

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

**QUALIDADE DA ÁGUA EM VIVEIRO DE TILÁPIAS
(*Oreochromis niloticus*): CARACTERIZAÇÃO DIURNA DE
VARIÁVEIS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS.**

Yuri Keller Martins

Orientadora: Cacilda Thais Janson Mercante

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 – 2007

M386q

Martins, Yuri Keller

Qualidade da água em viveiro de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) :
caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas. / Yuri Keller Martins. –
2007.

43 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Instituto de Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos
Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento. - São Paulo, 2007.

Orientador: Cacilda Thais Janson Mercante

Bibliografia f.40-43

1. Limnologia 2. Tilápia do Nilo 3. Viveiro de piscicultura -- Qualidade da água
I. Instituto de Pesca (São Paulo) II. Título.

CDD 551.482

*Ao meu filho, Pedro Henrique, e
A toda a minha família pelo
apoio dado durante
toda a minha vida.*

*“Não sei ...se a vida é curta
ou longa demais para nós,
Mas sei que nada do que vivemos
Tem sentido, se não tocarmos o coração das pessoas”*

Cora Coralina

AGRADECIMENTOS

À Professora Dra. Cacilda Thais Janson Mercante, minha orientadora, pela sua enorme dedicação e paciência na condução deste trabalho, tornando nossa convivência agradável e produtiva.

À Dra. Cleide Schimidt Mainardes , Pesquisadora Científica do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico do Agronegócio do Vale do Paraíba, Pindamonhangaba pelo apoio prestado para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. Clóvis Ferreira do Carmo, Pesquisador Científico do Instituto de Pesca pela inestimável colaboração ao longo do desenvolvimento e execução deste projeto.

Ao Luiz Cláudio dos Santos Evangelista, técnico de laboratório, pelo auxílio nos trabalhos de campo, pelas análises de laboratório e, sobretudo pela AMIZADE construída ao longo de muitos anos.

Ao estagiário João Alexandre Saviolo Osti pela ajuda prestada ao longo de toda a execução do trabalho.

À Dra Maria Aparecida Guimarães Ribeiro e Dr. Edison Kubo pelo apoio e sugestões deste trabalho.

À Dra Cláudia Maris Ferreira e à mestranda Fernanda Menezes França pela idealização e animação de gráficos e por todo apoio recebido.

Ao Instituto de Pesca pelo apoio logístico e pela presteza de seus funcionários.

Aos meus amigos mestrandos, que ao longo desses anos se mostraram importantes na realização deste percurso.

Aos meus familiares, que sempre estão presentes em meus pensamentos e ações.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	pág. 01
1.1.OBJETIVOS.....	pág. 06
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	pág. 07
3.RESULTADOS.....	pág. 16
4.DISSCUSSÃO.....	pág. 31
5.CONCLUSÕES.....	pág. 38
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	pág. 40

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.....	pág. 10
Tabela 2.....	pág. 14
Tabela 3.....	pág. 15
Tabela 4.....	pág. 17
Tabela 5.....	pág. 30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	pág. 07
Figura 2.....	pág. 09
Figura 3.....	pág. 11
Figura 4.....	pág. 16
Figura 5.....	pág. 18
Figura 6.....	pág. 19
Figura 7.....	pág. 20
Figura 8.....	pág. 21
Figura 9.....	pág. 22
Figura 10.....	pág. 23
Figura 11.....	pág. 24
Figura 12.....	pág. 25
Figura 13.....	pág. 26
Figura 14.....	pág. 27
Figura 15.....	pág. 28
Figura 16.....	pág. 28
Figura 17.....	pág. 29
Figura 18.....	pág. 29

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo descrever o comportamento de variáveis físicas, químicas e biológicas da água de um viveiro de engorda de tilápias (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) no período diurno visando contribuir com um melhor entendimento da dinâmica e metabolismo desse sistema sugerindo propostas de manejo para melhoria da qualidade da água e da produção dos organismos. Realizou-se o levantamento de variáveis limnológicas de viveiro de piscicultura avaliando-se as oscilações diurnas (6:00 h às 20:00h a cada 2 horas de intervalo) do oxigênio dissolvido e sua porcentagem de saturação, do gás carbônico livre, da temperatura da água, da transparência da água, da condutividade elétrica, da turbidez, dos sólidos totais em suspensão, da alcalinidade total e do pH, da luminosidade incidente na água, das séries de nitrogênio e fósforo e da clorofila a. Elevados valores de fósforo e de clorofila foram obtidos, verificando-se relação de causa e efeito ou seja, a entrada de fósforo promoveu o crescimento das algas. Constatou-se estreita relação da dinâmica do oxigênio dissolvido e gás carbônico com a atividade fotossintética das algas e conseqüentemente da variação da luminosidade ao longo do dia. As oscilações obtidas de pH relacionaram-se ao baixo poder tampão da água em função dos baixos valores de alcalinidade total. Pode-se sugerir a aplicação de calcário agrícola com a finalidade de melhorar o poder tampão da água, o uso de aeradores após às 20:00h é recomendado.

Palavras-chave: limnologia, qualidade da água, viveiro de piscicultura, tilápia do Nilo,

ABSTRACT

The objective of this study is to describe the behaviour of the physical, chemical and biological variables of a fish ponds with Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) during the daytime, in order to contribute to a better understanding of the dynamics and metabolism of this system, and to suggest management proposals to obtain both an increase of the water quality and of the production of organisms. Limnological variables of a fish ponds were evaluated through diurnal fluctuations (from 6:00h to 20:00h at intervals of 2 hours) of dissolved oxygen and the saturation, free CO₂, water temperature, transparency, electric conductivity, turbidity, total suspended solids, total alkalinity, and pH, as well as water incident luminosity, nitrogen and phosphorus series and chlorophyll a. High values of phosphorus and chlorophyll were obtained, and a cause and effect relationship was observed, the phosphorus promoted the increase of algae. It was observed a strong relationship of the dissolved oxygen and CO₂ with the photosynthetic activity of the algae and consequently the changes of luminosity along the day. The pH fluctuations observed are related to the low buffer potential of the water due to the low total alkalinity values. It is suggested the addition of calcium carbonate to increase the buffer potential of the water and the use of aerators after 20:00h.

Key-words: limnology, water quality, fish ponds, Nile Tilapia

1. INTRODUÇÃO

A aqüicultura, ou cultivo de organismos aquáticos, na qual está inserida a piscicultura, 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, 1999).

Conforme citado pelos referidos autores a produção mundial de pescado proveniente da aqüicultura que representava cerca de 10,1 milhões de toneladas em 1984, passou a 32,9 milhões de toneladas em 1999, com 60% desta produção cultivada em água doce.

Ainda segundo a FAO, o peixe é considerado alimento nobre e aliado a isso o declínio dos estoques pesqueiros mundiais tem tornado a piscicultura uma atividade fundamental para a manutenção da oferta destes produtos.

Neste sentido, as pesquisas voltadas a estudar a reprodução, o crescimento e a 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, pesquisas que visem avaliar sua qualidade visando à criação de organismos aquáticos é bastante importante. É sabido que a saúde dos peixes e outros organismos aquáticos dependem de uma boa qualidade da água.

Diversos autores destacam que a manutenção da qualidade de água em viveiros de piscicultura é requisito básico para o sucesso econômico do sistema produtivo.

Esta qualidade pode ser influenciada por vários fatores como, por exemplo, a origem da fonte de abastecimento de água e manejo alimentar (SIPAÚBA-

TAVARES, 1994; BOYD e TUCKER, 1998; ELER *et al.*, 2001; KUBITZA, 2003; ARANA, (2004).

De acordo com OLIVEIRA *et. al* (1992) é sabido que estes viveiros de piscicultura abrigam uma comunidade biótica bem diversificada, desde produtores primários, a produtores secundários e decompositores. Entretanto, as espécies existentes nestes ambientes dependem fundamentalmente da qualidade da água, indicada por variáveis físicas, químicas e biológicas.

O viveiro de piscicultura funciona como um ecossistema artificial onde fatores alóctones (externos), como entradas de alimentos e fertilizantes são tão essenciais quanto os autóctones (internos) que desempenham importante papel no ecossistema e onde as condições abióticas e bióticas podem ser parcialmente manipuladas (PAYNE, 1986).

A matéria orgânica advinda de fontes externas (esterco, ração, material dissolvido ou particulado), ou de fontes internas (fezes e restos de plantas e animais aquáticos) contribuem para o enriquecimento da água do viveiro.

O enriquecimento artificial do ecossistema aquático principalmente de nitrogênio e fósforo promove o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas muitas vezes ocasionando mortandade de peixes devido ao déficit de oxigênio dissolvido na água este processo denominado de eutrofização ocorre comumente em viveiros de criação de organismos aquáticos.

Diversos fatores climáticos, bióticos e abióticos interagem entre si influenciando o metabolismo desses sistemas. Para garantir o sucesso do cultivo deve-se procurar um equilíbrio dinâmico de todos os parâmetros físicos, químicos, biológicos e tecnológicos sob uma forma sustentável, ou seja, ser capaz de atender tanto as necessidades sociais, quanto ambientais e econômicas do empreendimento ARANA (2004).

Com relação aos fatores abióticos MERCANTE *et al.* (2005) em estudo limnológico realizado em pesqueiros, verificaram acidez das águas, elevados valores de condutividade elétrica, baixos valores de alcalinidade total (baixo poder tampão) e níveis elevados de saturação de oxigênio dissolvido.

PEREIRA e MERCANTE (2005) discutiram sobre a toxicidade da amônia na piscicultura e ressaltaram a importância de um controle da quantidade e da qualidade do alimento fornecido aos organismos aquáticos, bem como um controle adequado do fluxo da água para evitar o acúmulo da matéria orgânica nos sistemas de criação. Tais recomendações visam à manutenção da qualidade da água nos sistemas de criação de peixes.

Ainda MERCANTE *et al.* (2004) verificaram pouca influência sazonal sobre as variáveis bióticas e abióticas nos pesqueiros estudados. As variáveis mais fortemente relacionadas com a dinâmica desses ambientes foram temperatura da água e pH. Sugeriram os autores que a principal função de força desses sistemas foi o manejo hídrico e alimentar empregados.

As oscilações nos diversos parâmetros limnológicos dos viveiros de piscicultura definem em linhas gerais, as condições da qualidade da água, para a produção do plâncton, interferindo na capacidade de produção bem como na qualidade dos organismos produzidos (SÁ-JUNIOR e SIPAÚBA-TAVARES, 1997).

Conforme estudo realizado por SOUZA *et al.* (2000) o arraçoamento diário e o tempo de residência da água em viveiros de pacu interferiram diretamente nas variáveis limnológicas.

SILVA *et al.* (2002) avaliaram o desempenho produtivo de tilápia do Nilo estocados em diferentes densidades e diferentes tempos de renovação da água monitorando concomitantemente os principais parâmetros limnológicos da água.

De acordo com SIPAÚBA-TAVARES *et al.* (2006) em estudo relacionando parâmetros limnológicos e as respostas da comunidade planctônica o uso de fertilizantes promoveu maior crescimento de peixes e maior abundância de organismos planctônicos, obtendo-se melhores resultados para o fertilizante inorgânico.

Trabalhos em pesqueiros da região metropolitana de São Paulo evidenciaram condições precárias com relação à qualidade da água tanto no que diz respeito aos impactos ambientais gerados pela atividade quanto com relação a saúde pública.

ESTEVES e ISHIKAWA (2006) relataram a diversidade de procedimentos e produtos utilizados no manejo de viveiros evidenciando a necessidade se estabelecer programas adequados de alimentação que utilizem ração de boa qualidade e forneçam quantidades que não ultrapassemos limites de arraçoamento diários capazes de serem suportados em cada ambiente.

MERCANTE *et al.* (2006) colaborando no mesmo estudo citado acima constataram a necessidade de um controle da entrada de nitrogênio e fósforo por meio do conhecimento prévio da quantidade e da qualidade da ração introduzida, da entrada de ceva e do controle da vazão como forma de manutenção de uma boa qualidade da água em viveiros.

MORITA *et al.* (2006) constataram a presença de coliformes fecais e salmonelas nos mesmos pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, relacionando essa presença a criação de animais e manejo agrícola no entorno dos viveiros.

Ainda, HONDA *et al.* (2006) verificaram a presença de cianotoxinas em 60% dos pesqueiros relacionando esse fato ao intenso processo de eutrofização desses ambientes em função do manejo empregado.

Com relação aos impactos ambientais gerados pela atividade de aquicultura o conhecimento dos diversos fatores que atuam no metabolismo desses sistemas pode fornecer subsídios para minimizar tais impactos causados pelo lançamento de efluentes.

Com base no exposto, entende-se que estudos que visem fornecer subsídios para o melhor entendimento das inter-relações que regem os sistemas aquaculturais são de fundamental importância para a manutenção da atividade.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve por objetivo descrever o comportamento de variáveis físicas, químicas e biológicas da água de um viveiro de engorda de tilápias (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) no período diurno visando contribuir com um melhor entendimento da dinâmica e metabolismo desse sistema sugerindo propostas de adequações com relação ao manejo empregado para melhoria da qualidade da água do viveiro e do corpo receptor.

1.1..2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Realizar caracterização limnológica da água do viveiro de engorda de tilápias;
- Descrever as oscilações diárias da luminosidade incidente na coluna da água, do pH, do gás carbônico e do oxigênio dissolvido visando inferir sobre a atividade fotossintética do fitoplâncton.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico do Agronegócio do Vale do Paraíba, município de Pindamonhangaba localizado a 22° C 55´S, 45° 27´W, no Estado de São Paulo (Figura 1).



Figura 1. Localização do Município de Pindamonhangaba, Estado de São Paulo

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Latitude Sul.....22°55'50"

Longitude Ocidental.....45°27'22"

DADOS FÍSICOS

Área do Município.....731,90 Km²

Área do Distrito de Moreira César.....213,00 Km²

Área Urbana (Distrito Sede).....176,45 Km²

Área Rural (Distrito Sede).....342,45 Km²

CLIMA E PLUVIOMETRIA:

Clima : sub-tropical quente, inverno seco com baixa pluviosidade.

Temperaturas Médias Anuais : 17° C a 20° C

Temperaturas Verão : Mínima = 21° C e Máxima = 32° C

Umidade Relativa do Ar : média anual = 75,9%

Temperatura do Ar : 20,4° C

Pluviometria :

Precipitação Pluviométrica : média anual = 1000 mm (chuvas bem distribuídas durante o ano)

RIOS :

Principal : Rio Paraíba do Sul

Afluentes : Rio Piracuama; Rio Una; Ribeirão do Curtume; Ribeirão dos Surdos e Ribeirão Grande.

Um único viveiro visando a engorda de tilápias foi utilizado para a realização deste estudo (Figura 2).



Figura 2 Vista geral de viveiro de engorda de tilápias do Nilo(*Oreochromis niloticus*).

O preparo para a colocação dos peixes foi feito no mês de novembro de 2005 sendo que os animais pesavam inicialmente 130g. O arraçoamento foi diário utilizando-se ração peletizada constituída de 28% de proteína bruta na quantidade de 2% da biomassa de peixes. No final do cultivo (após 5 meses – abril/2006) os peixes atingiram 600g (Tabela 1).

Tabela 1. Dados do manejo empregado no viveiro de engorda de tilápias num ciclo de cultivo (novembro/2005 a abril/2006).

MANEJO	
início	nov/05
término	abr/06
área (m ²)	1500 m ² (30 x 50m)
profundidade média (m)	1
vazão (L/min)	60
Tempo de residência estimado (dias)	17
tempo de cultivo (meses)	5
peso médio inicial (g)	130
peso médio final (g)	600
número de peixes	3.150
densidade (peixes/m ²)	2
tipo de ração	peletizada
porcentagem de proteína bruta	28
quantidade de ração diária (%/biomassa)	2

As coletas foram realizadas no mês de março de 2006 durante 3 dias consecutivos (02/03, 03/03, 04/03/2006). A cada dia em horários determinados quais sejam: 6:00h, 8:00h, 10:00h, 12:00h, 14:00h, 16:00h; 18:00h e 20:00h foram amostradas, através de coleta na sub-superfície da coluna d'água com auxílio de garrafa Van Dorn.

No mesmo dia e horários, através de sonda multiparâmetros marca Horiba U-22 (Figura 3) foram determinados na sub-superfície: temperatura da água, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido e pH.



Figura 3. Equipamento multiparâmetros (Horiba U-22)

A biomassa fitoplanctônica foi estimada através da concentração de clorofila **a**. Para tanto, as amostras foram coletadas na sub-superfície da coluna d'água, com auxílio de garrafa Van Dorn.

A água foi transferida para frascos de polietileno de 1L de capacidade (envoltos com papel alumínio) e mantidos em isopor com gelo até a chegada ao laboratório, onde as amostras foram filtradas imediatamente em bomba a vácuo. Para a filtração foram utilizados filtros Millipore com 45 μ m de tamanho de poro.

A técnica de extração dos pigmentos foi realizada através do etanol 90% utilizado como solvente orgânico. A técnica e a descrição do método foi baseado em MARKER *et al.* (1980) e SARTORY e GROBELLAR (1984).

Para análise do fósforo total, nitrogênio total, nitrito, nitrato e amônia total as amostras foram coletadas através de garrafa Van Dorn e transferidas para frascos de polietileno de 1L de capacidade levadas ao laboratório sendo o nitrogênio total e fósforo total imediatamente congelados. As séries inorgânicas foram filtradas imediatamente em bomba a vácuo. Para a filtração foram utilizados filtros Millipore com 0,45 μ m de tamanho de poro.

As análises do fósforo total e nitrogênio total foram feitas simultaneamente seguindo as técnicas descritas em VALDERRANA (1981); nitrito e nitrato Griess modificado GINÉ *et al.* (1980); amônia total Nessler APHA (1979).

A análise da alcalinidade seguiu o método descrito em GOLTERMAN e CLYMO (1978) utilizando-se um phmetro e uma bureta comum com precisão de 0,05ml. Os resultados foram obtidos em miliequivalentes por litro.

Para se obter os valores de gás carbônico livre, primeiramente os valores obtidos de alcalinidade foram transformados em miliequivalentes por litro para miligramas por litro de carbonato de cálcio, bastando multiplicar os primeiros

valores por 50 WETZEL (1993). O cálculo para se obter o gás carbônico livre foi baseado na metodologia descrita em COLE (1979). Nos casos em que o pH estiver acima de 6,0 somente se multiplicará os valores de alcalinidade em mg/L por um fator correspondente (COLE, 1979).

Através do uso de um luxímetro foram registrados a luz incidente na sub-superfície da coluna d'água a cada dia e horários determinados permitindo estimar a radiação fotossinteticamente ativa e com isto inferir sobre o metabolismo da comunidade fitoplanctônica presente nesse sistema.

Aos resultados aplicou-se teste estatístico para verificar se ocorreram diferenças significativas entre as horas do dia e as variáveis amostradas (testes de hipóteses bivariados) através da análise de variância e teste de Tukey para dados paramétricos e teste de Kruskal-Wallis para não paramétricos.

A partir das descrições estatísticas, procedeu-se um teste de normalidade. Na tabela abaixo constam os valores de p, referência 0,05, se acima, normal (em **negrito**) (teste paramétrico) se abaixo, não normal (teste não paramétrico).

Tabela 2. Resultado dos testes de normalidade aplicado às variáveis limnológicas

Variável	valor de p
Hora	0,241
Gás carbônico	< 0,000
pH	0,012
Alcalinidade Total	< 0,000
Turbidez	---
STS	< 0,000
Condutividade elétrica	0,024
Oxigênio dissolvido	0,063
Porcentagem de saturação	0,056
Temperatura da água	0,763
Luz	< 0,000
Clorofila a	0,094
Nitrito	0,050
Nitrato	< 0,000
Nitrogênio total	0,040
Amônia total	0,038
Amônia não ionizada	< 0,000
Fósforo solúvel rreativo	0,102
Fósforo total	0,041

Os testes de hipótese subseqüentes seguiram ou linha paramétrica (análise de variância) e, a posteriori teste de Tukey (se a diferença foi significativa) ou a não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis). Em ambos, pode-se considerar o valor de p (0,05) para as diferenças significativas ou não, sempre bicaudal, pois nossa hipótese nula considera “não igual”, mas não “superior a” ou “inferior a”, que seria o caso monocaudal.

A Tabela 3 apresenta os valores de referência utilizados para a verificação das variáveis que estiveram dentro ou fora dos limites aceitáveis para uma boa qualidade da água.

Tabela 3 Parâmetros de qualidade da água baseados nas recomendações do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005 de acordo com a classe 2 que classifica águas destinadas à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de organismos aquáticos ao consumo humano. Valores não contemplados pela resolução estão indicados com numeração a qual refere-se a literatura específica sobre o assunto, modificado de Mercante *et al.* (2006).

parâmetros	valor de referência
transparência da água (m)	0,40-0,60 ⁽¹⁾
temperatura da água (°C)	28-32 ⁽¹⁾
pH	6,5-8,0
Oxigênio dissolvido (mg/L)	>5,0
Gás carbônico (mg/L)	≤5,0 ⁽⁴⁾
Turbidez (NTU)	≤100
condutividade elétrica (μS/cm)	23-71 ⁽²⁾
Alcalinidade total (mg /L CaCO ₃)	>20 ⁽²⁾
Fósforo total (mg/L)	≤ 0,030
nitrogênio amoniacal total (mg/L de N)	≤ 2,0 ⁽³⁾
íon nitrato (mg/L)	≤ 10,0
íon nitrito (mg/L)	≤ 1,0
clorofila a (mg/L)	≤ 0,030

(1) KUBITZA (1999) (para os peixes de espécies tropicais)

(2) SIPAÚBA-TAVARES (1994)

(3) quando $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$

(4) BOYD e TUCKER (1998)

3.RESULTADOS

Com relação às medidas de pH nota-se através da Figura 4 e Tabela 4 ($p = 0,018$) que ao longo das horas ocorreu oscilação desta variável, repetindo-se esta tendência durante os demais dias de amostragem. Os resultados indicaram uma relativa acidez nas primeiras horas da manhã (6:00 às 10:00h) variando entre 5,6 a 6,4. A partir das 12:00h ocorreu aumento do pH com valor máximo de 7,9 (Tabela 2), mesmo assim este permaneceu dentro dos limites aceitáveis (Tabela 3).

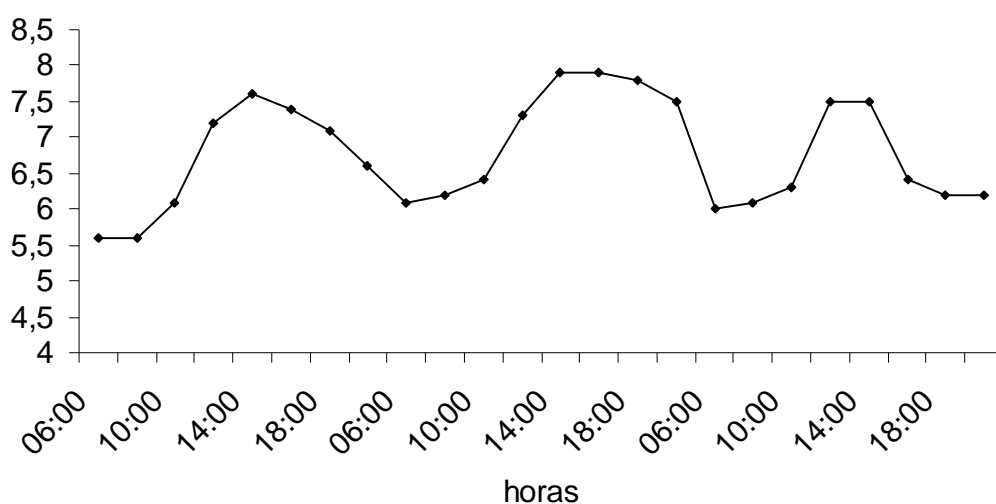


Figura 4. Valores de pH medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

Tabela 4. Variáveis físicas, químicas e biológicas em viveiro de piscicultura, Pindamonhangaba, São Paulo, levantamento diurno, valores mínimos, médios, máximos e desvio-padrão.

variáveis	mínimo	médio	máximo	desvio padrão	N
pH	5,60	6,98	7,90	0,79	24
Temperatura da água °C	27,00	29,98	31,80	1,26	24
Temperatura do ar °C	26	29,5	34	2,35	24
Transparência da água (m)	0,25	0,30	0,35	4,15	24
Condutividade elétrica (µS/cm)	79,00	91,58	101,00	7,96	24
Turbidez (NTU)	90,00	90,00	90,00	0	24
Oxigênio dissolvido (mg/L)	4,30	8,70	12,40	2,38	24
% de saturação	59,00	121,00	176,00	34,56	24
CO ₂ (mg/L)	0,69	27,66	132,74	36,8	24
Alcalinidade total (mg/L CaCO ₃)	22,72	26,41	27,26	1,3	24
Sólidos totais em suspensão (mg/L)	50,0	60,0	70,0	0,01	24
Amônia total (mg/L)	0,29	0,37	0,42	0,04	24
Amônia não ionizada (mg/L NH ₃)	0,00	0,01	0,03	0,01	24
Nitrito (µg/L)	4,90	7,50	9,90	1,56	24
Nitrato (µg/L)	0,11	0,12	0,13	0,01	24
Nitrogênio total (mg/L)	0,42	0,51	0,58	0,05	24
Fósforo solúvel reativo(mg/L)	0,022	0,023	0,025	0,81	24
Fósforo total (mg/L)	0,036	0,037	0,039	0,72	24
Clorofila a (µg/L)	3,40	7,63	14,30	2,92	24
Luz (µmol.m ⁻² .s ⁻¹)	0,00	36812,75	168065,84	47020	24

Pode-se verificar através da Tabela 4 ($p = 0,004$) que a luminosidade variou significativamente com as horas do dia (Figura 5) com valores entre 0,00 e 168065,84 ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

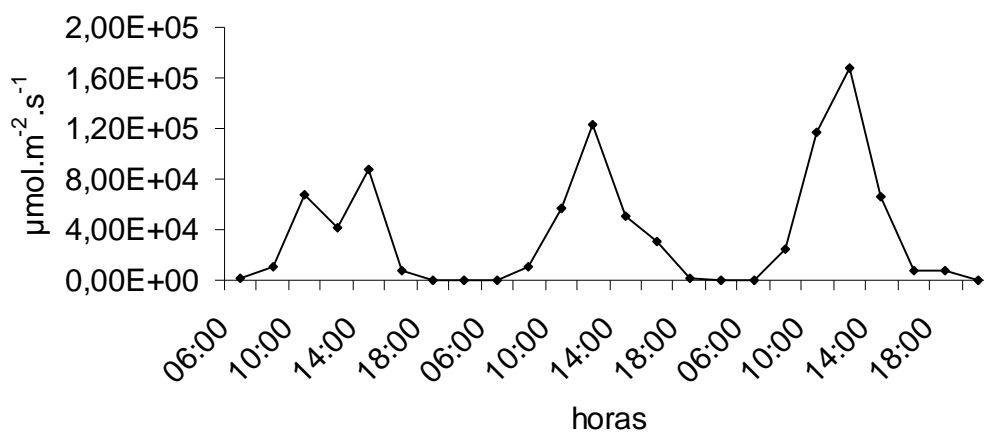


Figura 5. Valores de radiação sub aquática ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) incidente na zona eufótica medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

A alcalinidade total manteve-se praticamente constante ao longo das horas e dos dias valor máximo obtido foi de 27,26 mg/L (Tabela 2).

A condutividade elétrica (Figura 6 e Tabela 2) manteve-se constantemente acima de 79 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de acordo com os valores de referência (Tabela 3)

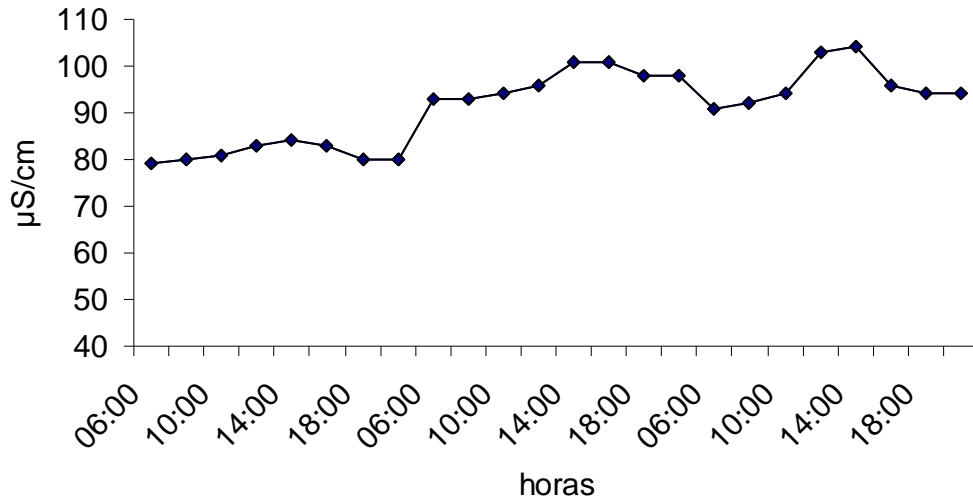


Figura 6. Valores da condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

As medidas de turbidez da água (Tabela 2) estiveram constantemente no valor de 90 NTU.

Ao longo do dia verificaram-se variações na temperatura da água de até 3° C (Tabela 2 e Tabela 4 onde $p = 0,006$), sendo que nas primeiras horas da manhã (6:00h) durante os 3 dias consecutivos foram medidos os menores valores respectivamente de 27° C (02 de março), 28,7° C (03 de março) e 29,5° C (04 de março), o máximo valor de 32,8° C foi obtido às 14:00h do terceiro dia (Figura 7).

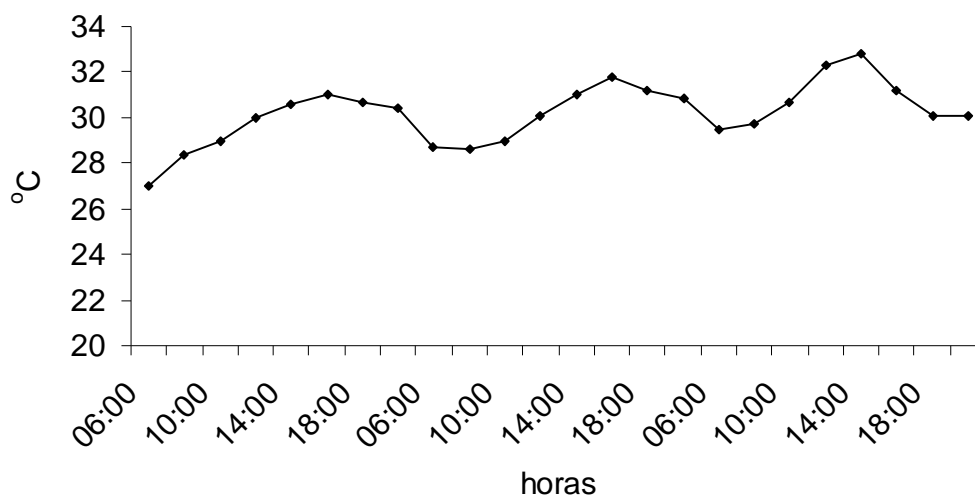


Figura 7. Valores de temperatura da água medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

Os teores de oxigênio dissolvido variaram ao longo das horas do dia (Tabela 4 onde $p = 0,000$), nas primeiras horas da manhã os valores mais baixos foram observados (mínimo de 4,3 mg/L às 6:00h no primeiro dia de amostragem) e, no período da tarde entre 14:00 e 16:00h teores acima de 10 mg/L foram medidos (Figura 8).

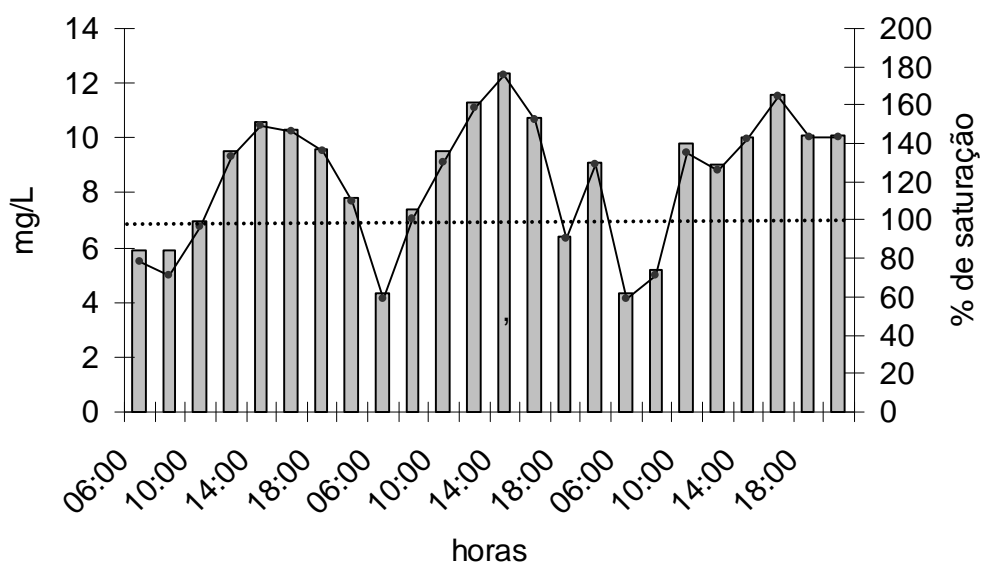


Figura 8. Teor de oxigênio dissolvido (mg/L) e porcentagem de saturação medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

As concentrações de CO₂ (Figura 9) obtidas no viveiro variaram entre 0,70 mg/L (14:00 e 16:00h do 2º dia) a 132,74 mg/L (6:00 e 8:00h do 1º dia), os valores mais elevados foram verificados nas primeiras horas do dia (Figura 4 e Tabela 4 onde p = 0,013).

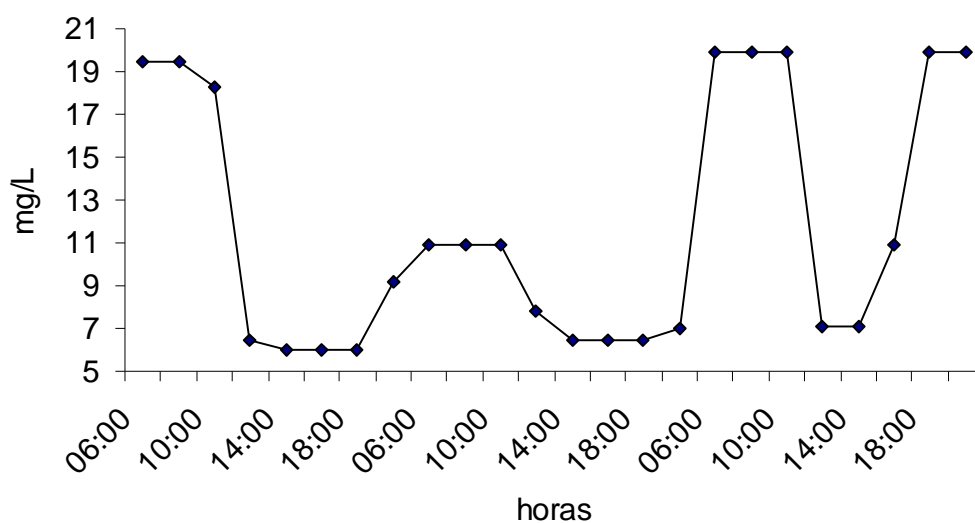


Figura 9. Teor de gás carbônico livre (mg/L) medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

A relação entre o gás carbônico livre e os teores de oxigênio dissolvido podem ser vistos através da Figura 10.

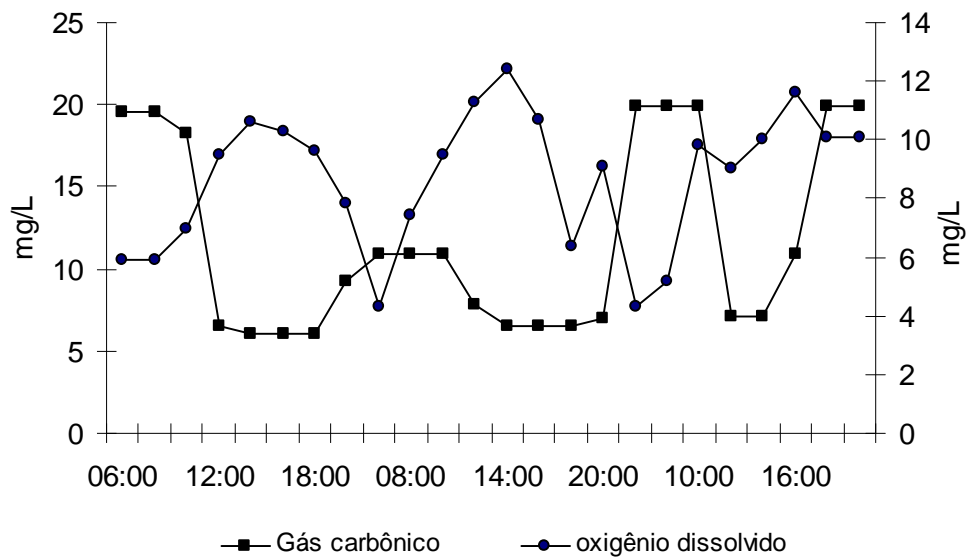


Figura 10. Relação entre gás carbônico livre (mg/L) e oxigênio dissolvido (mg/L) medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

Os valores obtidos de clorofila **a** visando a estimativa da biomassa fitoplanctônica variaram entre 3,4 e 14,30 $\mu\text{g/L}$ (Tabela 2). Através da Tabela 4 observou-se que as concentrações de clorofila **a** variaram significativamente ($p=0,004$) com as horas do dia evidenciando-se valores mais elevados às 16:00 durante os 3 dias consecutivos (Figura 11).

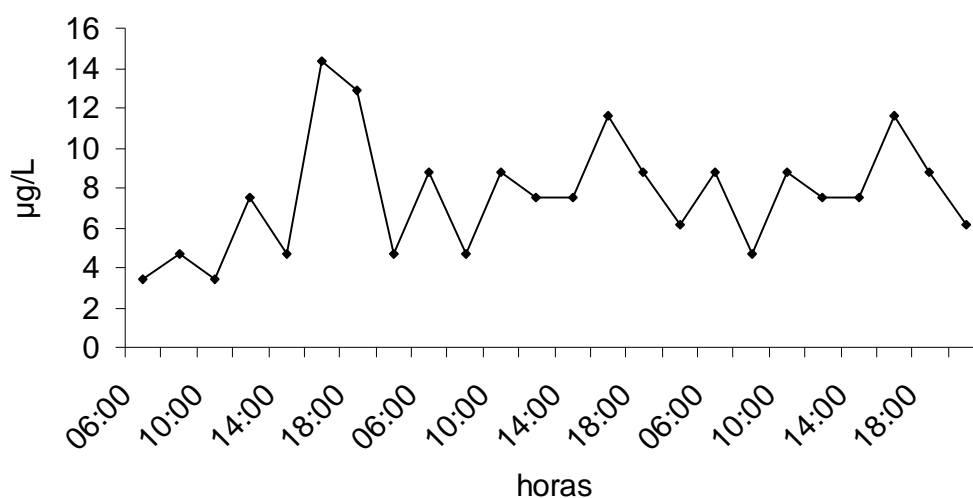


Figura 11. Valores de clorofila a ($\mu\text{g/L}$) medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

Ao longo dos 3 dias consecutivos de estudo as concentrações de fósforo solúvel reativo ou ortofosfato (PO_4^{3-}) que é o elemento biologicamente assimilável manteve-se constantemente acima de 20 $\mu\text{g/L}$ de P (Figura 12), nota-se pela Tabela 4 que este elemento variou significativamente com as horas do dia ($p = 0,022$).

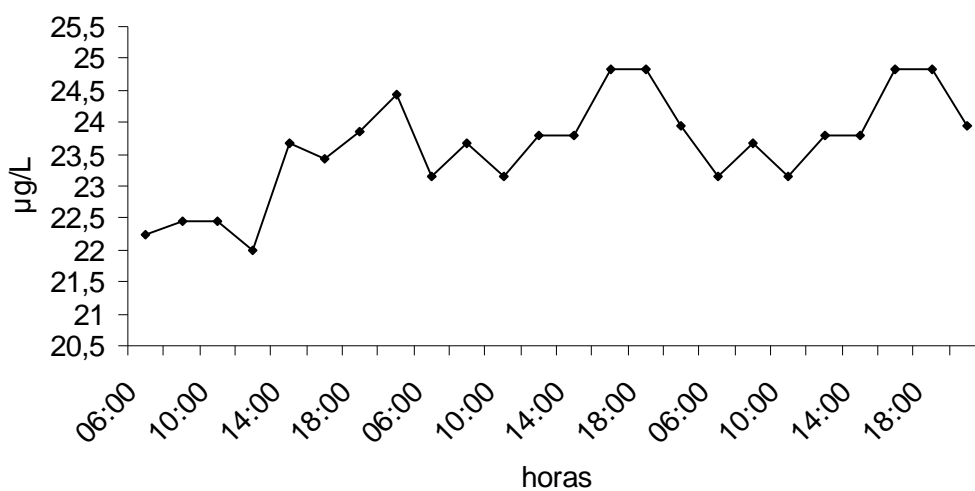


Figura 12. Concentrações de fósforo solúvel reativo ($\mu\text{g/L}$) medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006

As elevadas concentrações de fósforo total verificada neste estudo (Tabela 2) corroboram o fato de o viveiro apresentar elevados teores de matéria orgânica e inorgânica. De acordo com a Tabela 3 as concentrações observadas ultrapassaram os limites superiores aceitáveis (de até 0,030 mg/L) sendo que a média de fósforo total no viveiro foi de 0,036 mg/L com valor máximo de 0,039 mg/L (Figura 13).

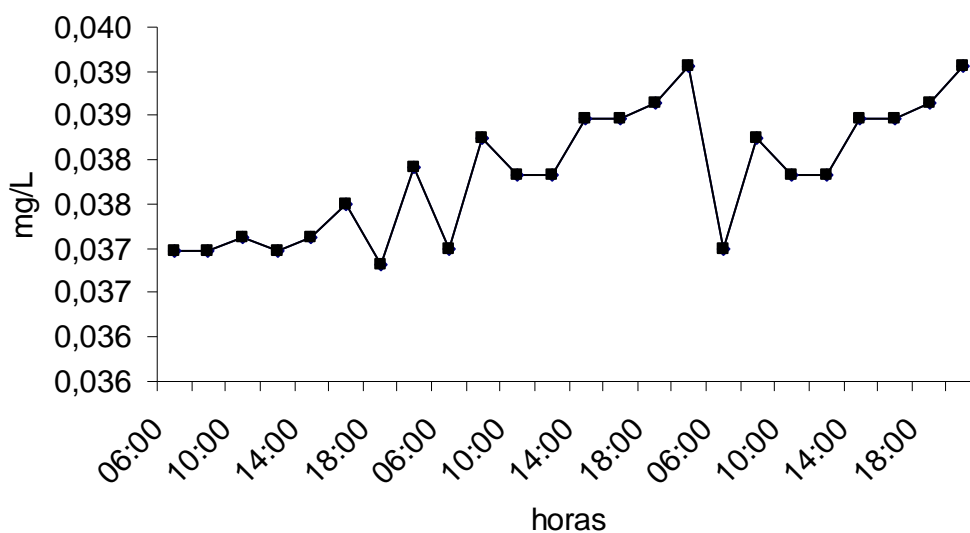


Figura 13. Concentrações de fósforo total (mg/L) medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

Com relação às formas nitrogenadas verificou-se que as concentrações máximas obtidas de amônia total (0,42 mg/L), nitrato (0,13 mg/L) , nitrito (0,01 mg/L) e nitrogênio total (0,58 mg/L) mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis para o cultivo (Figuras 14 a 17 e Tabela 3). O cálculo para obtenção da amônia não ionizada resultou em valores entre 0,0002 a 0,03 mg/L, também dentro dos limites aceitáveis (Figura 18 e Tabela 4 onde $p = 0,028$).

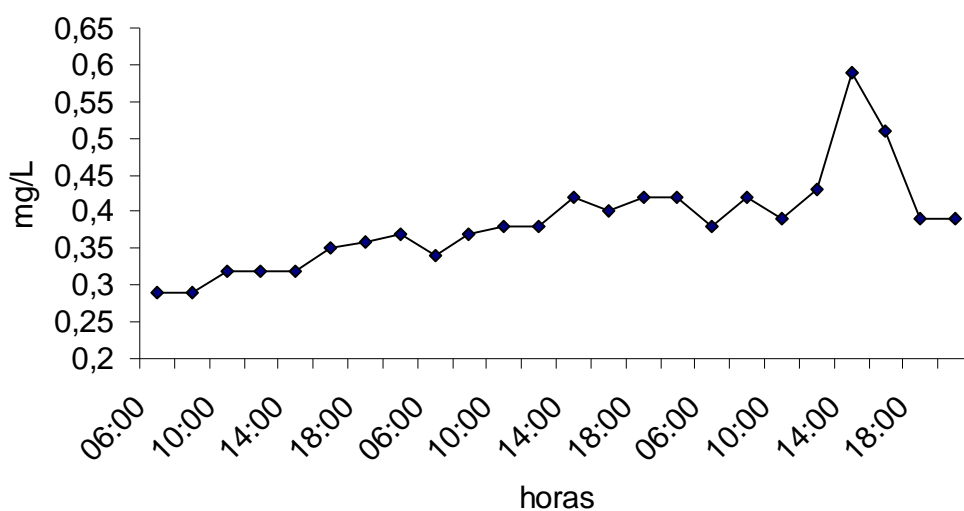


Figura 14. Concentrações de amônia total (mg/L) medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

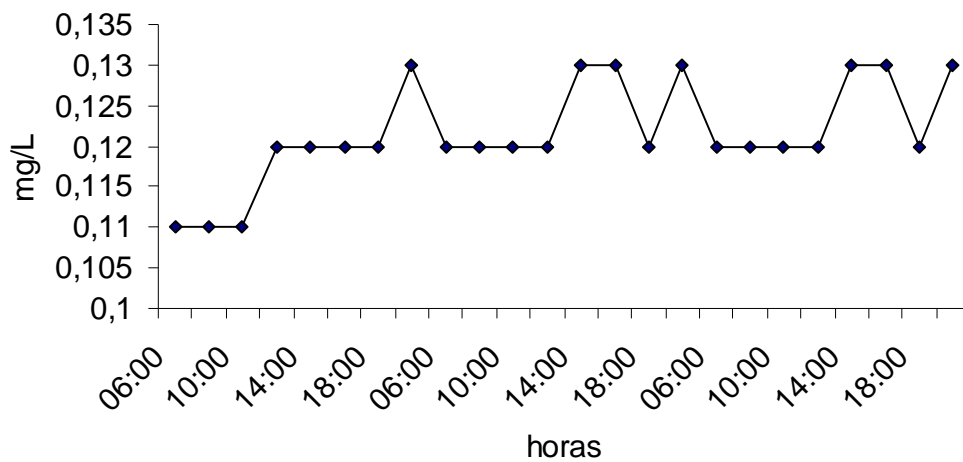


Figura 15. Concentrações de nitrato ($\mu\text{g/L}$) medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

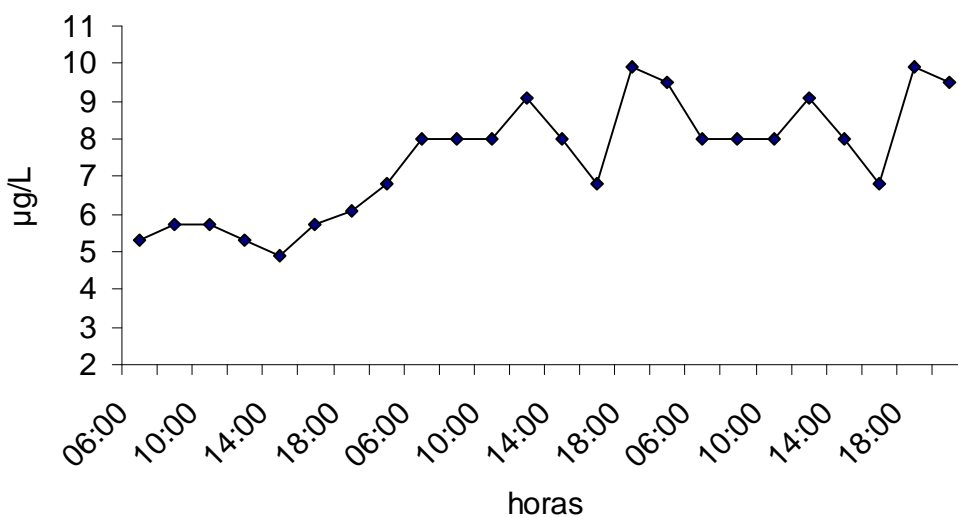


Figura 16. Concentrações de nitrito ($\mu\text{g/L}$) medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

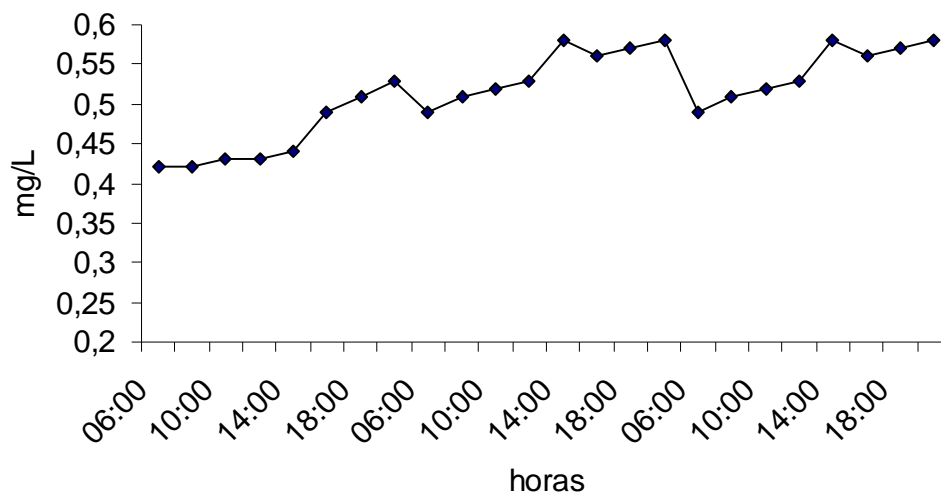


Figura 17. Concentrações de nitrogênio total (mg/L) medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

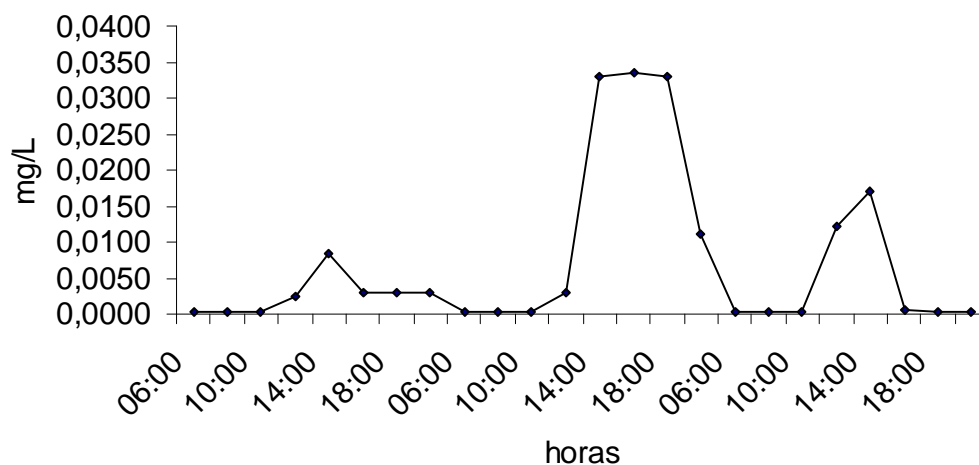


Figura 18. Concentrações de amônia não ionizada (mg/L) medidos em viveiro de engorda de tilápias no período diurno por 3 dias consecutivos: 02/03/2006; 03/03/2006 e 04/03/2006.

Tabela 5 Nível de significância ($p < 0,05$) calculado para as variáveis limnológicas analisadas através da variação diurna em viveiro de engorda de tilápias.

variáveis	p
Temperatura da água	0,006*
pH	0,018*
Oxigênio dissolvido	0,000*
% Saturação do oxigênio	0,000*
Sólidos totais em suspensão	0,958**
Condutividade elétrica	0,575**
Gás carbônico	0,013*
Clorofila a	0,004*
Luz	0,004*
nitrito	0,682**
nitrato	0,030*
Nitrogênio total	0,132**
Amônia total	0,717**
Amônia não ionizada	0,028*
Fósforo sol. reativo	0,022*
Fósforo total	0,196**

Onde: * significativo e ** não significativo

4.DISSCUSSÃO

O presente estudo foi realizado na fase final do cultivo de tilápias onde esperava-se um incremento do fitoplâncton em função do acúmulo de matéria orgânica devido ao arraçoamento. O fitoplâncton é comumente encontrado nos tanques de aquicultura sendo considerado um componente essencial na maioria desses sistemas (BOYD e TUCKER, 1998). No presente estudo foram observados valores de clorofila *a* acima de 0,030 mg/L indicando elevada biomassa fitoplanctônica. As medidas da profundidade do disco de Secchi fornecem uma estimativa da biomassa fitoplanctônica presente na água e é um parâmetro muito utilizado em tanques de piscicultura para a avaliação da qualidade da água. As medidas de transparência de água de 0,35 m corroboram os elevados valores de clorofila *a* verificados neste estudo. De acordo com a Tabela 3 valores entre 0,40 e 0,60 m de transparência da água são ideais para cultivo de peixes.

Os resultados obtidos tanto de clorofila *a* como de transparência da água evidenciaram um intenso processo fotossintético que muito provavelmente direcionou o metabolismo do sistema.

Esta questão pode ser corroborada pelas oscilações diárias do pH (Figura 5) as quais evidenciaram nitidamente a relação entre a liberação de oxigênio dissolvido durante o dia e a diminuição do gás carbônico, observando-se o inverso ao entardecer (Figura 10 e 11). Os valores de pH foram mais baixos nas primeiras horas da manhã elevando-se entre 12:00 e 14:00h.

Durante o dia a ligeira elevação do pH pode ser relacionada à remoção dos gás carbônico pelo uso na fotossíntese, ao entardecer o processo de fotossíntese cessa e o gás carbônico se acumula na água promovendo acidez do meio, causando o declínio do pH.

Esta atividade fotossintética do fitoplâncton pode ser nitidamente evidenciada através da intensidade luminosa medida neste estudo.

Conforme demonstraram os resultados (Figura 6 e Tabela 4) verificou-se uma variação significativa ($p < 0,05$) da luz com as horas do dia. Segundo Wetzel (1983) os fatores que influenciam a eficiência do lago na conversão de energia solar em energia química potencial, são essenciais para a produtividade desse sistema causando efeitos nos ciclos de nutrientes, na distribuição dos gases dissolvidos, nos organismos existentes no ambiente e em adaptações de comportamento desses organismos.

Em função da atividade fotossintética das algas a qual libera oxigênio para a coluna da água durante o dia é possível relacionar os teores de oxigênio dissolvido obtidos neste estudo com o metabolismo das algas.

Através do cálculo da porcentagem de saturação do oxigênio pode-se evidenciar nitidamente a relação entre a atividade fotossintética das algas com a dinâmica do oxigênio no sistema estudado.

Como apresentado na Figura 9 verifica-se uma elevada atividade fotossintética a partir das 12:00h até às 18:00h ocorrendo super saturação do oxigênio de até 180% indicando intensa liberação deste gás.

A supersaturação do oxigênio dissolvido no período entre 10:00h e 14:00h e a subsaturação ao entardecer e amanhecer evidenciou uma relação direta com os processos biológicos de fotossíntese e respiração.

Segundo BOYD e TUCKER (1998) três aspectos importantes do processo fotossintético devem ser levados em conta nas atividades voltadas à aquicultura: primeiramente, a fotossíntese é a fonte de energia primária nesta atividade,

segundo a fonte de matéria orgânica é que servirá de alimento na aquicultura e terceiro grandes concentrações de oxigênio dissolvido advêm da fotossíntese.

As fontes importantes de gás carbônico nos sistemas aquaculturais advêm da respiração das algas, das macrófitas, dos peixes, do zooplâncton e dos processos microbiológicos de decomposição da matéria orgânica. Ao longo do cultivo, a respiração pode exceder a atividade fotossintética (importante mecanismo de remoção de CO₂), aumentando consideravelmente a concentração desse gás no sistema, a qual pode ultrapassar facilmente os valores de 25 mg/L (KUBITZA, 1999).

No presente estudo, ocorreu marcada oscilação nas concentrações desse gás com valores mais elevados obtidos durante as primeiras horas do dia atingindo um máximo de 132,74 mg/L fato que pode ser indicativo de intensos processos de decomposição.

De acordo com KUBITZA (1999) os níveis de CO₂ devem ser monitorados semanalmente nos tanques e viveiros intensamente arraçoados e sempre que houver prevalência de baixos teores de oxigênio. Os níveis de CO₂ são normalmente monitorados ao amanhecer, horário onde sua concentração é mais alta. A saturação de CO₂ na água gira em torno de 0,2 a 4 mg/L, quando a concentração de oxigênio é adequada, os peixes podem tolerar níveis de CO₂ acima de 10 mg/L; valores comumente observados ao amanhecer em viveiros de alta produção. Concentrações de CO₂ acima de 25 mg/L aliadas a uma baixa concentração de oxigênio dissolvido podem afetar sensivelmente o desempenho produtivo, e até mesmo causar asfixia nos peixes.

Além disso, outros fatores como a respiração das algas e peixes, os processos de decomposição da matéria orgânica advinda do arraçoamento e as temperaturas elevadas da água podem interferir na dinâmica do pH e no metabolismo do sistema.

Nitidamente o sistema em questão não mostrou um eficiente poder tampão evidenciado pelas fortes oscilações do pH, valores entre 5,5 e 7,5 foram comumente observados nos três dias de amostragem. De acordo com SIPAÚBA-TAVARES (1994) os principais fatores que podem causar elevação no pH são a respiração, a fotossíntese, a adubação, a calagem e fontes poluidoras.

Embora, a alcalinidade total tenha se mantido dentro do limite mínimo aceitável (20 mg/L) este valor pode ser considerado baixo para a manutenção do efeito tampão que aumenta com o aumento da alcalinidade.

Os valores de condutividade elétrica (Figura 7) acima dos limites aceitáveis, constantemente acima de 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pode ser indicativo de elevada matéria orgânica em decomposição (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

Os valores de turbidez muito próximos ao limite superior de 100 NTU conforme descrito na Tabela 2 muito provavelmente se relaciona ao aporte de matéria orgânica advinda do arraçoamento, das comunidades fitoplanctônicas e zooplanctônicas e dos detritos inorgânicos como areias e argilas presentes no solo.

Com relação ao cultivo de tilápias as temperaturas estão dentro da faixa ideal (Tabela 3) favorecendo seu crescimento, entretanto, tais valores podem interferir diretamente nas taxas de decomposição da matéria orgânica, no aumento das concentrações de amônia tóxica e no aumento do metabolismo das algas.

Dentre os parâmetros utilizados para avaliação da qualidade da água o fósforo vem a ser um dos principais.

Em comparação com outros macronutrientes necessários à vida em águas naturais, o fósforo é o que ocorre em menor abundância de todos e é, por esta razão, freqüentemente, o primeiro elemento a limitar a produtividade biológica.

A grande maioria (> 95%) do fósforo constitui parte da fase particulada das algas e do seston orgânico morto (WETZEL, 1981).

O enriquecimento de nutrientes principalmente de nitrogênio e fósforo em tanques de piscicultura é bastante comum, devido principalmente à entrada de compostos advindos do arraçamento, de adubos e fertilizantes que contêm tais elementos. Entretanto, o uso inadequado desses nutrientes associados a uma série de outros fatores bióticos e abióticos podem ocasionar prejuízos tanto ambientais quanto financeiros.

Segundo ARANA (2004) as práticas de manejo podem provocar uma eutrofização artificial, evidenciando-se uma reação em cadeia de causas e efeitos, cuja característica principal é a quebra da estabilidade do sistema. Este autor enfatiza que à medida que aumentam as densidades de estocagem (indivíduos/m² ou m³), o aporte alimentar também aumenta, contribuindo ainda mais para a deterioração da qualidade da água e do solo.

As elevadas concentrações de fósforo e nitrogênio obtidas no presente estudo evidenciaram o intenso aporte de matéria orgânica no sistema advindo principalmente da ração.

Resultados semelhantes foram obtidos em estudo realizado por MERCANTE *et al.* (2004) em pesqueiros da região Metropolitana de São Paulo, onde os autores obtiveram elevados valores de fósforo comumente acima de 0,025 mg/L correlacionando tais concentrações a entrada de alimento advindo do arraçamento e da ceva.

Ainda, MAINARDES e MERCANTE (2003) obtiveram em viveiro com floração de euglenas valores de fósforo solúvel reativo entre 0,03 e 0,10 mg/L evidenciando elevados teores de matéria orgânica no sistema.

BOYD (1990) menciona que o alimento não consumido e as fezes dos organismos cultivados contribuem diretamente para a poluição do meio aquático sob a forma de matéria orgânica, já os nutrientes provenientes da decomposição estimulam a produção adicional de matéria orgânica sob a forma de fitoplâncton.

Segundo WETZEL (1981), a capacidade de assimilação excessiva de fósforo pelas algas, pode manter o desenvolvimento dessa comunidade mesmo quando a concentração externa é muito baixa ou já se esgotou.

Com relação à dinâmica do nitrogênio, em sistemas de criação, o alimento introduzido na água é o principal fator condicionante dessa dinâmica nesses sistemas. Fertilizantes nitrogenados amoniacais como sulfato de amônia, nitrato de amônia, fosfatos e uréia, contribuem para o aumento da concentração de amônia na água KUBITZA (1999). Estes compostos serão metabolizados a partir da nitrificação e desnitrificação.

Assim, o alimento (matéria orgânica) não aproveitado entrará nos processos de decomposição, assimilação e mineralização. Parte destes compostos poderão ser assimilados pelas algas promovendo muitas vezes um crescimento descontrolado destes organismos, podendo ocasionar as florações.

A partir da morte das algas os compostos nitrogenados retornam ao sistema devido aos processos de decomposição e mineralização desta matéria orgânica. Uma maneira importante para retirar o excesso de nitrogênio da água é a partir da desnitrificação que libera o nitrogênio na forma de gás para a atmosfera.

De acordo com KUBITZA (1999) concentrações de amônia não ionizada acima de 0,02 mg/L são suficientes para induzir uma toxidez crônica levando a uma diminuição do crescimento e da tolerância dos peixes à doenças. No presente estudo.

As relações entre o enriquecimento da água de viveiro de piscicultura e florações de algas foram estudadas por MAINARDES e MERCANTE (2003) constatando que a entrada de nitrogênio muito provavelmente promoveu um excessivo crescimento de euglenas.

PEREIRA e MERCANTE (2005) realizaram revisão sobre a formação de amônia tóxica afetando negativamente o cultivo de organismos aquáticos.

No presente estudo os valores de pH constantemente abaixo de 8,0 evitaram a formação de amônia tóxica em níveis críticos, muito embora durante o dia foram medidas concentrações de até 10 vezes o mínimo obtido.

5. CONCLUSÕES

- As oscilações de pH relacionaram-se diretamente à remoção do gás carbônico e ao seu acúmulo ao entardecer. Embora, a alcalinidade total tenha se mantido dentro do limite mínimo aceitável (20 mg/L) este valor pode ser considerado baixo para a manutenção do efeito tampão que aumenta com o aumento da alcalinidade.
- A supersaturação do oxigênio dissolvido no período entre 10:00h e 14:00h e a subsaturação ao entardecer e amanhecer evidenciaram uma relação direta com os processos biológicos de fotossíntese e respiração..
- Os valores de pH constantemente abaixo de 8,0 evitaram a formação de amônia tóxica em níveis críticos, muito embora durante o dia foram medidas concentrações de até 10 vezes o mínimo obtido.

Como considerações finais sugerem-se as seguintes propostas de manejo visando a melhoria da qualidade da água do sistema estudado:

- 1) a aplicação de calcário agrícola é recomendada com a finalidade de melhorar o poder tampão da água reduzindo as oscilações diárias do pH verificada neste estudo.
- 2) Muito embora as medidas de transparência de 0,35 cm não indiquem a necessidade de renovação da água, caso ocorram medidas inferiores a esta se deve descartar a água do fundo do viveiro e da superfície para uma rápida remoção das algas.
- 3) O uso de aeradores é indicado ao entardecer evitando déficit de oxigênio no período noturno. Para se evitar problemas com a excessiva concentração de CO₂ na água pode-se reduzir a taxa de alimentação; procurar manter um adequado sistema tampão e acionar os aeradores como estratégia eficaz na difusão do excesso de CO₂ da água para a atmosfera. Como medida mitigadora dos impactos ambientais gerados pelo viveiro sugere-se a implantação de um sistema de tratamento do efluente em função dos elevados teores de matéria orgânica lançados ao corpo receptor.
- 4) Um melhor controle da qualidade e quantidade de ração oferecida pode reduzir o excessivo aporte de matéria orgânica melhorando às condições de qualidade da água

6.REFERÊNCIAS

- APHA 1979 *American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington: United Book Press, Inc.
- ARANA, L.V. 2004 *Fundamentos de aqüicultura*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina Editora. 348p.
- BOYD, C.E. 1990 *Water quality in ponds for aquaculture*. Auburn University, Alabama: Birmingham publishing Co. Alabama. 482 p.
- BOYD, C. 1992 *Water quality management for ponds fish culture*. In: Developments in aquaculture and fisheries science. 9ª ed. Elsevier: 318 p.
- BOYD, C. E. e TUCKER, C.S. 1998 *Pond aquaculture water quality management*. Massachussets: Kluwer Academic Publishers. 700p.
- COLE, G. 1979 *A Textbook of limnology*. St. Louis: The C.V. Mosbycompany.
- ELER, M. N.; CECCARELLI, P.S.; BUFON, A.G.M.; 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*. Rio de Janeiro: Interciências (2ª ed.). 575p.
- 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. e SANT'ANNA, C.L. *Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana*. São Carlos: Rima. p. 1-17.
- GINÉ, H.; BERGAMIN, H.; ZAGATTO, E. A. G.; REIS, B.F. 1980 Simultaneous determination of nitrate and nitrite by flow injection analisys. *Analytical Chemistry Acta* 114: 191-97.

- GOLTERMAN, H. L. e CLYMO, R. S. *Methods for chemical analysis of freshwater*. 2nd. Ed. Oxford: Blackell Scientifications, 1978. 213p.
- HONDA, Y.R.; MERCANTE, C.T.J.; VIEIRA, J.M.S.; ESTEVES, K.E.; CABIANCA, M.A.A.; AZEVEDO, M.T.P. 2006 Cianotoxinas em pesqueiros da região metropolitana de São Paulo. In: ESTEVES, E. K. e SANT'ANNA, C.L. *Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana*. São Carlos: Rima. p. 105-120.
- KUBITZA, F. 1999 *Qualidade da água na produção de peixes*. Jundiaí: CIP – USP Editora. 97p.
- KUBITZA, F. 2003 *Qualidade da água no cultivo de camarões e peixes*. Jundiaí: CIP – USP Editora. 228p.
- 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. *Archiv für Hydrobiologia*, (14): 91-106.
- MERCANTE, C.T.J.; SILVA, D.; COSTA, S.V., CABIANCA, M.A; ESTEVES, K. E. 2004 Water quality in fee-fishing ponds located in the São Paulo metropolitan region, Brazil: analysis of the eutrophication process. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 16 (1): 95- 102.
- MERCANTE, C. T. J. ; SILVA, D. ; COSTA, S. V. ; CABIANCA, M. ; ESTEVES, K. 2005 Qualidade da água em pesque-pagues da Região Metropolitana de São Paulo, Brasil: avaliação dos fatores abióticos (período seco e chuvoso).. *Acta Scientiarum*, 27 (1): 1-7
- MERCANTE, C.T.J.; SILVA, D.; COSTA, S.V. 2006 Avaliação da qualidade da água de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo por meio do uso de variáveis abióticas e da clorofila a. In: ESTEVES, E. K. e SANT'ANNA, C.L.. *Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana*. São Carlos: Rima. p. 37-48.

- MORITA, M.; MATTÉ, G.R.; DROPA, M.; AZEVEDO, V.M.; MATTÉ, M.H. 2006 Ocorrência de bactérias do gênero *Aeromonas* em pesqueiros e aspectos da doença para o homem e peixes. In: ESTEVES, E. K. e SANT'ANNA, C.L.. *Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana*. São Carlos: Rima. p. 77-90.
- OLIVEIRA, D.B.S.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; DURIGAN, J.G. 1992 Estudo limnológico em tanques de piscicultura. Parte II: variação semanal de fatores físicos, químicos e biológicos. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 4: 123 - 137.
- ONO, E.A., KUBITZA, F. 1999 *Cultivo de peixes em tanques-rede*. 2ª ed. Jundiaí, SP: Esalq-USP. 68 p.
- PAYNE, A.I. 1986 *The ecology of Tropical Lakes and Rivers*. New York, John Wiley. 301p.
- PEREIRA, L. e MERCANTE, C.T.J. 2005 A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 31 (1):81-8
- SÁ-JÚNIOR, W.P. e SIPAÚBA-TAVARES, L.H. 1997 Produtividade primária fitoplanctônica e variação de parâmetros limnológicos ao longo do dia, em tanques de cultivo planctônico da estação de hidrobiologia e piscicultura de Furnas. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 9: 83-91.
- SARTORY, D.P. e GROBBELAAR, J.U. 1984 Extraction of chlorophyll a from freshwater phytoplankton for spectrophotometric analysis. *Hydrobiologia*, 114: 177-187.
- SILVA, P. C.; KRONKA, S. N.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; SOUZA, V. L. 2002 Desempenho produtivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em diferentes densidades e trocas de água em "raceway". *Acta Scientiarum* 24. (4): 935-941.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. 1994 *Limnologia aplicada à aqüicultura*. São Paulo: FUNEP. 72 p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; BACCARIN, A. E.; BRAGA, F. M. de S. 2006 Limnological parameters and plankton community responses in Nile tilapia pounds under chicken dung and NPK (4-14-8) fertilizers. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18. (3): 335-346.

SOUZA, V. L.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; URBINATI, E. C. 2000 Manejo alimentar e tempo de residência da água em viveiros de pacu (*Piractus mesopotamicus*). *Ciência Animal Brasileira*, 1. (2): 115-121.

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

WETZEL, R.G. 1981 *Limnologia*. Barcelona: Omega Editora. 679p.