21st century. However, the responsibility of adequate strategies for consume water in a sustainable way is rare. Recent studies evidenced high levels of water degradation in fish ponds indicating hydric and feeding managements problems, which affects the water quality. The aim of this work was to evaluate the impacts caused by pisciculture activities on the aquatic ecosystem during the production cycle of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) The study was conducted at an experimental base located in Pindamonhangaba, São Paulo from November/ 2006 to March/ 2007. Total ammonia, total nitrogen, total phosphorus, chlorophyll *a*, nutrient loading and the Nitrogen and Phosphorus exportation rates were evaluated monthly in the supplying water, the fish pond, the effluent, the site related to the mixture of the effluent with the receiving water, and upstream and downstream of the receiving water. The obtained values were compared to limits imposed by CONAMA Resolution (National Council of Environment) limits. Among the studied variables, phosphorus was the element which better characterized the impact evaluation. Phosphorus concentration ranged from 0,02mg/L (supplying water) to 0,38mg/L (effluent). The lowest phosphorus loading was recorded for the supplying water (0,004kg/day) and the highest, for the mixture station (27,11kg/day). The results demonstrated an increasing of phosphorus by the end of production cycle which indicate it as the responsible for the eutrophication process observed in this study.

Key words: effluent, environmental impact, eutrophication, pisciculture

1. INTRODUÇÃO

A aqüicultura, ou cultivo de organismos aquáticos, é o segmento da produção animal que mais cresce no cenário mundial atual, tendo superado as taxas de crescimento da bovinocultura, da avicultura e da suinocultura na última década (ONO e KUBITZA, 2003; KUTTY, 2005; CAO *et al.*, 2007). Este crescimento é conseqüência do aumento da população global e as limitações para capturas de animais aquáticos para a alimentação (GANG *et al.*, 2005; FAO FISHERIES DIVISION, 2006).

Neste contexto, as praticas de cultivo de peixe (piscicultura) vem aumentando significativamente em todas as regiões do mundo, principalmente em função do elevado potencial da atividade na produção de uma fonte de proteínas de baixo custo (ARANA, 2004; FAO FISHERIES DIVISION, 2006). Essa atividade aqüícola requer, não só técnicas de cultivo para a criação como também condições ambientais favoráveis à produção de organismos de interesse comercial (TALBOT e HOLE, 1997; KUBITZA, 1998).

As pesquisas voltadas à reprodução, ao crescimento e à produção de espécies com potencial econômico têm se desenvolvido mais amplamente se comparadas aos trabalhos que visam avaliar a qualidade da água na aqüicultura. Entretanto, devido à escassez de água e a deterioração dos ambientes aquáticos, estudos que visem avaliar a sua qualidade é bastante importante.

Sabendo-se que a saúde dos peixes e outros organismos aquáticos dependem de uma boa qualidade da água, a sua manutenção é uma preocupação constante na piscicultura, pois afeta diretamente o desempenho produtivo e o sucesso econômico (BACCARIN e CAMARGO, 2005). A qualidade da água no viveiro pode ser influenciada por vários fatores como, a origem da fonte de abastecimento de água e o manejo alimentar (SIPAÚBA-TAVARES, 1994; BOYD e TUCKER, 1998; ELER *et al.*, 2001; KUBITZA, 2003; ARANA, 2004).

Além da preocupação com a qualidade da água no viveiro de cultivo, segundo BACCARIN e CAMARGO (2005), há também a preocupação com os impactos que o empreendimento pode causar em seu entorno devido às condições do efluente gerado pela atividade. De acordo com SARÀ (2007) e MACEDO e SIPAÚBA-TAVARES (2005), a atividade de aquicultura pode trazer conseqüências ambientais negativas principalmente em seu entorno.

Os impactos nos ecossistemas naturais dependem das espécies cultivadas, do método de cultivo, da hidrografia da região, do tipo de alimento fornecido e das práticas de manejo (CAO, *et al.*, 2007). Segundo MACEDO e SIPAÚBA-TAVARES (2005), esses impactos podem ser causados principalmente pela geração de resíduos metabólicos, fezes e alimentos não consumidos.

Além dos resíduos, BOYD e MASSAUT (1999) ressaltam outros problemas ambientais que podem ser associados com a aquicultura, como a modificação do ambiente terrestre com a construção de tanques e viveiros e escape de espécies pelo efluente para os corpos d'água receptores.

Contudo, a maior preocupação relativa ao impacto ambiental gerado pela atividade aquícola é a má qualidade da água liberada para o corpo receptor (BACCARIN e CAMARGO, 2005).

Os materiais gerados pela aquicultura uma vez na coluna d'água podem induzir a uma mudança química, bioquímica e biológica no ecossistema aquático do entorno do empreendimento (SARÀ, 2007).

Conforme expuseram os autores BOYD (2003); TRUE *et al.*, (2004) e BACCARIN e CAMARGO, (2005) parte da ração fornecida é incorporada na biomassa dos peixes e parte se mantém na coluna d'água. Ainda, como considerado por diversos autores, a qualidade da água no viveiro pode ser influenciada também pela fonte de abastecimento de água e manejo alimentar (SIPAÚBA-TAVARES, 1994; BOYD e TUCKER, 1998; ELER *et al.*, 2001; KUBITZA, 2003; ARANA, 2004).

É comum em criação de peixes, o uso de alimentos de má qualidade e estratégias inadequadas de manejo com volumes elevados de ração levando a um excessivo acúmulo de resíduos orgânicos, fezes e excretas, reduzindo os níveis de oxigênio e aumento na concentração de substâncias tóxicas (BOYD, 1990; KUBITZA, 1998).

Os resíduos orgânicos gerados pelo arraçoamento juntamente com as excretas dos peixes podem promover o enriquecimento, por compostos nitrogenados e fosfatados, do ecossistema aquático do corpo receptor (PIEDRAHITA, 2003; STEPHENS e FARRIS, 2004).

Trabalhos de MERCANTE *et al.* (2004); MERCANTE *et al.* (2005) apresentaram um elevado nível de degradação da água dos viveiros de pesca sendo que muito pouco se conhece a respeito da qualidade da água lançada à jusante dos empreendimentos.

Segundo ARANA (2004), as práticas de manejo comumente empregadas nas atividades voltadas à aqüicultura e piscicultura podem provocar uma rápida deterioração dos corpos d'água, levando a problemas tanto ambientais quanto sanitários. E a liberação contínua de efluentes aqüícolas com má qualidade para o ecossistema aquático pode acarretar uma eutrofização artificial do corpo receptor gerando um impacto negativo à biodiversidade local (IWAMA, 1991; BEARDMORE *et al.*, 1997).

A eutrofização da água é um problema bem evidente especialmente nos países em desenvolvimento, onde geralmente não há regulamentações específicas, e os produtores não se sensibilizam com os possíveis impactos que a aqüicultura pode causar (BACCARIN e CAMARGO, 2005). Atualmente, é uma das maiores preocupações relativas à qualidade da água (TUNDISI, 2003). Segundo esse mesmo autor, o enriquecimento do meio aquático por nutrientes gera um crescimento algal, o que resulta em diversos problemas, dentre eles o déficit de oxigênio na água e conseqüentemente morte de organismos aquáticos.

A Resolução CONAMA 357/2005 contempla a necessidade de tratamento dos efluentes e, portanto, estudos que avaliem o grau de poluição dos corpos d'água receptores são de extrema importância para que se possam minimizar os impactos gerados por esta atividade através de propostas de manejo. Segundo descrito no Capítulo IV, Artigo n. 24. da Resolução CONAMA 357/2005, "Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis".

Os rios e os demais cursos d'água são as principais vias de transferência dos elementos nitrogênio e fósforo para muitos lagos e reservatórios, já que integram diversas fontes pontuais e difusas desses elementos dentro dos mananciais (UNEP-IETC, 2001). No Brasil muito pouco se conhece a respeito dos impactos causados pelo lançamento de efluentes advindos da piscicultura.

Assim, este estudo é parte de um projeto maior o qual visou realizar ensaios ecotoxicológicos de efluentes gerados pela aquicultura com a finalidade de caracterizar a qualidade da água desses empreendimentos. Tendo em vista que no Brasil os estudos em relação à qualidade da água de piscicultura são escassos quando comparados aos estudos realizados em ambientes aquáticos naturais e reservatórios, e visto que os órgãos ambientais têm manifestado grande interesse nos possíveis impactos causados pelo lançamento de efluentes de aquicultura, este sub-projeto pretendeu realizar o levantamento das cargas de nutrientes e seus coeficientes de exportação e analisar as variáveis nitrogênio total, fósforo total e clorofila *a* com a finalidade de avaliar o grau de trofia da água dos efluentes lançados por viveiro de piscicultura.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Gerais

Analisar qualitativa e quantitativamente a carga de nutrientes gerados pela piscicultura visando à caracterização desse sistema com relação aos impactos gerados no corpo receptor.

2.2. Objetivos Específicos

- ❖ Avaliar a qualidade da água de viveiro de piscicultura por meio das concentrações de fósforo total e nitrogênio total e suas respectivas cargas.
- ❖ Avaliar as características físicas químicas e biológicas do sistema por meio das concentrações de amônia total e clorofila *a*.
- ❖ Aplicar o Índice de Estado Trófico nos pontos amostrados.
- ❖ Confrontar os resultados obtidos com os padrões recomendados pela resolução CONAMA 357 de 2005.
- ❖ Analisar os possíveis impactos gerados pelo lançamento dos efluentes de piscicultura.
- ❖ Fornecer subsídios às propostas de tratamento de efluentes de piscicultura

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O local utilizado para o estudo foi um empreendimento de pesquisa científica da área de Aqüicultura, pertencente ao Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Vale do Paraíba – APTA Regional – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (SAA-SP), figura 1, situado no bairro de Santa Cecília, município de Pindamonhangaba 22°56'27"S e 45°26'32,2"W no estado de São Paulo.

O município de Pindamonhangaba apresenta uma área de 731,90 Km², em que a área rural é aproximadamente 3 vezes maior que a área urbana. O clima na região é sub-tropical quente com inverno seco e baixa pluviosidade. As temperaturas médias anuais variam de 17º C a 20º C e as mínimas e as máximas no verão são respectivamente 21º C e 32º C. A umidade relativa do ar apresenta uma média anual de 75,9% e a temperatura do ar apresenta uma média de 20,4º C durante o ano. As chuvas são bem distribuídas apresentando média anual de 1000 mm.

O principal rio da região é o Rio Paraíba do Sul e seus afluentes são Rio Piracuama; Rio Una; Ribeirão do Curtume; Ribeirão dos Surdos e Ribeirão Grande.

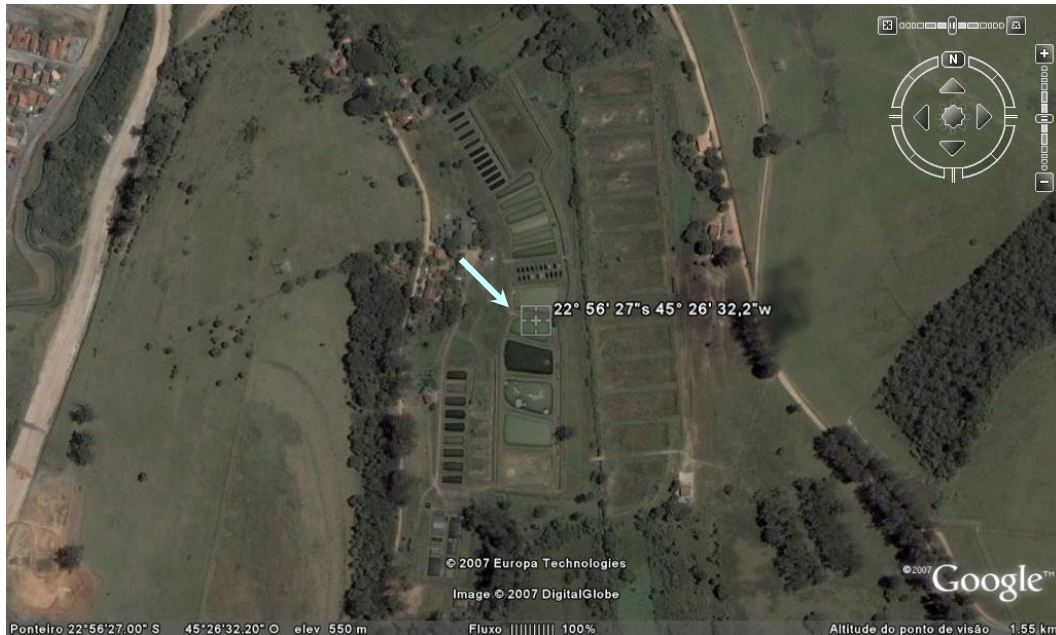


Figura 1: Foto de satélite da Base Experimental de Pindamonhangaba, Estado de São Paulo. A seta indica o viveiro amostrado ($22^{\circ} 56' 27''$ S, $45^{\circ} 26' 32,2''$ W). Fonte: www.googleearth.com

3.2. Pontos de amostragem e variáveis inventariadas

Foram realizadas coletas mensais, no período de Novembro de 2006 a final de Março de 2007, correspondendo ao período de um ciclo de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*).

Os pontos¹ amostrados foram seis, conforme o esquema apresentado na figura 2. O Ponto I representa a montante do viveiro (Água de abastecimento, figura 3); o Ponto II e III correspondem respectivamente ao Viveiro de cultivo (figura 4); o ao Efluente do viveiro (sistema de drenagem, figura 5); o Ponto IV corresponde ao Ponto de mistura (local de lançamento do efluente no corpo receptor, figura 6); o Ponto V, a Montante do ponto de mistura (aproximadamente 11m de distância, figura 7) e o Ponto VI, Jusante do ponto de mistura (aproximadamente 13m de distância, figura 8).

¹ Com Exceção dos Pontos I e III, os demais podem ser considerados estações de amostragem, no entanto, o termo ponto é usualmente empregado em aqüicultura.

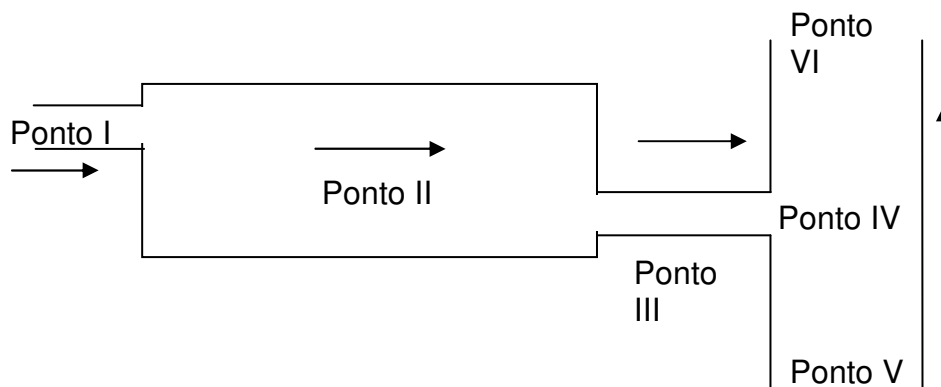


Figura 2: Pontos de amostragem dos empreendimentos. Ponto I= Água de abastecimento, Ponto II = Viveiro, Ponto III = Efluente, Ponto IV= Ponto de mistura, Ponto V= Montante do ponto de Mistura, Ponto VI= Jusante do ponto de mistura.



Figura 3: Vista parcial do viveiro amostrado destacando o ponto I – Água de Abastecimento.



Figura 4: Vista parcial do viveiro amostrado destacando o ponto II – Viveiro de cultivo de Tilápias.



Figura 5: Detalhe do vertedouro do viveiro amostrado destacando o ponto III – Efluente do viveiro de cultivo.



Figura 6: Vista parcial do encontro entre o efluente do viveiro e o corpo receptor Ponto IV – Ponto de mistura.



Figura 7: Trecho do Ribeirão do Borba destacando o ponto V – Montante do ponto de mistura.



Figura 8: Trecho do Ribeirão do Borba destacando o ponto VI – Jusante do ponto de mistura

Amostras de água foram coletadas na sub-superfície da coluna d'água no viveiro, no ponto de mistura, a sua montante e a sua jusante. Na entrada e saída do efluente do viveiro as amostras foram coletadas direto de suas canaletas. Todas as amostras foram encaminhadas ao Laboratório do Instituto de Pesca em São Paulo em frascos de polietileno (2 litros de capacidade).

A biomassa fitoplanctônica foi estimada através da concentração de clorofila *a*. As amostras foram filtradas em bomba a vácuo utilizando filtros “Millipore” com 45 μ m de diâmetro de poro. A técnica de extração dos pigmentos foi realizada por meio de etanol 90% utilizado como solvente orgânico, segundo o método baseado em MARKER *et al.* (1980) e SARTORY e GROBELLAR (1984).

As amostras para a análise de nitrogênio e fósforo total seguiram as técnicas descritas por VALDERRAMA (1981), e amônia total², por NESSLER (APHA, 1998). As cargas de nutrientes foram obtidas através do produto entre os valores de vazão (L/s) e concentrações de nitrogênio (mg/L) e fósforo (μ g./L).

² Utilizou-se o termo amônia total por ser usual em trabalhos voltados a aquíicultura. Entretanto, este termo refere-se ao íon amônio.

Por meio dos valores das cargas obtidas e da área total do lago existente, foi calculado o coeficiente de exportação de nutrientes em relação ao despejo de fósforo e nitrogênio por meio da equação 1.

$$E = \text{Carga} \cdot (\text{área do lago})^{-1} \cdot \text{ano}^{-1} \quad \text{Equação 1}$$

Onde: Carga: Kg/ dia; Área: m². Ano: 365 dias

Para o cálculo da vazão nos Ponto I e III utilizou-se o método volumétrico que se baseia no tempo gasto para um determinado fluxo de água ocupar um recipiente de volume conhecido, equação 2.

$$Q = \text{Volume} \cdot \text{tempo}^{-1} \quad \text{Equação 2}$$

Onde: Volume: l, Tempo: segundos

A vazão obtida no Ponto IV foi baseada no tempo gasto para um objeto flutuante percorrer uma distância conhecida no corpo lótico, sabendo-se a profundidade média do local e a largura do corpo lótico, equação 3.

$$Q = \text{Percurso} \cdot \text{Profundidade} \cdot \text{Largura} \cdot \text{tempo}^{-1} \quad \text{Equação 3}$$

Onde: Percurso: m, Profundidade: m, Largura entre as margens: m, Tempo: segundos

Conforme as recomendações apresentadas em TOLEDO *et al.* (1983) e MERCANTE e TUCCI-MOURA (1999) no presente estudo foi calculado o índice de estado trófico de Carlson modificado por TOLEDO *et al.* (1983) o qual foi ajustado para ambientes tropicais (equação 4 e tabela 1).

$$\text{IET (PT)} = 10 \cdot \left(6 - \frac{\ln(80,32/\text{PT})}{\ln 2} \right) \quad \text{Equação 4}$$

Onde: IET: Índice de estado trófico; PT: Fósforo total em µg/L

Tabela 1: Classificação do estado trófico em relação à concentração de fósforo total na água amostrada (TOLEDO *et al.* 1983).

Ultra – oligotrófico	< 20
Oligotrófico	21 - 40
Mesotrófico	41 - 50
Eutrófico	51 – 60
Hipereutrófico	> 61

Aos resultados aplicou-se teste estatístico para verificar se ocorreram diferenças significativas entre os pontos amostrados e entre os meses do cultivo (testes de hipóteses bivariados) através do teste de Kruskal-Wallis para dados não paramétricos.

Os valores determinados entre os pontos amostrais foram analisados quanto a sua adequação de acordo com os parâmetros estabelecidos pela resolução CONAMA 357 de 2005 e literatura especializada (Tabela 2).

Tabela 2: Parâmetros de qualidade da água, segundo a Resolução CONAMA 357/2005 (Conselho Nacional do Meio Ambiente), recomendados para água enquadrada na classe 2 (ambiente lântico e lótico), para cultivo natural ou intensivo de organismos aquáticos e consumo humano, e para efluentes.

Parâmetros	Valores limites para água da classe 2 (ambiente lótico)	Valores limites para água da classe 2 (ambiente lântico)	Valores limites para efluentes
Fósforo Total (mg/L)	≤0,050 – ambientes intermediários e tributários direto de ambiente lântico	≤0,030	≤0,050
Nitrogênio Total (mg/L)	≤2,18	≤1,27	≤1,27
Amônia (mg/L)	≤3,7 se pH ≤7,5 ≤2,0 se pH entre 7,5 e 8,0 ≤ 1,0 se pH entre 8,0 e 8,5 ≤0,5 se pH > 8,5	≤3,7 se pH ≤7,5 ≤2,0 se pH entre 7,5 e 8,0 ≤ 1,0 se pH entre 8,0 e 8,5 ≤0,5 se pH > 8,5	≤20,0
Clorofila <i>a</i> (mg/ L)	≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,030

3.3. Aspectos gerais do entorno do empreendimento

A Represa do Borba recebe cargas difusas de origem urbana, agrícola e pecuária. A prática de silvicultura é representada por uma extensa área. Foi observada a erosão nas margens da represa e seu entorno é caracterizada por vegetação de reflorestamento predominando o gênero *Eucalyptus* spp. Há, na região, fazendas privadas com pequenas barragens no Ribeirão a Montante da represa alterando o seu abastecimento. Foi observado, ainda, diversos viveiros de piscicultura e pesque-pague.

O Ribeirão do Borba, afluente do Ribeirão do Curtume que é alimentado pela água da Represa do Borba, atravessa o Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Vale do Paraíba e recebe o efluente gerado pelos viveiros da base experimental. Seu leito próximo do local de lançamento do efluente possui uma largura média de 2,30 metros e as margens são caracterizadas por vegetação densa.

3.4. Aspectos gerais do viveiro estudado e dados morfométricos

A fonte de abastecimento do sistema era proveniente da represa do Borba, que entre outros fins foi utilizada como fonte de água para outros viveiros existentes no local, incluindo tanques de alevinagem, pré-engorda, engorda e reprodução de peixes e rãs. O sistema de renovação de água do viveiro era composto de uma entrada individual e constante.

Dados morfométricos foram determinados no começo do cultivo, os dados de profundidade foram obtidos manualmente através de sondagens por meio de um barco de alumínio e uma trena em pontos eqüidistantes em 10 metros. A partir desses dados calculou-se: volume (V), área superficial e profundidade média.

3.5. Manejo empregado no cultivo

Segundo MAINARDES-PINTO (comunicação pessoal, 2008) o tanque estudado foi drenado e seco ao sol, com posterior realização de uma calagem para a desinfecção, sendo essa uma ação preventiva contra possíveis invasores. Foi utilizada cal virgem (hidratado), no total de 150 kg de cal virgem distribuído em toda a extensão do sedimento do sistema. Após essa calagem inicial o tanque foi drenado diversas vezes para remoção da cal seguindo-se o seu enchimento com água proveniente da represa do Borba.

Foi realizada uma adubação inicial, com superfosfato simples e fosfato de amônia. Após esta fase ocorreu o povoamento com 3750 juvenis de Tilápia

(*Oreochromis niloticus*) revertidos sexualmente, com peso médio de 191,00 g, na densidade de 2,33 peixes por m².

O arraçoamento foi realizado considerando-se o estágio de desenvolvimento da população (tamanho/ idade). Na sistemática do arraçoamento, os peixes eram capturados utilizando-se uma rede de arrasto, tendo como estratégia a redução no nível da água, e a retirada de aproximadamente 10% da população. Esse lote removido do tanque era contado e sua biomassa total do sistema era estimada através do peso médio da amostra

4. RESULTADOS

4.1. Manejo empregado

4.1.1. Viveiro

O viveiro utilizado apresentava uma área de 1500m², com entrada e saída individual, onde se podia controlar a vazão. Foi estimado um volume de 1620m³ de água no tanque, com uma profundidade média de 1,08 metros. A vazão média obtida do corpo receptor do viveiro foi de 2,76 L/s, e o tempo de residência médio estimado da água foi de 7 dias, mostrando que o tanque em questão enquadra-se na categoria de transição de ambiente lótico e lêntico (CONAMA 357/2005).

4.1.2. Quantidade de ração oferecida ao longo do cultivo

Os peixes foram cultivados e comercializados em um período de 141 dias, com pesos médios finais de 670g. Durante o cultivo, os peixes foram alimentados com ração extrusada contendo 28% de proteína bruta, fornecidas duas vezes ao dia, às 10:00h e 17:00h, numa taxa variável de 1,5% à 3% da biomassa total estimada. A quantidade de ração (em gramas) fornecida aos peixes ao longo do cultivo foram maiores no final do que as quantidades colocadas no começo do experimento. A tabela 3 mostra a variação da quantidade de ração fornecida e as devidas adequações no arraçamento, em função do estágio de desenvolvimento dos animais cultivados.

Tabela 3 – Quantidade de ração fornecida e as devidas adequações no arraçoamento, ao longo do ciclo de cultivo.

Data	Quantidade de Peixe	Peso Aproximado	Porcentagem de Ração	Quantidade de Ração diária
20/10/06	2585 juvenis*	118,15g	3,0	9160g
23/10/06	3751 juvenis**	262,86g	2,5	7662,36g
24/10/06	3751 juvenis		2,5	16820g
06/12/06	3500 juvenis	335,35g	2,0	23470 g
04/01/07	3500 tilápias	474,38 g	1,8	29880 g
02/02/07	3500 tilápias	569,45 g	1,8	35870 g
28/02/07	3163 tilápias	662,85 g	1,5	31440 g
13/03/07	Despesca total	670 g	0	0

.* primeiro povoamento

** segundo povoamento (1166 juvenis)

4.2. Caracterização dos pontos amostrados

4.2.1. Variáveis ambientais

4.2.1.1. Amônia total

As concentrações de amônia total para a Água de abastecimento mantiveram-se inferiores à 0,64mg/L, no Viveiro os valores não ultrapassaram 1,87mg/L e no Efluente, o maior valor foi de 1,70mg/L (figuras 9 e 10).

No ponto de mistura as concentrações desse elemento mantiveram-se inferiores a 0,84mg/L, a Montante do ponto de mistura os valores não ultrapassaram 0,70mg/L e a Jusante do ponto de mistura o maior valor foi de 0,76mg/L (figuras 9 e 10).

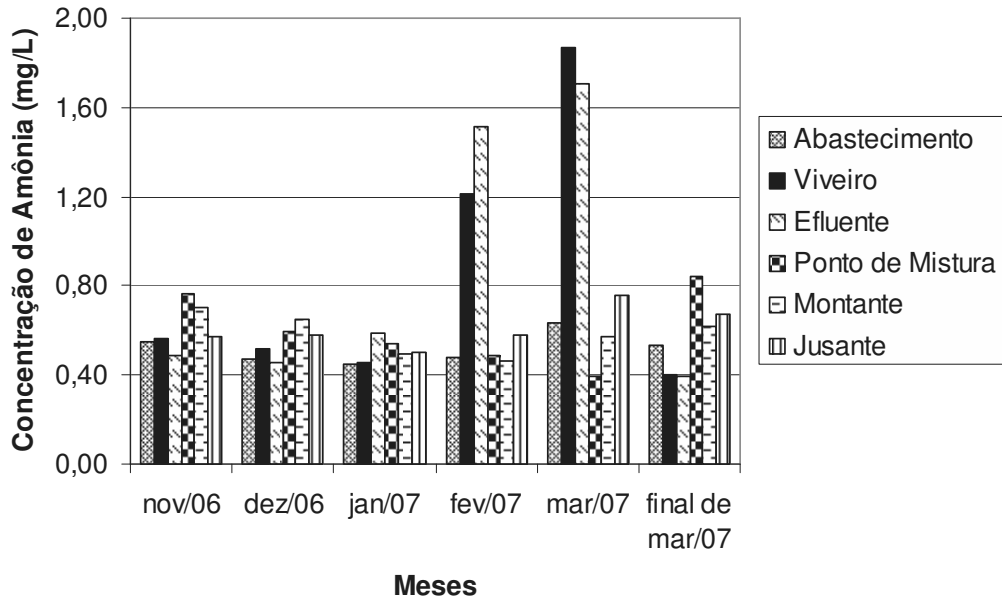


Figura 9: Concentração de amônia, durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus*, na Água de abastecimento, no Viveiro no Efluente do viveiro, no ponto de Mistura entre o efluente do empreendimento e o corpo receptor, Montante do ponto de mistura e Jusante do ponto de mistura.

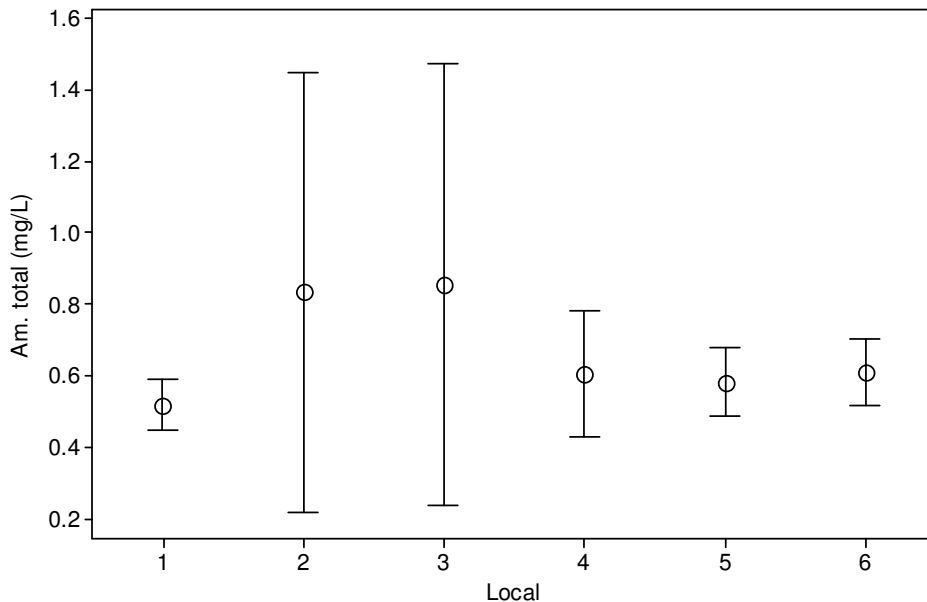


Figura 10: Variação da concentração de amônia durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus* nos pontos amostrais. 1: Água de abastecimento; 2: Viveiro; 3: Efluente; 4: ponto de Mistura; 5: Montante do ponto de mistura; 6: Jusante do ponto de mistura.

Não houve diferenças significativas entre os pontos e os meses amostrados, $p=0,784$ e $p=0,444$ respectivamente, apresentados no anexo 1.

Os pontos amostrados em todos os meses (anexo 2) se apresentaram dentro dos limites recomendados pela Resolução CONAMA 357/2005 (tabela 2).

4.2.1.2. Nitrogênio total

Com relação ao nitrogênio total as concentrações estiveram constantemente abaixo do limite recomendado (tabela 2) para a Água de abastecimento, o Viveiro e seu Efluente, com exceção de janeiro e fevereiro/2007 no Viveiro, e de janeiro, fevereiro e início de março/2007 no Efluente. O maior valor obtido foi de 3,43mg/L no mês fevereiro/2007 no Efluente, conforme apresentado no anexo 3 e nas figuras 11 e 12.

As concentrações estiveram constantemente abaixo do limite recomendado pela resolução CONAMA (tabela2) nos pontos de Mistura, a sua Montante e a sua Jusante em todos os meses. O valor máximo obtido no ponto de Mistura foi de 0,47mg/L; no ponto a Montante do ponto de mistura a concentração máxima foi de 0,44mg/L e a jusante, de 0,63mg/L (anexo 3 e figuras 11 e 12).

Houve diferenças significativas, apresentadas no anexo 1, entre os pontos da Água de abastecimento e o Viveiro, o Efluente, entre a Montante do ponto de Mistura e o Viveiro e o Efluente ($p=0,014$). Em relação aos meses de cultivo houve diferenças significativas entre o início e o fim do cultivo ($p=0,005$).

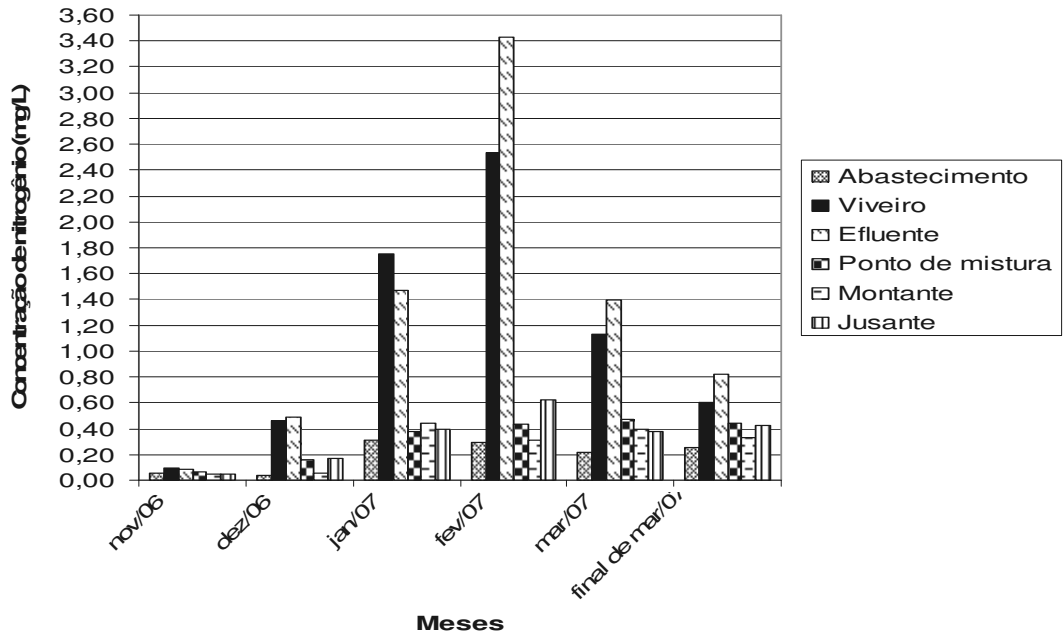


Figura 11: Concentração de nitrogênio total, durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus*, na Água de abastecimento, no Viveiro, no Efluente do viveiro, no ponto de Mistura entre o efluente do empreendimento e o corpo receptor, Jusante do ponto de mistura e Montante do ponto de mistura.

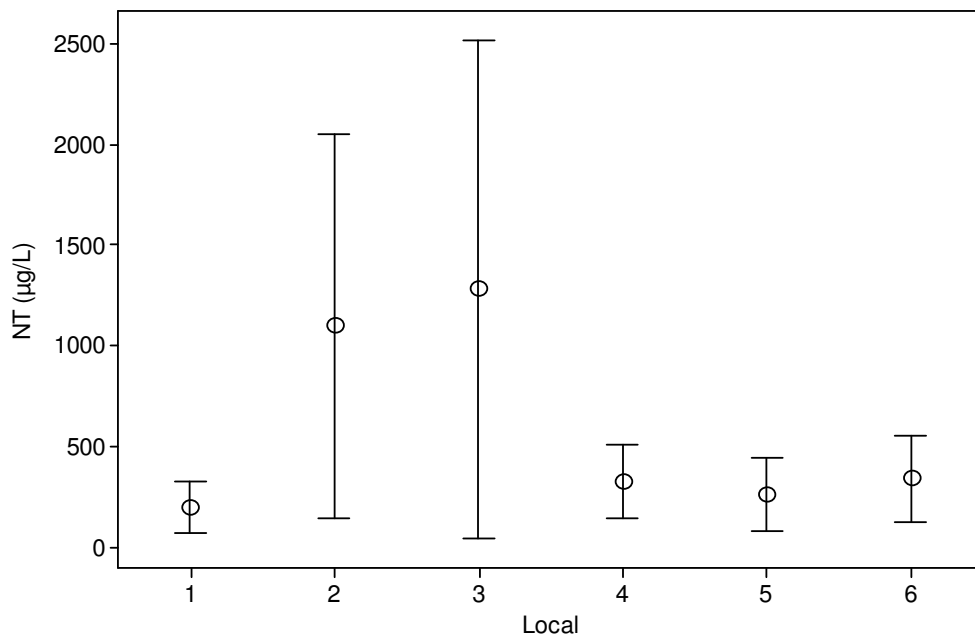


Figura 12: Variação da concentração de nitrogênio total durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus* nos pontos amostrais. 1: Água de abastecimento; 2: Viveiro; 3: Efluente; 4: ponto de Mistura; 5: Montante do ponto de mistura; 6: Jusante do ponto de mistura.

4.1.2.3. Fósforo Total

As concentrações de fósforo total na Água de abastecimento estiveram constantemente abaixo do limite estabelecido pela resolução (tabela2), exceto no final do cultivo, onde foi obtido o maior valor, 0,080mg/L. No Viveiro o valor mais elevado de fósforo foi de 0,33mg/L sendo que as concentrações ultrapassaram os limites aceitáveis em todos os meses, conforme apresentado no anexo 4. No Efluente o fósforo permaneceu constantemente acima dos limites aceitáveis, verificando-se um valor máximo de 0,38mg/L, aproximadamente 10 vezes acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (figuras 13 e 14 e anexo 4).

Pôde-se observar um incremento da variável no Viveiro e no Efluente no decorrer dos meses em estudo caracterizando maior concentração no final do ciclo de cultivo (figuras 13 e 14 e anexo 4)

No do ponto de Mistura, foi observado concentrações constantemente acima dos limites aceitáveis (tabela 2). No ponto a Montante do ponto de mistura, o valor mais elevado de fósforo foi de 0,15mg/L sendo que as concentrações não ultrapassaram os limites aceitáveis, com exceção de janeiro/2007. A Jusante do ponto de mistura o fósforo permaneceu constantemente acima dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA, tabela 2, verificando-se um valor máximo de 0,10mg/L, com exceção de novembro/2006 e fevereiro/2007 (figuras 13 e 14 e anexo 4).

Conforme apresentado no anexo 1 houve diferenças significativas ($p=0,002$) em relação à concentração de fósforo total entre a Água de abastecimento, o Viveiro, o Efluente e o ponto de Mistura; entre o Efluente, a Montante do ponto de mistura e a sua Jusante e entre o ponto de Mistura e a sua Montante.

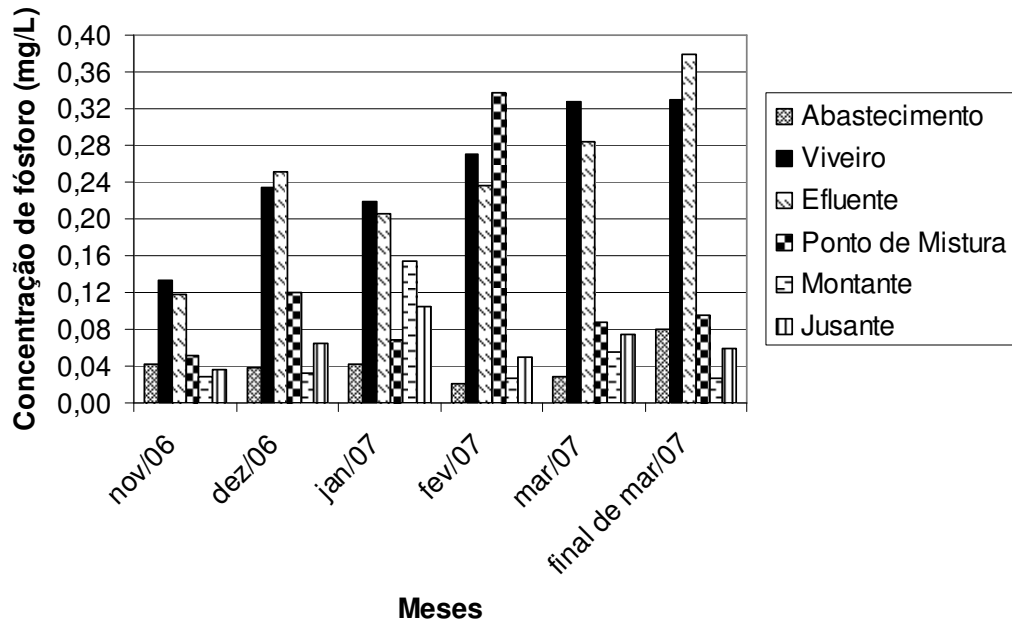


Figura 13: Concentração de fósforo total, durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus*, na Água de abastecimento, no Viveiro, no Efluente do viveiro, no ponto de Mistura entre o efluente do empreendimento e o corpo receptor, Jusante do ponto de mistura e Montante do ponto de mistura.

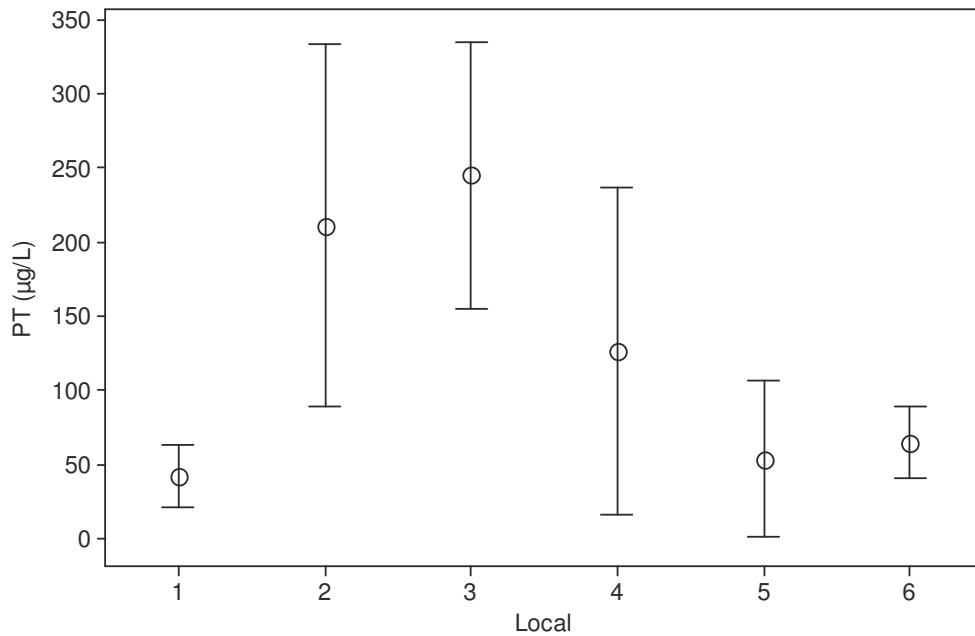


Figura 14: Variação da concentração de fósforo total durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus* nos pontos amostrais. 1: Água de abastecimento; 2: Viveiro; 3: Efluente; 4: do ponto de Mistura; 5: Montante do ponto de mistura; 6: Jusante do ponto de mistura.

4.1.2.4. Clorofila a

Para a análise de clorofila *a* verificou-se (figuras 15 e 16) que no Viveiro e no Efluente as concentrações ultrapassaram os valores recomendados com exceção de novembro/2006 (no viveiro e no efluente) e dezembro/2006 (no efluente). O maior valor obtido foi de 0,14mg/L no efluente (anexo 5).

Pôde-se observar um incremento na concentração de clorofila *a* no Viveiro e no Efluente no decorrer dos meses de estudo (figuras 15 e 16).

Nos pontos de Mistura, a sua Montante e a sua Jusante, conforme apresentado no anexo 5, a concentração de clorofila *a* manteve-se constantemente abaixo dos limites aceitáveis, sendo que no ponto de Mistura o maior valor foi de 0,009mg/L, o máximo valor tanto a Montante quanto a Jusante foram de 0,007mg/L (figuras 15 e 16).

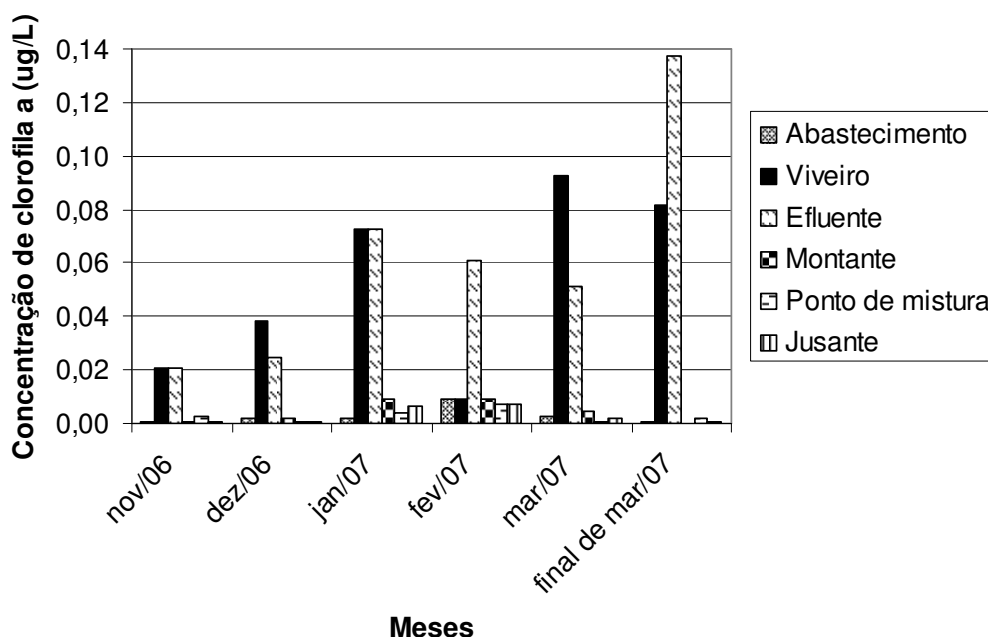


Figura 15: Concentração de clorofila *a*, durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus*, na Água de abastecimento, no Viveiro, no Efluente do viveiro, no ponto de Mistura entre o efluente do empreendimento e o corpo receptor, Jusante do ponto de mistura e Montante do ponto de mistura.

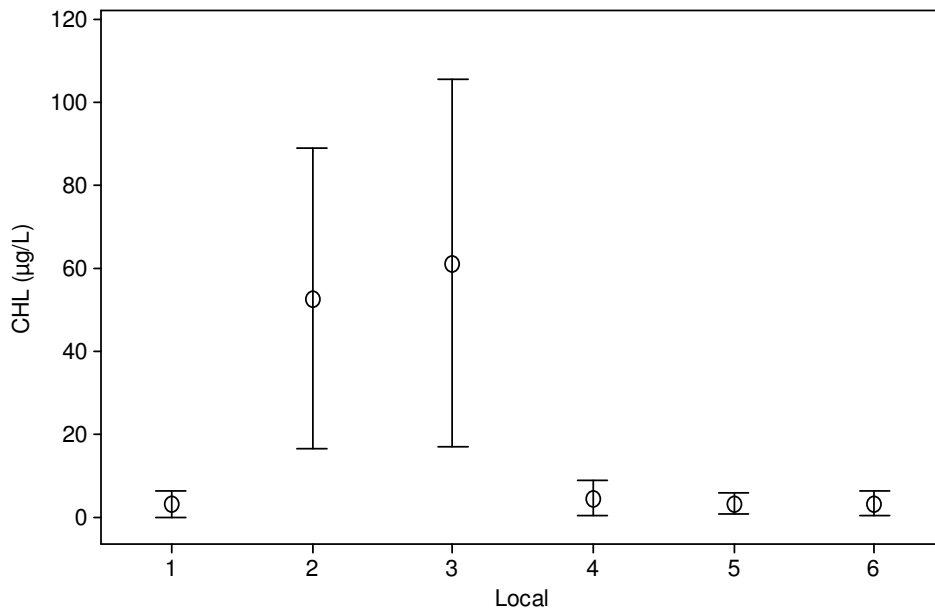


Figura 16: Variação da concentração de clorofila *a* durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus* nos pontos amostrais. 1: Água de abastecimento; 2: Viveiro; 3: Efluente; 4: ponto de Mistura; 5: Montante do ponto de mistura; 6: Jusante do ponto de mistura.

A concentração de clorofila *a* entre os pontos amostrados apresentou diferenças significativas ($p < 0,001$) conforme apresentado no anexo 1 entre a Água de abastecimento, o Viveiro e o Efluente; entre o Viveiro, o ponto de Mistura, a Montante do ponto de mistura e a sua Jusante; entre o Efluente, o ponto de Mistura, a sua Montante e a sua Jusante.

4.2.2. Índice de Estado Trófico, Cargas e coeficiente de exportação de nitrogênio e fósforo

4.2.2.1. Índice de Estado Trófico

Através do cálculo do índice de estado trófico, o Viveiro e o Efluente foram classificados como eutróficos a hipereutróficos, com o IET acima de 50, conforme apresentado no anexo 6 ao longo do estudo (figura 17).

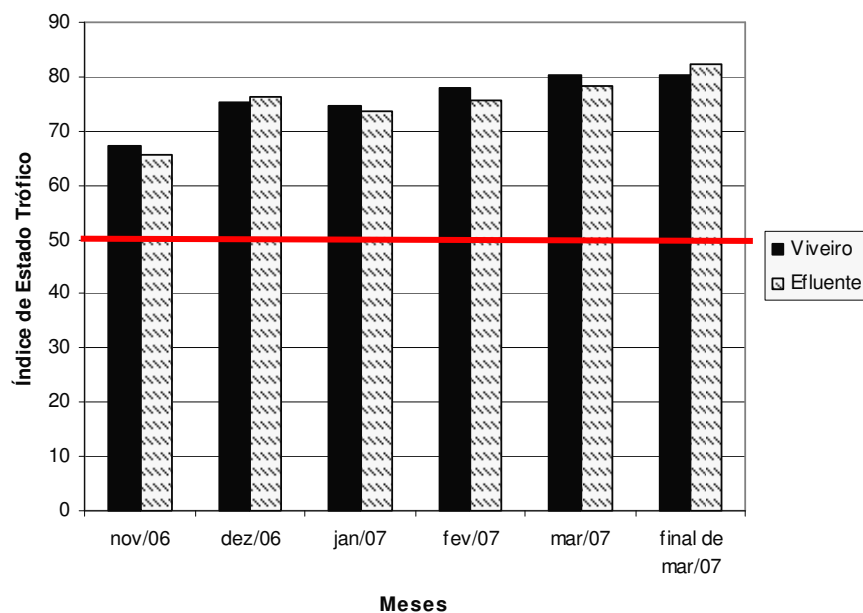


Figura 17: Índice de estado trófico do Viveiro e do Efluente do viveiro durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus*.

4.2.2.2. Carga de Nitrogênio e fósforo

As cargas calculadas para nitrogênio total (figura 18) evidenciaram que o ponto de Mistura apresentou o maior valor dentre os demais pontos, sendo este valor de 78,30kg/dia, quantificado para o mês de janeiro/2007. Na Água de abastecimento, o maior valor de carga foi de 0,10Kg/dia, e no Efluente de 0,97kg/dia ambos obtidos no mês de fevereiro/2007 (anexo 7).

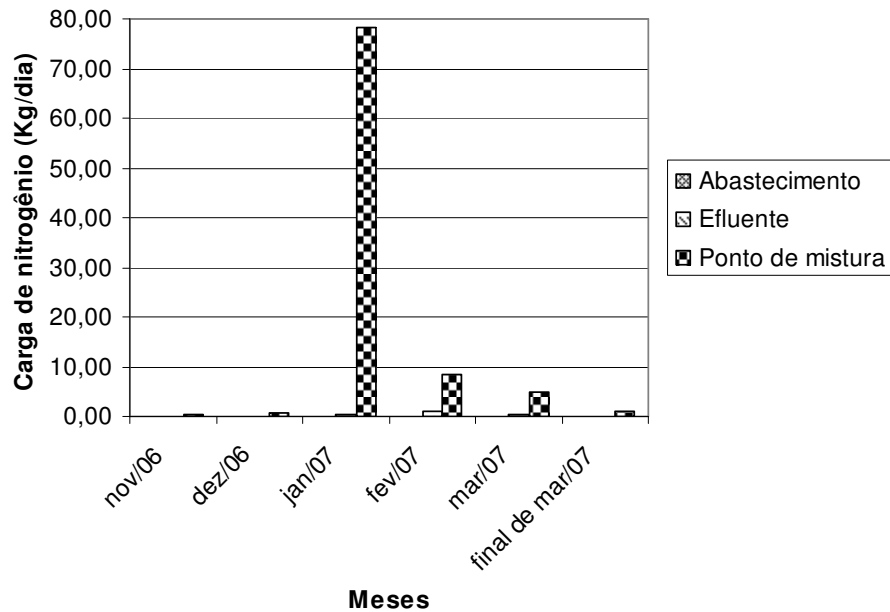


Figura 18: Carga de nitrogênio da Água de abastecimento, do Efluente do viveiro, do ponto de Mistura entre o efluente do empreendimento e o corpo receptor, durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus*

Com relação à carga de fósforo total, conforme apresentado no anexo 8, o maior valor foi obtido no mês de janeiro/2007, 27,11kg/dia quantificado no ponto de mistura. Na Água de abastecimento o valor de 0,02kg/dia foi o mais elevado e ocorreu no final do ciclo de cultivo; no Efluente o maior valor de carga foi de 0,07kg/dia verificado no mês de fevereiro/2007 (figura 19).

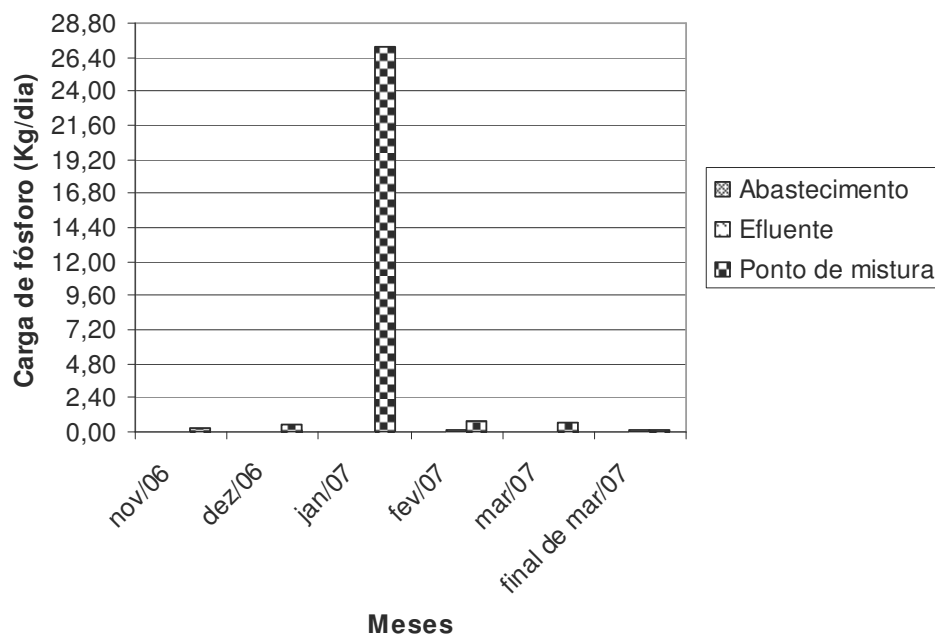


Figura 19: Carga de fósforo, durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus*, na Água de abastecimento, no Efluente do viveiro, no ponto de Mistura entre o efluente do empreendimento e o corpo receptor.

4.2.2.3. Coeficiente de exportação de nitrogênio e fósforo

Conforme apresentado no anexo 9 o maior coeficiente de exportação para nitrogênio total no Efluente do viveiro foi obtido no mês de fevereiro/2007 com valor de $0,24\text{kg/m}^2\cdot\text{ano}$ (figura 20). E o maior coeficiente de exportação para fósforo total no Efluente foi obtido também no mês de fevereiro/2007 com valor de $0,02\text{kg/m}^2\cdot\text{ano}$ (figura 21).

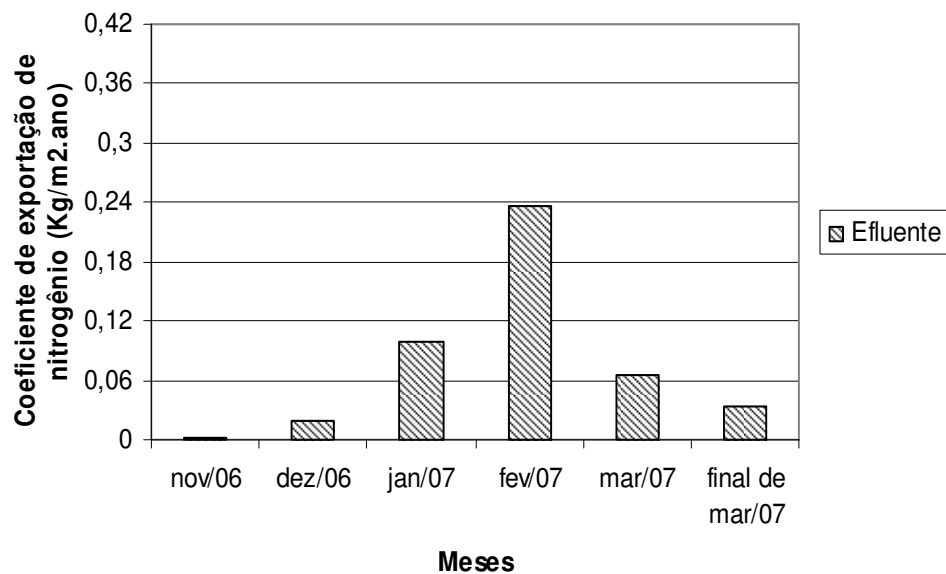


Figura 20: Coeficiente de exportação de nitrogênio do Efluente do viveiro durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus*.

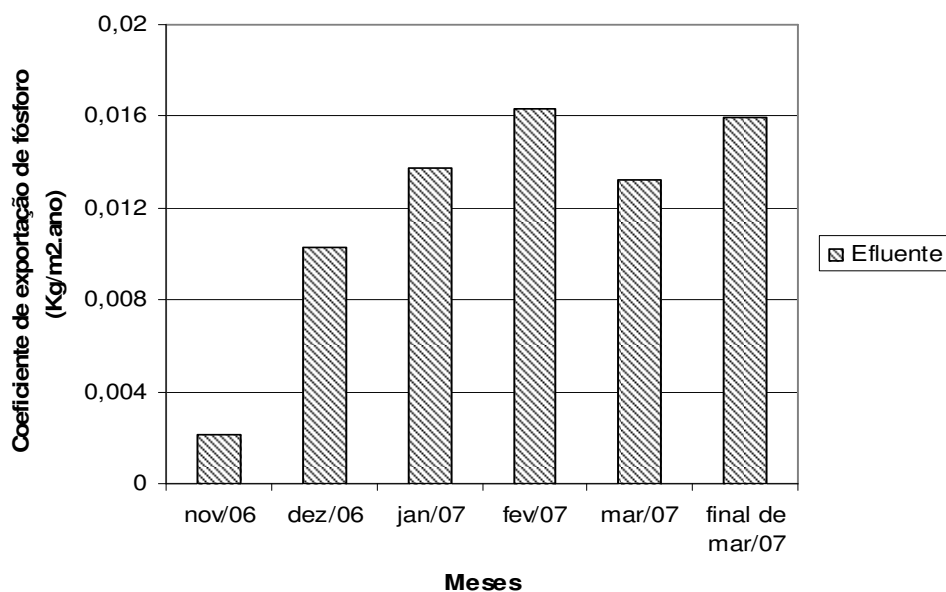


Figura 21: Coeficiente de exportação de fósforo do Efluente do viveiro durante um ciclo de cultivo de *Oreochromis niloticus*.

5. DISCUSSÃO

5.1. Caracterização ambiental

O nitrogênio pode estar presente nos ambientes aquáticos sobre várias formas: nitrato, nitrito, amônia, íon amônio, entre outros. Por meio da decomposição de matéria orgânica, o nitrogênio é transformado em amônia e em nitrato. O nitrito é um composto intermediário do processo de nitrificação, durante o qual a amônia é oxidada a nitrato através da ação de bactérias do gênero *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*. Condições de baixo oxigênio dissolvido prejudicam o desempenho da bactéria do gênero *Nitrobacter*, favorecendo o acúmulo de nitrito na água (KUBITZA, 1999).

O enriquecimento com nitrogênio em tanques de piscicultura ocorre devido à entrada de compostos que contém esse elemento, como adubo, ração e fertilizantes, sendo o alimento fornecido, a principal forma de poluição nos sistemas de criação (BOYD e TUCKER, 1998; KUBITZA 1999, MCINTOSH, 2000; MACEDO e SIPAÚBA-TAVARES, 2005; MERCANTE *et al*, 2007).

No início do ciclo de produção, quando a biomassa é menor, são observados baixos níveis de amônia que aumentam proporcionalmente à quantidade de alimento fornecido e ao aumento da biomassa (HURVITZ *et al.*, 1997, *in* CAVERO, 2004).

No decorrer do cultivo, com o aumento da concentração de nitrogênio orgânico no substrato aquático, este é liberado para a água sob a forma de amônia que é muito tóxica para os organismos aquáticos (SIPAÚBA-TAVARES, 1998).

Nos dois últimos meses do cultivo, pôde-se observar que ocorreu um incremento de amônia no Viveiro e no Efluente (figuras 9 e 10 e anexo 2), provavelmente devido ao acúmulo de excretas e matéria orgânica proveniente da ração fornecida. Contudo, não houve diferenças significativas (anexo 1) entre os pontos amostrados ($p=0,784$) e entre os meses de estudo ($p=0,444$).

Foi realizado uma adubação inicial, com superfosfato simples e fosfato de amônia. Segundo BOYD (1990), os fertilizantes utilizados em tanques de cultivo geralmente contêm nitrogênio na forma de amônio e nitrato. A acumulação dessas formas inorgânicas é um dos principais obstáculos para o desenvolvimento intensivo de peixes (KOCHBA *et al.*, 1994). SIPAÚBA-TAVARES (1994) ressalta que a amônia é altamente tóxica para organismos aquáticos e pode causar severas mortalidades em viveiros, as principais fontes desse elemento nesses locais são os fertilizantes, excrementos e decomposição microbiana dos compostos nitrogenados.

A amônia é encontrada sob duas formas, a amônia ionizada (amônio) e a amônia não ionizada, sendo esta última, altamente tóxica para os organismos aquáticos (SIPAÚBA-TAVARES, 1994, ARANA, 2004). Conforme esses autores, a amônia se torna não ionizada com pH acima de 7,0. Neste estudo, em nenhum dos pontos amostrados e em nenhum dos meses a amônia se apresentou em sua forma tóxica visto que o pH não superou 7,0 (anexo 10).

De acordo com KUBITZA (1999), valores de amônia não ionizada acima de 0,20mg/L já são suficientes para induzir uma toxidez crônica levando a uma diminuição do crescimento e da tolerância dos peixes às doenças. Níveis de amônia entre 0,70 e 2,40mg/L podem ser letais para os peixes durante exposição por curto período. Exposição contínua ou freqüente a concentrações de amônia tóxica acima de 0,02mg/L pode causar excessiva irritação e inflamação nas brânquias.

A concentração de amônia, não sofreu modificações significativas ao longo dos meses e entre os pontos analisados (figuras 9 e 10 e anexos 1 e 2), porém, pode-se observar que na maior parte dos meses a água a Montante do ponto de Mistura se encontrou em maior concentração que a Água de abastecimento, sendo que a água dos dois pontos possui origem comum, o reservatório do Borba. Pode-se dizer, então, que o corpo receptor sofreu influências de seu entorno no trajeto do reservatório até o ponto amostral a Montante do ponto de mistura.

No início do cultivo, o ponto de Mistura do efluente com o corpo receptor possuiu concentrações mais elevadas de amônia total do que o Efluente do empreendimento (figuras 9 e 10 e anexo 2), possivelmente sendo influenciado pela concentração do próprio ribeirão, que apresentava valores superiores que o efluente. Observou-se que a Jusante do ponto de mistura apresentou menor concentração que a Montante, podendo-se inferir que o ponto de Mistura, no início do cultivo, diluiu a concentração de amônia do próprio corpo receptor.

No final do cultivo, com o aumento da concentração de compostos nitrogenados provenientes da excreção, o Efluente passou a ter maior concentração de amônia que o ponto de Mistura, observado pelas figuras 9 e 10. O trajeto do Efluente do viveiro até o ponto de Mistura é realizado por uma canaleta escavada, sendo possível a redução da concentração de amônia nesse percurso pela diluição promovida pela água da chuva (anexo 13), ou mesmo pela retenção do composto por vegetação das margens. No final do cultivo, a Jusante do ponto de mistura sofreu um incremento de amônia quando comparado ao início do cultivo, possivelmente devido à contribuição do ponto de Mistura (anexo 2).

Contudo, em todos os meses amostrados e nos pontos amostrados se apresentaram dentro dos padrões recomendados pela resolução CONAMA 357/2005 (tabela 2) para ambientes da classe dois.

A Água de abastecimento, conforme o anexo 3, apresentou concentrações de nitrogênio, em todos os meses, abaixo do limite recomendado pela Resolução CONAMA 354/2005 apresentada na tabela 2. Contudo, pode-se dizer que ao percorrer o Viveiro e Efluente, esta é bastante modificada (figuras 11 e 12), notando-se diferenças significativas entre o abastecimento e o Viveiro e o Efluente ($p=0,014$) observando-se o incremento dessa variável no viveiro e em seu efluente no decorrer dos meses do cultivo ($p=0,005$).

BACCARIN e CAMARGO (2005), em estudo que avaliou diferentes tipos de manejo alimentar e a sua relação com a qualidade da água no efluente do viveiro de tilápias, observaram uma correlação positiva entre o crescimento e a biomassa de peixes e o incremento da concentração de nitrogênio total e fósforo total na água.

Assim, o aumento da concentração de nitrogênio pode ser resultado do incremento desse composto na Água de abastecimento juntamente com o acúmulo de ração na água, tendo em vista que, segundo os dados de arraçoamento (tabela 3), no final do cultivo a quantidade de ração fornecida foi maior do que fornecida no início, não havendo tempo suficiente para essa matéria orgânica entrar em decomposição.

Neste trabalho, pôde-se observar que na maior parte dos meses a água a Montante do ponto de mistura se apresentou com concentrações de nitrogênio superiores à Água de abastecimento, embora ambas tenham a mesma origem (figuras 11 e 12 e anexo 3). Desse modo, pode-se dizer que no decorrer do percurso, o Ribeirão do Borba sofre influências de seu entorno incrementando a concentração do composto no decorrer do percurso.

Segundo MACEDO e SIPAÚBA-TAVARES (2005) e BACCARIN e CAMARGO (2005), os impactos no entorno do empreendimento podem ser causados principalmente pela geração e liberação em seu efluente de resíduos metabólicos, fezes e alimentos não consumidos.

Houve diferenças significativas (anexo 1) entre as concentrações de nitrogênio lançadas pelo Efluente e o ponto a Montante do ponto de mistura ($p=0,014$). Entretanto, não houve diferenças entre o Efluente e o ponto de Mistura e entre o ponto de Mistura e a sua Montante e a sua Jusante. Possivelmente no percurso do lançamento até o ponto de Mistura, o Efluente tenha sofrido uma diluição ou o nitrogênio sofreu uma retenção por plantas marginais.

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre as concentrações do ponto a Montante, de Mistura e a Jusante, na maior parte dos meses, o ponto de Mistura se mostrou com maior concentração de nitrogênio do que o ponto a sua Montante (figuras 11 e 12), o que caracteriza uma contribuição do Efluente em relação à concentração de nitrogênio no Ribeirão do Borba, visto que a Jusante do ponto de Mistura também possuiu valores maiores que os encontrados a Montante do ponto de Mistura (anexo 3), na maior parte dos meses.

Os maiores valores encontrados no ponto de Mistura (0,47mg/L), a sua Montante (0,44mg/L) e a sua Jusante (0,63mg/L) foram bem menores aos encontrados por FERRAREZE *et al.* (2005) em estudo sobre transporte de nutrientes e sedimentos no Rio das Cinzas, SP/PR (anexo 11), que possui grande aporte de nutrientes e sedimento, o qual foi encontrado valores em torno de 1,70mg/ L de nitrogênio total.

O fósforo participa na formação de proteínas, e assim como o nitrogênio atua como fator limitante na produção primária (WETZEL, 1993).

Em comparação com outros macronutrientes necessários a vida aquática, o fósforo é o que ocorre em menor abundância, portanto, ele é considerado o elemento limitante a produtividade biológica (WETZEL, 1993). Além disso, tem se notado que este elemento é um dos principais responsáveis pela eutrofização artificial (ESTEVES, 1998).

O fósforo é um elemento fundamental para o crescimento das algas, pois faz parte da composição celular e ligado ao armazenamento de energia e é encontrado sobre a forma de fosfato na água (ESTEVES, 1998). O referido autor ainda relata que a grande parte do fosfato liberado é rapidamente incorporada pelo fitoplâncton e uma parcela se deposita no sedimento. Esse fosfato do sedimento é liberado para a coluna d'água quando ocorre baixa concentração de oxigênio.

Em relação ao fósforo total, a Água de abastecimento possuiu concentrações, em todos os meses amostrados, abaixo do limite recomendado pela Resolução, para as águas de classe dois, entretanto a sua concentração pode ser considerada alta podendo comprometer a qualidade da água do sistema (figuras 13 e 14 e anexo 4). No presente trabalho, o maior valor obtido foi 0,080mg/L, concentração maior chegando a quatro vezes que o observado a jusante dos reservatórios de Taiapuêba e Jundiáí, apresentados no anexo 11, estudados por SENDACZ *et al.* (2005) que possuem o seu entorno impactado por agricultura e urbanização (0,020mg/L e 0,34mg/L respectivamente).

Durante o cultivo, conforme apresentado nas figuras 13 e 14 e o anexo 4, houve um incremento na concentração de fósforo tanto no Viveiro como em seu Efluente. Esse aumento está associado ao arraçoamento e decomposição de matéria orgânica. Em estudo realizado por FIGUEIREDO *et al.* (2005) em fazendas de carcinicultura, foi observado também um incremento de fósforo ao longo do cultivo entre a água de abastecimento e seu efluente, as concentrações médias encontradas no trabalho foi de 0,11mg/L e 0,17mg/L para a água de abastecimento e 0,31mg/L e 0,23mg/L nos efluentes de duas fazendas de carcinicultura (anexo 11).

Trabalhos em pesqueiros da região metropolitana de São Paulo realizados por ESTEVES e ISHIKAWA (2006) evidenciaram condições precárias com relação à qualidade da água tanto no que diz respeito aos impactos ambientais gerados pela atividade quanto com relação à saúde pública. MERCANTE *et al.* (2006) em avaliação desses efluentes de pesqueiros, apresentados no anexo 11, obtiveram valores de concentração de nitrogênio e fósforo bem menores (0,080mg/L e 0,065mg/L) do que encontrados no Efluente deste trabalho (0,38mg/L) evidenciando, assim, que o efluente da piscicultura estudada pode ser considerado de má qualidade e portanto bastante eutrofizado.

Em estudo ecotoxicológico realizado por BAZANTE- YAMAGUSHI *et al.* (2008) nos mesmos pontos amostrais deste trabalho, foi observado toxicidade

aguda e crônica para *Ceriodaphnia dubia* na água de abastecimento, no viveiro e no efluente, sendo este último com maior incidência de toxicidade aguda possivelmente devido a diferenças expressivas nos níveis de fósforo total e nitrogênio.

As concentrações de fósforo total obtidos mostraram que o Viveiro e o Efluente apresentaram valores muito acima do recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005 (tabela 2). Por outro lado, as concentrações de nitrogênio total ainda se encontram dentro dos padrões recomendados pela mesma resolução. Dessa maneira, pode-se dizer que a principal causa da eutrofização do Viveiro e do Efluente foi o alto nível de fósforo. O mesmo fato foi discutido por MERCANTE *et al.* (2006) onde os autores realizaram levantamento das cargas de nitrogênio e fósforo de efluentes de pesque-pague tendo sido obtidos concentrações de fósforo entre 0,080mg/L e 0,065mg/L (anexo 11). Ainda, MERCANTE *et al.* (2004) discutiram o processo de eutrofização em pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, evidenciando elevado grau de deterioração da qualidade da água desses locais, notadamente com relação às concentrações de fósforo.

O fósforo, bem como o nitrogênio, são responsáveis pelo processo de eutrofização artificial gerando uma reação em cadeia quebrando a estabilidade do sistema aquático, visto que este passa a receber e produzir maior quantidade de matéria orgânica do que a sua capacidade de consumo e decomposição (UNEP- IETC, 2001).

O Efluente direto do viveiro mostrou possuir concentrações maiores de fósforo que o ponto de mistura (0,24mg/L e 0,13mg/L, respectivamente) podendo supor que pelo trajeto do Efluente até o ponto de Mistura no Ribeirão do Borba, o elemento pode ter sofrido diluição ou ter sido retido por vegetação marginal (figuras 13 e 14 e anexo 4).

Na maior parte dos meses o ponto a Montante do de mistura apresentou concentrações de fósforo abaixo do encontrado no ponto de Mistura e o ponto a Jusante dele (figuras 13 e 14, anexo 4). Sugerindo, dessa maneira, que a

água do Ribeirão do Borba sofreu um incremento em relação à concentração de fósforo em seu percurso. Todos os pontos amostrais em todos os meses apresentaram concentração de fósforo bem acima do permitido pela Resolução para ambientes lóticos e classe dois (tabela 2).

Foi observado, também, que o ponto a Montante do de mistura, durante todos os meses amostrados, possuiu concentração de fósforo superior à Água de abastecimento (figuras 13 e 14 e anexo 4), evidenciando que no decorrer do percurso da represa do Borba até o ponto amostral o ribeirão sofreu influências de seu entorno gerando o incremento desse composto.

O valor máximo de concentração encontrado nos três pontos ainda é menor do que o encontrado no Rio das Cinzas, que é um ambiente bastante impactado, segundo estudos de FERRAREZE *et al.* (2005) que obteve valores em torno de 0,43mg/L (anexo 11).

A concentração de clorofila *a* vem sendo utilizada como uma das ferramentas diretas para indicação do estado trófico do ambiente aquático, visto que a produtividade primária fitoplanctônica pode ser caracterizada pela concentração de clorofila *a* (SIPAÚBA - TAVARES, 1994).

Altas concentrações de matéria orgânica, de nitrogênio e fósforo no corpo d'água pode ter como consequência o aumento do fitoplâncton (ESTEVES, 1998).

O Viveiro e o Efluente sofreram um aumento na concentração de clorofila *a* durante o cultivo alterando significativamente (anexo 1) a Água de abastecimento em todos os meses amostrados (figuras 15 e 16 e anexo 5), visto que esta se encontrou em todos os meses abaixo do limite estabelecido, durante o cultivo sofreu modificações significativas ($p < 0,001$) em sua concentração no decorrer dos outros dois pontos amostrais superando o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA apresentada na tabela 2.

Na piscicultura, os nutrientes (nitrogênio e fósforo) provêm da decomposição por bactérias da matéria orgânica oriundo dos excretas e do alimento não consumidos pelos peixes. Esse aumento de nutrientes propicia um aumento da biomassa de microalgas e cianobactérias, aumentando a produtividade e reduzindo o oxigênio dissolvido causando uma intensa mortalidade dos animais (AZEVEDO, 1998).

As concentrações dos nutrientes não foram limitantes para o desenvolvimento e manutenção da comunidade fitoplanctônica, o que pode ser corroborado pela biomassa algal representada pela concentração de clorofila *a*.

Conforme apresentado no anexo 5 o Efluente do viveiro apresentou elevadas concentrações de clorofila *a*, tendo sido observado no ponto de Mistura do efluente com o corpo receptor valores abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 (tabela 2) em todos os meses estudados (figuras 15 e 16). Tais resultados sugerem que no percurso do lançamento do Efluente até o ponto de Mistura os nutrientes tenham sido retidos por vegetação da margem afetando o desenvolvimento e manutenção da comunidade fitoplanctônica.

Foram observados, conforme os valores apresentados no anexo 5, valores abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA (tabela 2) também no ponto a Jusante do ponto de mistura, o que leva a inferir que o efluente do empreendimento não chega a afetar a concentração de clorofila *a* no corpo receptor, o que pode ser corroborado pela análise estatística que não mostrou diferenças significativas entre os pontos a Montante e a Jusante do ponto de mistura (anexo1).

Tais resultados podem ser relacionados à maior velocidade das águas no ambiente lótico, onde comumente são encontradas menores concentrações de clorofila *a* quando comparados a ambientes lênticos, fato que também explica os baixos valores de clorofila *a* encontrados nos pontos de Mistura, Jusante e Montante.

5.2. Indicadores dos Impactos da piscicultura

5.2.1. Índice de Estado Trófico

No decorrer dos meses de cultivo ocorreu um aumento no grau de trofia do Viveiro e do Efluente em relação à Água de abastecimento. Embora a classificação da Água de abastecimento seja eutrófica em todos os meses, no Viveiro, com o incremento de fósforo, ela passou a ser classificada como hipereutrófica e liberada com essa classificação.

O sucesso econômico de qualquer empreendimento de atividade aquícola, segundo ELER *et al.* (2001), depende da boa manutenção da qualidade da água, e também da boa qualidade da Água de abastecimento. Neste estudo, pôde-se observar que a água de entrada já chega ao Viveiro com má qualidade podendo comprometer o sucesso econômico dessa piscicultura.

Pode-se comparar os índices de estado trófico encontrados neste trabalho (figura 17) com os índices em efluentes de pesque-pagues obtido em trabalho de MERCANTE *et al.* (2006). Os viveiros de pesque e pague são ambientes bem impactados devido à entrada elevada de ração e ceva, sendo os seus efluentes liberados com alto grau de trofia (IET acima de 51).

Ainda, os índices obtidos neste trabalho, (anexo 6) no Viveiro e no Efluente, são comparáveis aos índices obtidos por MERCANTE e TUCCI – MOURA (1999), no Lago das Garças (IET = 63) considerado um ambiente muito eutrofizado e impactado devido ao grande aporte de fósforo.

5.2.2. Carga de nitrogênio e fósforo

Os rios e os demais cursos d'água são os principais meios para a transferência de nutrientes para muitos lagos e reservatórios, já que integram diversas fontes pontuais e difusas de nitrogênio e fósforo dentro dos mananciais (UNEP-IETC, 2001). As formas de poluição pontuais e difusas

acarretam a degradação de ecossistemas além de prejuízos à qualidade das águas e ao abastecimento ao público (BITTENCOURT e GOBBI, 2006).

O enriquecimento de nutrientes principalmente de nitrogênio e fósforo em tanques de piscicultura é bastante comum, devido principalmente à entrada de compostos que contêm tais elementos. Entretanto, esses nutrientes associados a uma série de outros fatores bióticos e abióticos pode ocasionar prejuízos tanto ambientais quanto financeiros ao empreendimento (MAINARDES-PINTO e MERCANTE, 2003).

Nas últimas décadas, o aumento das cargas de nitrogênio e fósforo é um dos muitos fatores que atingem os ecossistemas aquáticos continentais (TUNDISI, 1999). Contudo, ainda são raros os estudos relativos às cargas de nutrientes exportados por pisciculturas.

KUBITZA (1999) e MCINTOSH e PHILLIPS (1992) *in* ARANA (2004) observaram que o alimento não consumido, a baixa qualidade nutricional e estabilidade da ração na água e os excrementos dissolvidos apresentam como efeito primário um incremento da carga de nutrientes, de sedimentação e, redução do oxigênio. Como consequência ocorrem mudanças ambientais e degradação do sistema aquático.

No presente estudo, as cargas de nutrientes do efluente, conforme apresentado nos anexos 7 e 8, não superaram os valores encontrados em efluente de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo apresentados no anexo 11, (90,88kg/dia e 28,12kg/dia de carga de nitrogênio e 10,65kg/dia e 3,21kg/dia de carga de fósforo) embora a concentração de nitrogênio e fósforo tenha superado os valores dos efluentes dos pesqueiros. Isso pode ser explicado pela diferença de vazão entre os efluentes, já que em ambos os trabalhos, a vazão de saída era alterada manualmente dependendo do volume desejado no viveiro e da demanda de água de captação.

As cargas de nitrogênio e fósforo obtidas no ponto de Mistura em todos os meses amostrados foram maiores que as cargas obtidas no próprio Efluente do

viveiro devido aos valores de vazão obtidos no ponto de Mistura serem superiores à vazão obtida no Efluente (figuras 18 e 19, anexo 12).

O alto valor de cargas encontrado no mês de janeiro/2007 no ponto de Mistura, 48kg/dia de nitrogênio e 27,11kg/dia de fósforo, está relacionado à alta vazão do ribeirão do Borba devido à grande intensidade de chuvas ocorridas na data da coleta desse mês (anexo 12 e 13).

Os valores de cargas obtidos no ponto de Mistura neste trabalho, anexo 7 ainda são menores do que os valores obtidos por FERRAREZE *et al.* (2005), apresentados no anexo 11, em estudo realizado no Rio das Cinzas (SP/PR), ambiente lótico alterado por influência antropogênica (192020kg/dia de nitrogênio e 48710kg/dia de fósforo).

5.2.3. Coeficiente de exportação de nitrogênio e fósforo

O coeficiente de exportação tanto para o fósforo como para o nitrogênio é considerado alto, visto que a área de ocupação do lago de piscicultura não é muito extensa (figuras 20 e 21 e anexo 9). Pode-se dizer que o coeficiente de fósforo encontrado neste trabalho é cem vezes superior ao encontrado por FIGUEIREDO *et al.* (2005), apresentado no anexo 11, em duas fazendas de carcinicultura, (0,00009kg/m².ano) em que seus efluentes também apresentaram concentrações superiores (0,31mg/L e 0,23mg/L de fósforo) aos limites recomendados pela Resolução CONAMA 357/05 (tabela 2).

Em trabalho realizado por MERCANTE *et al.* (2006) em efluentes de pesque – pague, foram encontrados valores de coeficiente de exportação de nitrogênio e fósforo mais elevados (anexo 11) que no presente trabalho. Esse fato pode estar relacionado não somente ao alimento fornecido por meio da ração, mas também pela adição de ceva, procedimento comumente utilizado em pesca esportiva.

As elevadas cargas de nitrogênio e fósforo e os elevados valores de coeficientes de exportação, obtidos neste estudo, indicaram que os efluentes podem contribuir com o incremento de nutrientes no corpo receptor.

6. CONCLUSÃO

- ❖ Constataram-se elevadas concentrações de fósforo e nitrogênio na água do viveiro advindo principalmente do alimento não consumido (arraçoamento) sofrendo um incremento durante o cultivo. Muito embora, a carga de fósforo e nitrogênio do efluente tenha apresentado valores abaixo do encontrado em pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, fato relacionado às diferenças no controle da vazão.
- ❖ Constatou-se que o viveiro e efluente sofreram incremento de clorofila a ao longo do ciclo de cultivo evidenciando-se que os nutrientes não foram limitantes ao desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica.
- ❖ No viveiro não foram constatadas a presença de teores de amônia tóxica devido aos baixos valores de pH. Os valores de amônia total medidos no efluente estiveram constantemente abaixo dos limites recomendados pela Resolução CONAMA indicando que o incremento de matéria orgânica advindo da ração não promoveu elevadas concentrações desse elemento.
- ❖ Todos os pontos amostrados foram classificados como eutróficos a hipereutróficos indicando um elevado grau de eutrofização do sistema estudado.
- ❖ Com relação a Resolução CONAMA constatou-se que dentre as variáveis estudadas o fósforo foi o elemento que permaneceu acima dos limites aceitáveis em todos os pontos e meses amostrados. Indicando que este foi o principal elemento que caracterizou o impacto gerado no corpo receptor.
- ❖ O fósforo mostrou-se uma ferramenta bastante adequada no que diz respeito ao monitoramento do impacto gerado pela atividade de piscicultura. Isto porque, esse elemento está relacionado diretamente ao manejo e conseqüentemente ao ciclo de cultivo mostrando-se um bom indicador do processo de eutrofização
- ❖ Sugere-se com vistas a um manejo sustentável, o controle mais efetivo da qualidade da ração fornecida bem como de sua quantidade.

- ❖ Com a finalidade de cumprir as recomendações contidas na resolução CONAMA 357/2005 o tratamento do efluente deve ser uma medida a ser considerada no controle da carga de fósforo gerada a partir do cultivo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA; AWWA; WPCF 1998. *Standard Methods for the examination of Water and Wastewater*, 20 ed. Washington, D.C: APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association, and WPCF – Water Pollution Control Federation, 1085 pp.
- ARANA, L.V. 2004. *Fundamentos de aqüicultura*. Florianópolis Ed.UFSC 349pp.
- AZEVEDO, S.M.F.O. 1998 Toxinas de cianobactérias: causas e conseqüências para a Saúde Pública,. *Medicina On Line*, 1(3): p. 1-24.
- BACCARIN, A. E.; CAMARGO, A. F. M. 2005. Characterization and evaluation of the feed management on the effluens of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48, 1, 81-90.
- BAZANTE-YAMAGUISHI, R.; LOMBARDI, J.V.; MERCANTE, C.T.J.; CARUSO, N.P.P, MOREIRA, L.E.B., PEREIRA, J.S. submetido em 2008. Análise Ecotoxicológica em Viveiro de Produção de Tilápia (*Oreochromis niloticus*), Utilizando o Cladóceros *Ceriodaphnia dubia* como Organismo-Teste. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology*
- BEARDMORE, J.J.; MAIR, G.C.; LEWIS, R. I. 1997. Biodiversity in aquatic systems in relation to aquaculture. *Aquaculture Research*, 28, 829-839.
- BITTENCOURT, S; GOBBI, E.F. 2006. Carga máxima de fósforo admissível ao reservatório Piraquara II, uma aplicação do processo TMDL, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30, 595-603.
- BOYD, C.E. 1990 *Water quality in ponds for aquaculture*. Auburn University, Alabama: Birmingham publishing Co. Alabama. 482 pp.
- BOYD, C. E. e TUCKER, C.S. 1998 *Pond aquaculture water quality management*. Massachussets: Kluwer Academic Publishers. 700pp.
- BOYD, C. E.; MASSAUT, L. 1999. Risks associated with the use of chemicals in pond aquaculture. *Aquaculture Engineering*, 20, 113-132.
- BOYD, C.E. 2003 Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture*, 226, 101-112.
- CAO, L; WANG, W.; YANG, Y.; YANG, C.; YUAN Z.; XIONG, S.; DIANA, J. 2007. Environmental Impact of Aquaculture and Countermeasures to Aquaculture Pollution in China. *Env. Sci. Pollut. Res.* 14, 7, 452-462.
- CAVERO, B.A.S.; PEREIRA – FILHO, M.; BORDINHON, A. M. 2004 Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, 39, 5, 513-516.

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de Março de 2005. Classificação da águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. <http://www.lei.adv.br/020-86.htm>, 22/02/2008
- ELER, M. N.O.; CECCARELLI, P.S.; BUFON, A.G.M. E ESPÍNDOLA, E.L.G. 2001 Mortandade de peixes (matrinxã, *Brycon cephalus*, e pacu, *Piaractus mesopotamicus*) associada a uma floração de cianobactérias em pesque-pague, município de Descalvado, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim Técnico do CEPTA*, 14 , 35-45.
- ESTEVES, F.A. 1998. *Fundamentos de limnologia*. 2ª Ed. Rio de Janeiro. Interciência, 602 pp.
- ESTEVES, K.E. e ISHIKAWA, C.M. 2006 Características gerais e práticas de manejo em pesqueiros da região metropolitana de São Paulo. *In: ESTEVES, E. K. & SANT´ANNA, C.L. (Orgs.). Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana*. São Carlos: Rima, pp.1-17.
- FAO FISHERIES DIVISION. State of World Aquaculture, 2006. *FAO Fisheries Technical paper*, v. 500. FAO, Rome, 134 pp.
- FERRAREZE, M.F.F.; NOGUEIRA, M.G.; VIANNA, N.C. 2005 Transporte de nutrientes e sedimentos no rio Paranapanema (SP/PR) e seus principais tributários nas estações seca e chuvosa *in* NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. 2005 *Ecologia de Reservatórios. Impactos potenciais, ações de manejo e sistema em casacata*. São Carlos, Rima, pp 435-559.
- FIGUEIREDO, M. C.B.; ARAÚJO, L.F.P.; GOMES, R.B.; ROSA, M.F.; PAULINO, W.D.; MORAIS, L.F.S. 2005. Impactos ambientais do lançamento de efluente da carcinicultura em águas interiores. *Eng. Sanit. Ambient.* 2, 167-174.
- GANG, Q.; CLARK, C.K.; LIU, N.; HAROLD, R.; JAMES, E.T. 2005. Aquaculture wastewater treatment and reuse by wind-driven reverse osmosis membrane technology: a pilot study on Coconut Island, Hawaii. *Aquacultural Engineering* 32, 365-378.
- HENRY, R.; SANTOS, A.A.N.; CAMARGO, Y.R. 1999. Transporte de sólidos suspensos, N e P total pelos rios Paranapanema e Taquari e uma avaliação de sua exportação na represa Jurumirim (São Paulo, Brasil) *in Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais* HENRY, R. FAPESP/Fundibio Botucatu-SP, pp. 689-710
- IWAMA, K. G. 1991. *Interactions between aquaculture and the environment*. *Critical Reviews in Environmental Control*, 21, 2, 177-216.

- KOCHBA, M.; DIAB, S.; AVNIMELECH, Y. 1994 Modeling of nitrogen transformation in intensively aerated fish ponds. *Aquaculture*, 120, 95-104
- KUBITZA, F, 1998. Qualidade da água na produção de peixes. *Panorama da Aqüicultura*. Rio de Janeiro. 8, 46, 35-41
- KUBITZA, F. 2003 *Qualidade da água no cultivo de camarões e peixes*. Jundiaí: CIP – USP Editora. 228 pp.
- KUTTY, M. N. 2005 Towards sustainable freshwater prawn aquaculture – lessons from shrimp, with special reference to Índia. *Aquaculture Research*, 36. 255-263.
- MACEDO, C. F.; SIPAÚBA -TAVARES, L. H. , 2005. Variações de nutrientes e estado trófico em viveiros seqüenciais de criação de peixes, *Acta Sci. Anim. Sci.* 27, 3, 405-411.
- MAINARDES-PINTO, C.S.R. e MERCANTE, C.T.J. 2003 Avaliação de variáveis limnológicas e suas relações com uma floração de Euglenaceae pigmentada em viveiro povoado com Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus Linnaeus*), São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, 25(2): 323-28.
- MARKER, A.F.H.; NUSCH, H.; RAI, H.; RIEMANN, B. 1980. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standartization of methods: conclusion and recomendations. *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 14, 91-106.
- MCINTOSH, R. P. 2000. Changing paradigms in shrimp farming: Low protein feeds and feeding strategies. *The Advocate*, 1, 48-50.
- MERCANTE, C.T.J. e TUCCI-MOURA, 1999. A Comparação entre os índices de Carlson e de Carlson Modificado aplicados a dois ambientes aquáticos subtropicais, São Paulo, SP. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 11, 1-14.
- MERCANTE, C.T.J.; CABIANCA, M.A.; SILVA, V.; COSTA, S.V.; ESTEVES, K.E. 2004 Water quality in fee-fishing ponds located in the São Paulo metropolitan region, Brazil: analysis of the eutrophication process. *Acta Limnológica Brasiliensia* 16, 1. 95-102.
- MERCANTE, C.T.J.; COSTA, S.V ; SILVA, V.; CABIANCA, M.A; ESTEVES, K.E. 2005. Qualidade da água em pesque-pague da região metropolitana de São Paulo (Brasil): avaliação através de fatores abióticos (período seco e chuvoso). *Acta Scientiarum* 27, 1, 1 – 7
- MERCANTE, C.T.J.; PEREIRA, J.S.; MARUYAMA, L.S.; CASTRO, P.M.G.; MENEZES, L.B.; SENDACZ, S. 2006. Cargas de nitrogênio e fósforo de efluentes de pesque e pague visando a gestão de recursos hídricos: um estudo preliminar. *in Anais do Simpósio de Recursos Hídricos Sul-Sudeste 2006 Curitiba, Paraná.*

- MERCANTE, C. T. J., MARTINS, Y. K.; CARMO, C.F.; OSTI, J.S.; MAINARDES PINTO, C.S.R.; TUCCI, A. 2007 Qualidade de água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil. *Bioikos*, Campinas, 21, 2, 79-88.
- ONO, E.A. e KUBITZA, F., 2003. *Cultivo de peixes em tanques-rede*. 2ª ed. Jundiaí, SP: Esalq-USP. 68 pp.
- PIEDRAHITA, R.H. 2003 Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*, 226, 35-44.
- SARÀ, G., 2007. Ecological effects of aquaculture on living and non-living suspended fractions of the water column: A meta-analysis. *Water Research* 41, 3187-3200.
- SARTORY e GROBELLAR 1984. Extraction of chlorophyll a from freshwater phytoplankton for spectrophotometric analysis. *Hydrobiologia*, 114, 177-187.
- SENDACZ, S.; MONTEIRO JUNIOR, A.J.; MERCANTE, C.T.J.; MENEZES, L.C.B.; MORAES, J.F. 2005 Sistemas em cascata: concentrações e cargas de nutrientes no sistema produtor Alto Tietê, São Paulo *in Ecologia de Reservatórios impactos, ações de manejo e sistemas em cascata* NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. São Carlos, Rima, pp. 417-434.
- SIPAÚBA – TAVARES, L. H. 1994 *Limnologia Aplicada à aquicultura*. São Paulo: FUNEP, 72pp.
- STEPHENS, W; FARRIS, J.L. 2004. A biomonitoring approach to aquaculture effluent characterization in channel catfish fingerling production. *Aquaculture*, 241, 319-330.
- TALBOT, C.; HOLE, R. 1997. Fish diets and the control of eutrophication resulting from aquaculture. *J. Appl. Ichthyol.*, Berlin. 10, 258-270.
- TOLEDO JR, A.P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J.; AGUDO, E.G. 1983. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação e processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. *in Anais do 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária*, Rio de Janeiro, 1, 1-34.
- TRUE, B.; JOHNSON, W.; CHEN, S. 2004. Reducing phosphorus discharge flow through aquaculture: facilities and effluent characterization. *Aquaculture Engineering*, 32, 129-144.
- TUNDISI, J.G. 1999. *Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios*. São Carlos: Rima/ IIE 247pp.

TUNDISI, J. G., 2003. *Água no século XXI: Enfrentando a escassez*. RIMA, IIE, São Carlos. 284p.

UNEP-IECT 2001. *Planejamento e gerenciamento de lagos e represa: uma abordagem integrada ao problema de eutrofização*. Rima São Carlos-SP, 385 pp.

VALDERRAMA, J.C.. 1981. The simultaneous analysis of nitrogen and phosphorus total in natural waters. *Marine Chemistry*, Amsterdam, 10, 109-122.

WETZEL, R.G. 1993 *Limnologia*. Lisboa: Fundação Caloute Gulbenkian Editora 679pp.

8. ANEXOS

Anexo 1: Níveis de significância aplicado aos pontos e aos meses de coleta ($p < 0,05$), teste de Kruskal-Wallis e teste Student –Newman – Keuls.

Variáveis	Ponto de Coleta		Mês		Diferenças ($p < 0,05$)
	H	P	H	P	
Am. total (mg/L)	2,45	0,784	4,78	0,444	---
NT ($\mu\text{g/L}$)	14,24	0,014	16,66	0,005	Pontos 1 e 2; 1 e 3; 2 e 5; 3 e 5; Meses 1 e 3; 1 e 4; 1 e 5;
PT ($\mu\text{g/L}$)	19,37	0,002	3,21	0,668	Pontos 1 e 2; 1 e 3; 1 e 4; 2 e 5; 3 e 5; 3 e 6; 4 e 5
CHL ($\mu\text{g/L}$)	23,42	<0.001	4,56	0,471	Pontos 1 e 2; 1 e 3; 2 e 4; 2 e 5; 2 e 6; 3 e 4; 3 e 5; 3 e 6

Anexo 2: Concentração de Amônia em mg/L durante um ciclo de cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) na Água de abastecimento, no Viveiro, no Efluente, Montante do ponto de mistura, no ponto de Mistura e sua Jusante.

Coleta	Abastecimento	Viveiro	Efluente	Ponto de mistura	Montante	Jusante
nov/06	0,54	0,56	0,49	0,76	0,70	0,57
dez/06	0,47	0,51	0,45	0,60	0,65	0,58
jan/07	0,45	0,45	0,59	0,54	0,49	0,50
fev/07	0,48	1,21	1,51	0,49	0,46	0,58
mar/07	0,64	1,87	1,74	0,39	0,57	0,75
final de mar/07	0,53	0,40	0,39	0,84	0,62	0,67
MÁXIMO	0,64	1,87	1,70	0,84	0,70	0,76
MÍNIMO	0,45	0,40	0,39	0,39	0,46	0,50
MÉDIA	0,52	0,83	0,86	0,60	0,58	0,61
DESVIO PADRÃO	0,07	0,59	0,59	0,17	0,09	0,09

Anexo 3: Concentração de Nitrogênio total em mg/L durante um ciclo de cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) na Água de abastecimento, no Viveiro, no Efluente, Montante do ponto de mistura, no ponto de Mistura e sua Jusante.

Coleta	Abastecimento	Viveiro	Efluente	Ponto de mistura	Montante	Jusante
nov/06	0,06	0,09	0,08	0,07	0,04	0,04
dez/06	0,04	0,47	0,48	0,16	0,05	0,17
jan/07	0,31	1,75	1,47	0,38	0,44	0,39
fev/07	0,30	2,54	3,43	0,43	0,31	0,63
mar/07	0,22	1,13	1,40	0,47	0,40	0,38
final de mar/07	0,25	0,60	0,82	0,45	0,33	0,42
MÁXIMO	0,31	2,54	3,43	0,47	0,44	0,63
MÍNIMO	0,04	0,09	0,08	0,07	0,04	0,04
MÉDIA	0,20	1,10	1,28	0,32	0,26	0,34
DESVIO PADRÃO	0,12	0,91	1,18	0,17	0,17	0,20

Anexo 4: Concentração de Fósforo total em mg/L durante um ciclo de cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) na Água de abastecimento, no Viveiro, no Efluente, Montante do ponto de mistura, no ponto de Mistura e sua Jusante.

Coleta	Abastecimento	Viveiro	Efluente	Ponto de mistura	Montante	Jusante
nov/06	0,04	0,13	0,12	0,05	0,03	0,04
dez/06	0,04	0,23	0,25	0,12	0,03	0,06
jan/07	0,04	0,22	0,20	0,07	0,15	0,10
fev/07	0,02	0,27	0,24	0,34	0,03	0,05
mar/07	0,03	0,33	0,28	0,09	0,05	0,07
final de mar/07	0,08	0,33	0,38	0,09	0,03	0,06
MÁXIMO	0,08	0,33	0,38	0,34	0,15	0,10
MÍNIMO	0,02	0,13	0,12	0,05	0,03	0,04
MÉDIA	0,04	0,25	0,24	0,13	0,05	0,06
DESVIO PADRÃO	0,02	0,07	0,09	0,11	0,05	0,02

Anexo 5: Concentração de Clorofila *a* em mg/L durante um ciclo de cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) na Água de abastecimento, no Viveiro, no Efluente, Montante do ponto de mistura, no ponto de Mistura e sua Jusante.

Coleta	Abastecimento	Viveiro	Efluente	Ponto de Mistura	Montante	Jusante
nov/06	0,0009	0,0209	0,0209	0,0009	0,0027	0,0009
dez/06	0,0018	0,0382	0,0246	0,0018	0,0009	0,0009
jan/07	0,0018	0,0728	0,0728	0,0091	0,0036	0,0064
fev/07	0,0091	0,0910	0,0610	0,0091	0,0073	0,0073
mar/07	0,0027	0,0928	0,0510	0,0046	0,0009	0,0018
final de mar/07	0,0009	0,0819	0,1371	0,0000	0,0018	0,0009
MÁXIMO	0,0091	0,0928	0,1371	0,0091	0,0073	0,0073
MÍNIMO	0,0009	0,0209	0,0209	0,0000	0,0009	0,0009
MÉDIA	0,0029	0,0663	0,0612	0,0043	0,0029	0,0030
DESVIO PADRÃO	0,0031	0,0298	0,0423	0,0041	0,0024	0,0030

Anexo 6: Índice de Estado Trófico durante um ciclo de cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*), no Viveiro e no Efluente

Coleta	Viveiro	Efluente
nov/06	67	66
dez/06	75	76
jan/07	74	74
fev/07	77	76
mar/07	80	78
final de mar/07	80	82
MÁXIMO	80	82
MÍNIMO	67	66
MÉDIA	76	75
DESVIO PADRÃO	5	6

Anexo 7: Carga de nitrogênio em kg/dia durante um ciclo de cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) na Água de abastecimento, no Efluente e no ponto de Mistura.

Coleta	Abastecimento	Efluente	Ponto de mistura
nov/06	0,0054	0,0063	0,3035
dez/06	0,0069	0,0818	0,8662
jan/07	0,0874	0,4055	78,3026
fev/07	0,0961	0,9710	8,5238
mar/07	0,0550	0,2678	4,9088
final de mar/07	0,0679	0,1409	1,0176
MÁXIMO	0,0961	0,9710	78,3026
MÍNIMO	0,0054	0,0063	0,3035
MÉDIA	0,0531	0,3122	15,6538
DESVIO PADRÃO	0,0391	0,3523	30,8535

Anexo 8: Carga de fósforo em kg/dia durante um ciclo de cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) na Água de abastecimento, no Efluente e no ponto de Mistura.

Coleta	Abastecimento	Efluente	Ponto de mistura
nov/06	0,0038	0,0088	0,1936
dez/06	0,0070	0,0423	0,5029
jan/07	0,0117	0,0566	27,1059
fev/07	0,0071	0,0670	0,7486
mar/07	0,0072	0,0543	0,6729
final de mar/07	0,0214	0,0655	0,0824
MÁXIMO	0,0214	0,0670	27,1059
MÍNIMO	0,0038	0,0088	0,0824
MÉDIA	0,0097	0,0491	4,8844
DESVIO PADRÃO	0,0062	0,0217	10,8894

Anexo 9: Coeficiente de exportação de nitrogênio e fósforo em kg/m².ano durante um ciclo de cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) no Efluente.

Coleta	Nitrogênio	Fósforo
nov/06	0,0015	0,0021
dez/06	0,0199	0,0103
jan/07	0,0987	0,0138
fev/07	0,2363	0,0163
mar/07	0,0652	0,0132
final de mar/07	0,0343	0,0159
MÁXIMO	0,2362	0,0163
MÍNIMO	0,0015	0,0021
MÉDIA	0,0760	0,0119
DESVIO PADRÃO	0,0857	0,0052

Anexo 10: pH da Água de abastecimento, do Viveiro, do Efluente, Montante do ponto de mistura, do ponto de Mistura e sua Jusante durante um ciclo de cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*).

Coleta	Abastecimento	Viveiro	Efluente	Ponto de Mistura	Montante	Jusante
nov/06	6,56	6,70	6,75	6,81	6,84	6,68
dez/06	5,41	5,43	5,59	5,43	5,47	5,04
jan/07	6,62	6,57	6,49	6,18	6,21	6,01
fev/07	6,72	6,68	6,74	6,81	6,71	6,64
mar/07	5,78	5,91	5,67	5,78	5,85	5,08
final de mar/07	6,32	5,88	6,11	6,07	5,89	5,97
MÁXIMO	6,72	6,70	6,75	6,81	6,84	6,68
MÍNIMO	5,41	5,43	5,59	5,43	5,47	5,04
MÉDIA	6,23	6,20	6,22	6,18	6,16	5,90
DESVIO PADRÃO	0,53	0,53	0,52	0,55	0,53	0,72

Anexo 11: Concentração de nitrogênio total e fósforo total, carga de nitrogênio e fósforo e seus respectivos coeficientes de exportação de alguns rios, reservatórios e empreendimento de aquicultura.

Local		[Nitrogênio] mg/L	[Fósforo] mg/L	Carga de nitrogênio Kg/dia	Carga de fósforo Kg/dia	Coeficiente de exportação de nitrogênio Kg/m ² .ano	Coeficiente de exportação de fósforo Kg/m ² .ano	Referência
Viveiro de cultivo de tilápias	Abastecimento	0,314	0,080	0,096	0,0214			Este estudo
	Efluente	3,426	0,380	0,971	0,0670	0,236	0,016	
	Ponto de mistura	0,444	0,154	78,303	27,106			
Rio das Cinzas, SP/PR		1,703	0,432	192020	48710			Ferrareze et al. (2005)
Jusante do reservatório de Taiapuêba SP		0,742	0,020	16	0,4			Sendacz et al. (2005)
Jusante do reservatório de Jundiá SP		0,337	0,017	1,46	0,07			Sendacz et al. (2005)
Fazenda de carcinicultura (1), bacia do Baixo Jaguaribe, CE	Abastecimento		0,11					Figueiredo et al. (2005)
	Efluente		0,31				0,000092	
Fazenda de carcinicultura (2), bacia do Baixo Jaguaribe, CE	Abastecimento		0,17					Figueiredo et al. (2005)
	Efluente		0,23				0,000091	
Efluente de pesqueiro, sub-bacia Tietê Cabeceiras, SP		0,683	0,080	90,88	10,65	5,53	0,65	Mercante et al. (2006)
Efluente de pesqueiro, sub-bacia Tietê Cabeceiras, SP		0,571	0,065	28,12	3,21	0,54	0,06	

Anexo 12: Vazão (L/s) da Água de abastecimento, do Efluente e do ponto de Mistura durante um ciclo de cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*).

Coleta	Abastecimento	Efluente	Ponto de mistura
nov/06	1,04	0,86	78,98
dez/06	2,14	1,95	184,73
jan/07	3,22	3,19	2040,00
fev/07	3,76	3,28	316,00
mar/07	2,88	2,22	143,00
final de mar/07	3,12	2,00	36,00
MÁXIMO	3,76	3,28	2040,00
MÍNIMO	1,04	0,86	36,00
MÉDIA	2,69	2,25	466,45
DESVIO PADRÃO	1,0	0,90	777,00

Anexo 13: Monitoramento Climatológico do município de Pindamonhangaba no período de 02 de Novembro de 2006 a 18 de Março de 2007. Em destaque o período correspondente a data da coleta.

Período	Temperatura Máxima Absoluta	Temperatura Mínima Absoluta	Média das Temperaturas Máximas	Média das Temperaturas Mínimas	Temperatura Média	Evapo-transpiração Potencial	Chuva	Chuva Acumulada Mensal	Dias Com Chuva no Mês
	(°C)					(mm)			
02/11/2006 a 05/11/2006	31,4	19,9	29,8	21,1	25,4	19	41,1	41,1	3
06/11/2006 a 08/11/2006	30,9	19,8	26,2	20,9	23,6	13	0,0	41,1	3
09/11/2006 a 12/11/2006	25,6	12,0	23,5	15,8	19,7	13	6,5	47,6	4
13/11/2006 a 15/11/2006	31,4	17,0	27,4	18,1	22,8	12	0,0	47,6	4
16/11/2006 a 19/11/2006	36,4	20,6	34,0	22,4	28,2	25	0,5	48,1	5
20/11/2006 a 22/11/2006	30,8	18,5	29,7	20,7	25,2	14	35,0	83,1	7
27/11/2006 a 29/11/2006	31,9	22,2	31,2	22,7	26,9	16	16,8	153,6	11
30/11/2006 a 03/12/2006	33,4	19,2	29,7	20,6	25,2	19	0,6	0,0	0
04/12/2006 a 06/12/2006	32,7	21,5	30,2	22,3	26,3	16	17,9	17,9	2
07/12/2006 a 10/12/2006	32,1	20,2	29,8	20,6	25,2	19	11,8	29,7	4
11/12/2006 a 13/12/2006	30,8	20,0	28,8	21,2	25,0	14	0,0	29,7	4
14/12/2006 a 17/12/2006	33,8	21,2	32,8	22,8	27,8	25	28,3	58,0	7
18/12/2006 a 20/12/2006	35,3	24,3	34,5	24,9	29,7	20	0,0	58,0	7
21/12/2006 a 24/12/2006	33,5	21,8	31,4	22,8	27,1	23	46,6	104,6	11
25/12/2006 a 27/12/2006	32,5	22,2	31,1	22,5	26,8	17	30,8	135,4	14
28/12/2006 a 31/12/2006	30,2	20,1	28,5	20,9	24,7	19	20,9	156,3	17
01/01/2007 a 03/01/2007	29,0	20,1	27,5	20,8	24,1	13	14,3	14,3	3
04/01/2007 a 07/01/2007	32,4	20,8	28,9	21,8	25,4	19	50,6	64,9	7
08/01/2007 a 10/01/2007	31,1	22,8	30,8	23,1	27,0	17	26,8	91,7	9
11/01/2007 a 14/01/2007	34,8	21,8	30,8	23,1	26,9	22	1,7	93,4	11
15/01/2007 a 17/01/2007	30,2	19,6	27,5	20,7	24,1	13	3,2	96,6	12
18/01/2007 a 21/01/2007	33,4	21,8	31,1	22,6	26,8	22	24,3	120,9	15

Período	Temperatura Máxima Absoluta	Temperatura Mínima Absoluta	Média das Temperaturas Máximas	Média das Temperaturas Mínimas	Temperatura Média	Evapo-transpiração Potencial	Chuva	Chuva Acumulada Mensal	Dias Com Chuva no Mês
	(°C)					(mm)			
22/01/2007 a 24/01/2007	29,7	20,7	27,8	21,8	24,8	14	25,2	146,1	18
29/01/2007 a 31/01/2007	30,1	24,0	29,9	24,1	27,0	17	6,7	173,3	20
01/02/2007 a 04/02/2007	33,6	18,1	32,1	21,0	26,5	21	0,6	0,6	2
05/02/2007 a 07/02/2007	33,0	21,5	31,8	22,8	27,3	16	0,0	0,6	2
08/02/2007 a 11/02/2007	30,7	22,2	27,6	23,3	25,5	18	13,6	14,2	6
12/02/2007 a 14/02/2007	30,0	17,8	27,9	19,0	23,4	11	23,1	37,3	7
15/02/2007 a 18/02/2007	34,8	20,2	31,7	20,8	26,2	20	0,0	37,3	7
19/02/2007 a 21/02/2007	32,8	22,4	31,9	22,6	27,3	16	52,8	90,1	9
22/02/2007 a 25/02/2007	33,6	17,2	33,4	20,7	27,0	21	0,0	90,1	9
26/02/2007 a 28/02/2007	33,0	19,5	31,7	20,5	26,1	15	1,4	91,5	11
05/03/2007 a 07/03/2007	35,0	19,9	34,3	20,7	27,5	14	0,0	0,0	0
08/03/2007 a 11/03/2007	34,9	19,8	33,7	20,4	27,1	19	3,2	3,2	1
12/03/2007 a 14/03/2007	34,9	20,0	33,6	20,3	27,0	14	0,0	3,2	1
15/03/2007 a 18/03/2007	32,0	21,2	30,4	22,0	26,2	18	26,1	29,3	5

CIAGRO ONLINE

Fonte: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>. – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. 05/08/2008