



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**UTILIZAÇÃO DE SEMENTES DE MORINGA (*Moringa oleifera*) NO
TRATAMENTO DE EFLUENTES DE VIVEIROS DE CRIAÇÃO DE
TILÁPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*) VARIEDADE
CHITRALADA**

ALBERIO LOPES RODRIGUES

Médico Veterinário

Areia – Paraíba

2005

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

ALBERIO LOPES RODRIGUES

**UTILIZAÇÃO DE SEMENTES DE MORINGA (*Moringa oleifera*) NO
TRATAMENTO DE EFLUENTES DE VIVEIROS DE CRIAÇÃO DE TILÁPIA
NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*) VARIEDADE CHITRALADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientadora:

Prof^a Dr.^a Elenise Gonçalves de Oliveira

Areia - Paraíba

2005

Ficha Catalográfica elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial de Areia-PB, CCA/UFPB.

R696u Rodrigues, Aberio Lopes

Utilização de sementes de moringa (*Moringa oleifera*) no tratamento
de efluentes de viveiros de criação de tilápia nilótica (*Oreochromis
niloticus*) variedade chitralada./ Aberio Lopes Rodrigues. – Areia:
PPGZ/CCA/UFPB, 2005.

74f.: il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) pelo Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

Área de concentração: Produção Animal.

Orientadora: Elenise Gonçalves de Oliveira.

1. Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) - variedade chitralada. 2.
Peixe - tilápia nilótica. 3. Moringa (*Moringa oleifera*) - sementes. 4.
Água - reuso. I. Oliveira, Elenise Gonçalves de (Orientadora). II.
Título.

CDU: 639.3(043.3)

ALBERIO LOPES RODRIGUES

**UTILIZAÇÃO DE SEMENTES DE MORINGA (*Moringa oleifera*) NO
TRATAMENTO DE EFLUENTES DE VIVEIROS DE CRIAÇÃO DE
TILÁPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*) VARIEDADE
CHITRALADA**

Dissertação Aprovado pela Comissão Examinadora em: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr.^a. Elenise Gonçalves de Oliveira
Orientadora
Universidade Federal da Paraíba/CCA

Prof^o. Dr. Walter Esfrain Pereira
Examinador
Universidade Federal da Paraíba/CCA

Prof^o. Dr. Hans Raj Gheiy
Examinador
Universidade Federal de Campina Grande/CCT

**Areia – Paraíba
2005**

Ao Senhor meu Deus, pelo dom da vida, sabedoria e perseverança.

Aos meus pais Antonio Lopes e Antonia Lacerda, por trilharem meu caminho de filho e cidadão.

Aos meus irmãos, Avanildo, Alberto e Anelise, que foram sempre amigos e companheiros.

A minha esposa Ana Cláudia, pelo carinho, dedicação e paciência nos meus momentos de ausência, e aos nossos filhos, Lucas Henrique, Ana Letícia e Maria Lucy, que com muito amor compartilharam conosco mesmo sem saberem, desta obra que nos engrandece.

A todos vocês,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor meu Deus, pelo Dom da vida e a permissão da realização de um sonho dentre muitos que guardo em meu pensamento, e por ter sempre estado ao meu lado nos momentos mais difíceis desta caminhada.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade a mim conferida, e de forma muito especial ao professor Ariosvaldo Nunes de Medeiros, que não mediu esforços para contribuir com a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto, mostrando-se grandes parceiros da educação superior, o que reflete diretamente no avanço científico do País.

À minha Orientadora, a professora Elenise Gonçalves de Oliveira, por nunca se negar a partilhar comigo do seu vasto e qualificado conhecimento, e sempre me incentivar à prática da leitura como busca constante do conhecimento, que foi sem dúvida, um presente dado a mim que guardarei por toda a vida. À senhora professora, meu muito obrigado.

Aos professores que contribuíram direta ou indiretamente no meu aprendizado, em especial ao professor Alexandre José Alves, que de forma espontânea e desinteressadamente, colaborou com a análise de parte dos dados deste trabalho, contribuindo para o meu aprendizado. Ao senhor professor, meu muito obrigado.

Aos funcionários do Centro de Ciências Agrárias, em especial aos da Pós-Graduação em Zootecnia, Graça, André, Fátima, Dona Carmem e o Sr. Damião.

Aos amigos do Setor de Piscicultura, Sr Zezinho, Sr Assis, Jaime, Marquinhos, Carolyny, Geovana e Poliana, pela amizade, respeito e convivência. Ressalto de forma muito carinhosa, a dedicação e apreço de Lourdinha (Mamusca) que participou não de fato,

mas sim, de direito como Co-Orientadora desta Obra, e a Maria Juliana pelo empenho neste trabalho mesmo em momentos em que as disciplinas do seu curso lhe requeriam maior atenção.

Aos Deputados Edson Lindolfo e Jordão Filho, e demais colegas e amigos de Curso, Petrônio, Verônica, Merilândia, Leonardo, Leilane, Socorro, Marcos Jácome, Daerson, Sandra, Neube, Éllio, Ítala, José Fábio, Alfonso e Daniel de Magalhães, e os do Doutorado, Janete Gouveia, Edmilson Lúcio, Marcos Jacob, Rosilene Agra, Robson e Olímpia, e Cyro Melo. A todos vocês fica a minha gratidão.

A Tony, Jussara, Erlúcio, e Karol pelos bons momentos vividos na “Mansão When” e o apoio nos momentos mais difíceis.

Em uma caminhada profissional na vida de qualquer pessoa, existem outras pessoas que assumem um papel importantíssimo, mesmo sem atuarem diretamente na execução de determinados trabalhos. Deste modo, lembro meus pais, Antonio Lopes e Antonia Lacerda e meus irmãos Avanildo, Alberto e Anelise com seus respectivos cônjuges, Jane, Patrícia e Joaquim, que nunca deixaram de me incentivar e me mostrar os meios e atitudes corretas que trilham o caminho honesto e harmonioso de um ser.

Permitam-me então todos, sem tirar a importância que cada um de vocês teve neste trabalho, tentar agradecer aquela que está ao meu lado há oito anos, e que desde o dia de nosso matrimônio tomou para si as causas que também são minhas, esposa sempre presente, companheira e fiel, que em doação de seu amor e iluminada por Deus me deu graça de ser pai de Lucas Henrique, Ana Letícia e Maria Lucy, três crianças que só nos dão alegria e que compartilham conosco todas as nossas vitórias. Ana Cláudia para uns, Ana para outros, mas, para mim “Nega” é o bastante, pois não posso referir-me a ela senão de uma forma carinhosa e é por este amor que tenho por ela que agradeço a seus pais, Antonio José e Maria Lucy (*in memóriam*) por me presentear com este encanto, agradecimento

este que estendo aos seus irmãos Luciano, Ronaldo, Ronilson, Daniel e Ieda, que por muitas vezes fizeram papel de pais para meus filhos.

A você “Nega”, meu amor mais profundo e minha eterna gratidão.

SUMÁRIO

	Páginas
<i>LISTA DE TABELAS</i>	xi
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	xii
<i>RESUMO</i>	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvii
<i>1. INTRODUÇÃO</i>	1
<i>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</i>	4
<i>2.1 Uso de sementes de moringa para o tratamento de água</i>	4
<i>2.2 Tratamento de efluentes da aquíicultura</i>	6
<i>2.3 Condições ambientais nos sistemas aquaculturais</i>	9
<i>2.4 Características gerais da tilápia nilótica (Oreochromis niloticus)</i>	19
<i>3. MATERIAL E MÉTODOS</i>	23
<i>3.1 Qualidade da água e do efluente em tanques fertilizados com adubo inorgânico (Experimento I)</i>	23
<i>3.2 Qualidade de efluentes de tanques com cultivo de peixes após tratamento com sementes de moringa (Experimento II)</i>	27
<i>3.3 Capacidade de uso dos efluentes tratados com sementes de moringa (Experimento III)</i>	28

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 (Experimento I) - Qualidade da água e do efluente em tanques fertilizados com adubo inorgânico	32
4.2 (Experimento I) - Desempenho dos peixes em tanques fertilizados com adubo inorgânico	41
4.3 (Experimento II) Qualidade de efluentes de tanques com cultivo de peixes após tratamento com sementes de moringa	43
4.3.1 Aspectos gerais das reações efluente/elemento floculante (sementes de moringa)	43
4.3.2 Qualidade físico-química do efluente tratado com sementes de moringa	45
4.4 (Experimento III) Capacidade de uso dos efluentes tratados com sementes de moringa	54
4.4.1 Desempenho dos peixes	54
4.4.2 Qualidade físico-química dos efluentes tratados com sementes de moringa e utilizados no cultivo de tilápia	57
5. CONCLUSÕES	67
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Desempenho de tilápia nilótica (<i>O. niloticus</i>) mantida em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado (T2) e 100 % de efluente tratado com uma semente de moringa/L.	55

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Vista geral (A) e detalhe (B) dos tanques que foi submetidos à fertilização inorgânica com superfosfato simples e sulfato de amônia, e estocados com alevinos de tilápia nilótica	24
Figura 2. Aquários com alevinos de tilápia nilótica e que foram abastecidos apenas com água de açude (A), com água de açude e efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (B) e apenas com efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (C).	29
Figura 3. Temperatura da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.	32
Figura 4. Transparência da água de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.	33
Figura 5. Oxigênio dissolvido da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.	35
Figura 6. Gás carbônico da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.....	36
Figura 7. PH da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com alevinos de tilápia nilótica durante 119 dias. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.	37
Figura 8. Alcalinidade total da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.	38
Figura 9. Dureza da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. * Significativo a 5 % e ** 1 % de probabilidade pelo teste F. .	40
Figura 10. Condutividade elétrica da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. * Significativo a 5 % e ** 1 % de probabilidade pelo teste F.	40

Figura 11. Peso (g) (A) e comprimento total (mm) (B) de tilápia nilótica ao longo de 119 dias de cultivo em de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples.	42
Figura 12. Efluente de viveiros de criação de peixes antes (A), às 2 (B,C,D) e 24 (E, F, G) horas após ser submetido a tratamento com 0,5, 1,0 e 1,5 sementes de moringa/L de efluente, respectivamente.	44
Figura 13. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre a temperatura de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. NS = Não significativo ($P > 0,05$), ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, * Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. d = doses de moringa, h = horas estudadas.	46
Figura 14. Efeito da dose sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre o oxigênio dissolvido de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. NS = Não significativo ($P > 0,05$),** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F. * Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, d = doses de moringa, h = horas estudadas.	47
Figura 15. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre o gás carbônico de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. * Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, d = doses de moringa, h = horas estudadas.	48
Figura 16. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre o pH de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, d = doses de moringa, h = horas estudadas.	50
Figura 17. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre a alcalinidade total de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, d = doses de moringa, h = horas estudadas.....	51
Figura 18. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre condutividade elétrica de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, d=doses de moringa,h=horas estudadas.	52
Figura 19. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre a dureza de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. * Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, d = doses de moringa.	54
Figura 20. Temperatura (°C) da água determinada pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente da piscicultura tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente da piscicultura tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste Tukey.	57

- Figura 21. Concentrações de oxigênio dissolvido na água, determinadas pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste Tukey. NS = Não significativo. 58
- Figura 22. Concentrações de gás carbônico na água, determinadas pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste Tukey. NS = Não significativo. 60
- Figura 23. pH na água, determinado pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica. 61
- Figura 24. Alcalinidade total na água, determinada pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste Tukey. 62
- Figura 25. Dureza total da água determinada pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica. 64
- Figura 26. Condutividade elétrica da água determinada pela manhã (7) e tarde (14) horas em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica. 65

**UTILIZAÇÃO DE SEMENTES DE MORINGA (*Moringa oleifera*) NO
TRATAMENTO DE EFLUENTES DE VIVEIROS DE CRIAÇÃO DE TILÁPIA
NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*) VARIEDADE CHITRALADA**

RESUMO

Com a realização deste trabalho o objetivo foi avaliar a qualidade físico-química da água superficial e de efluentes de tanques de piscicultura povoados com tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), a qualidade de efluentes da piscicultura após tratamento com diferentes doses de sementes de moringa e a capacidade de uso dos efluentes tratados. O experimento foi dividido em três experimentos. No experimento I foi realizado o monitoramento das variáveis físico-químicas da água superficial e do efluente de três tanques de piscicultura, fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica, três vezes por semana às 07h00min e às 14h00min horas. No experimento II, as variáveis físico-químicas do efluente de um viveiro foram monitoradas por 24 horas, a cada hora, para tanto o efluente foi distribuído em 09 aquários com volume útil de 50 L e tratado com 0,5, 1,0 e 1,5 sementes de moringa/L, e em três caixas de fibra de vidro, abastecidas com 280 L de efluente (sem sementes de moringa). No experimento III alevinos de tilápia nilótica foram estocados em 09 aquários com volume útil de 50 L, dos quais, três foram abastecidos com 50 L de água de açude, três com 25 L de efluente tratado com uma semente de moringa/L, e 25 L de água de açude, e três com 50 L de efluente tratado com a mesma dose de moringa, sendo ao final, avaliado o seu desempenho produtivo, e a cada três dias, às 07h00min e 14h00min, as variáveis físico-químicas da água e efluentes nos aquários. Com base nos dados, pode-se dizer que: As variáveis físico-químicas da água superficial dos tanques fertilizados com adubo inorgânico apresentaram concentrações mais próximas às recomendadas para o bom desempenho das espécies de peixes, quando comparadas as do efluente; O crescimento, sobrevivência e conversão alimentar da tilápia nilótica em tanques fertilizados com adubo inorgânico se mantiveram entre os valores intermediários registrado para a espécie na fase inicial de desenvolvimento; A moringa mostrou ser eficiente em diminuir a turvação dos efluentes de tanques fertilizados com adubos químicos e estocados com tilápias, sendo 1,5 semente/L a dose mais eficiente e o tempo de repouso do efluente pós-tratamento, a partir de 18 horas; As variáveis físico-químicas do efluente tratado sofreram alterações, mas em qualquer dose e tempo estudado, elas se mantiveram dentro dos valores encontrados em

ambientes de cultivo de peixes; Mesmo sendo possível reutilizar na piscicultura os efluentes tratados com sementes de moringa, em aquários de pequeno volume, é fundamental fazer sifonagem dos resíduos e manter aeração, prática esta também necessária em aquários abastecidos com água convencionalmente empregada nos cultivos de peixes.

Palavras chave: Elemento floculante, clarificação, floculação, reuso de água, peixe.

**UTILIZATION OF MORINGA SEEDS (*Moringa oleifera*) IN THE TREATMENT
OF EFFLUENTS IN PONDS FOR CULTIVE OF TILAPIA NILOTICA
(*Oreochromis niloticus*) VARIETY CHITRALADA.**

ABSTRACT

With a realization of this work the objective was evaluate the quality physical and chemical of surface water and of effluents from ponds with tilapia (*Oreochromis niloticus*) growing, the quality of fish culture effluents after treatment with different doses of moringa seeds and the capacity of use of the treated effluents. The experiment was divided in three experiments. In the first experiment was realized the monitoring of the physical and chemical variables of the surface water and of the effluent from three fish ponds, fertilized with ammonia sulfate and super simple phosphate and stocked with tilapia, three times per week at 7:00 AM and 2:00 PM. In the second experiment, the physical and chemical variables of one pond were monitored by 24 hours, at each hour, as much as the effluent was distributed in 9 aquariums with useful volume of 50 liters and treated with 0.5; 1.0 and 1.5 moringa seeds per liter, and in three fiberglass boxes, supplied with 280 liters of effluent (without moringa seeds). In the third experiment, tilapias were stocked in 9 aquariums with useful volume of 50 liters, of which, three were supplied with 50 liters of water from pond, three with 25 liters of effluent treated with one moringa seed per liter, and 25 liters from pond water, and three with 50 liters of effluent treated with the same moringa's dose, being at final, evaluated its productive performance, and at each three days, at 7:00 AM and 2:00 PM, the physical and chemical variables of water and effluents into aquariums. In according with gained data, is possible to say that: the physical and chemical variables of the surface water from fertilized ponds with inorganic manure presented concentrations more nearly than the recommended for the good performance of species of fish, when compared with from the effluents. The growth, surviving and feed conversion of the nilotica tilapia in ponds fertilized with inorganic manure keeping among intermediate values registered for this species in initial phase of development; the moringa showed be efficient in decreasing the perturbation of the effluents into ponds fertilized with chemical manure and stocked with tilapias, being 1.5 seeds per liter the most efficient dose and the repose time of the post-treatment after 18 hours; physical and chemical variables of the treated effluent suffered alterations, but in all doses and studied time, they

kept in the intervals found in environmental where fish are cultivated; even being possible re-using in fish culture the effluents treated with moringa seeds, in small aquariums is fundamental making the sucking of the residues and keeping the aeration, method also needed in aquariums supplied with conventional water for fish culture.

Key words: Flack element, clarification, flocculation, re-using of water, fish.

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (2002) a aquicultura em comparação com outros setores produtores de alimentos de origem animal, foi o que mais cresceu no mundo, verificando-se crescimento médio de 9,2 % ao ano nas últimas três décadas.

O marcante crescimento da aquicultura tem se dado para suprir uma demanda alimentar de pescado sempre crescente em todo o mundo (Vinatea-Arana, 1999). Porém, com o crescimento da aquicultura surgem problemas de ordem diversa, entre os quais o impacto ambiental.

Conforme Vinatea-Arana (1999) uma das formas de impacto ambiental causado pela aquicultura é a descarga de seus efluentes, que contaminam o meio externo da unidade produtiva, causando danos ao solo e à água por meio da matéria orgânica, nutrientes, plâncton, drogas terapêuticas e substâncias químicas advindas da atividade de cultivo. No meio aquático o resultado da eliminação destes resíduos é o aumento da eutrofização da água (Ongley, 2001; Papatryphon, *et al.*, 2003), redução nas concentrações de oxigênio dissolvido (Hossetti & Frost, 1995), alterações nas reservas alcalinas (Esteves, 1988) e elevação nas concentrações de gás carbônico e de compostos nitrogenados e fosfatados (Boyd, s.d.), vindo a causar danos aos organismos vivos presentes no ambiente natural.

Para os cultivos em ambientes continentais, a situação pode ser ainda mais grave, devido à multiplicidade do uso das águas doce, do aumento da sua demanda e da redução da sua oferta (Léon & Cavallini, 1999). Em virtude disto, conforme lembram Boyd & Queiroz (2004), vários países estão começando a impor normas sobre a descarga dos efluentes oriundas dos projetos de produção aquícola. No Brasil isto também é uma realidade e pode ser reconhecido através do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), órgão criado pela Lei nº 9.433/97, e que estabeleceu um

arranjo institucional baseado em novos princípios de organização, para a gestão compartilhada do uso da água (CNRH, 2005).

Com o estabelecimento de diretrizes para racionalização dos recursos hídricos, os diferentes organismos que compõem o setor aquícola se obrigam a lançar mão de estratégias que venham minimizar o impacto da aquíicultura no meio ambiente. Dentre estas é possível citar o uso de rações nutricionalmente completas e com digestibilidade alta (Vinatea-Arana, 1997), a biorremediação (Silva & Silva, 1999) e a adoção de boas práticas de manejo, que incluem medidas voltadas para a redução do volume e melhoria da qualidade dos efluentes (Boyd & Queiroz, 2004).

Na melhoria da qualidade de águas residuais, sejam advindas de uso humano ou animal, resultados promissores têm sido obtidos com as lagoas de estabilização ou de maturação (Léon & Cavallini, 1999, Teles *et al.*, 1999, Felizatto *et al.*, 2003), com os biofiltros (Twarowska *et al.*, 1997; Watten & Sibrell, 2005) e os biopolímeros vegetais (Cruz, 2005; Oliveira *et al.*, 2005).

A semente de *Moringa oleifera* é um dos biopolímeros vegetais que vem sendo empregado no tratamento de águas servidas ou não, principalmente nos países Africanos, Asiáticos e da América Latina (Muyibi & Evison, 1995; Gerdes, 1996; Gerdes, 1997; Mattos, 1998).

A *Moringa oleifera* age como um coagulante natural, sendo considerado um substitutivo do sulfato de alumínio. Para esta característica a moringa apresenta a vantagem de ser de custo mais baixo que o sulfato de alumínio (Sutherland *et al.* 1994), além de não conferir risco à saúde humana, ao contrário do sulfato de alumínio que vem sendo associado com a ocorrência do mal de Alzheimer (Fatoki & Ogunfowokan, 2002).

Diante do exposto com a realização do presente estudo, o objetivo foi avaliar a qualidade físico-química da água superficial e de efluentes de tanques de piscicultura

povoados com tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), a qualidade de efluentes da piscicultura após tratamento com diferentes doses de sementes de moringa e a capacidade de uso dos efluentes tratados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Uso de sementes de moringa para o tratamento de água

A moringa é uma árvore da família Moringaceae originária de regiões secas da Índia, com características semelhantes as do sertão Brasileiro (Mattos, 1998). Por esta razão já se difundiu para países tropicais como o Brasil, sendo conhecida na região Nordeste do Brasil como lírio branco. A moringa apresenta crescimento muito rápido podendo frutificar já no primeiro ano de cultivo (Gerdes, 1997), atingindo 6 a 7 m de altura na fase adulta (Amaya, *et al.*, 1992), podendo, quando podada, dar até três safras ao ano (Mattos, 1998).

As sementes de moringa têm uso comprovado no tratamento de pequenos (Trier, 1995; Gerdes, 1996 e 1997; Mattos, 1998; Schwarz, 2000) ou grandes volumes de água (Sutherland *et al.*, 1994) para consumo humano. No tratamento de efluentes de viveiros de organismo aquáticos, experiências foram realizadas por Oliveira *et al.* (2004) e Cruz (2005).

Cada árvore adulta de moringa é capaz de produzir anualmente em média 5.500 sementes que, por sua vez, é capaz de tratar 7.000 L de água (Göttch, 1992). No tratamento de águas turvas é recomendado utilizar sementes que secaram naturalmente nas vagens, na própria planta (Muyibi & Evison, 1995), sendo que as sementes devem ser colhidas, preferencialmente, no período de estiagem, uma vez que no período chuvoso a concentração dos agentes coagulantes diminui (Davis, 2000).

O pó ou pasta da semente de moringa, obtida após sua maceração, contém o elemento que atua como coagulante ou floculante natural, e clarifica águas com quantidades consideráveis de material em suspensão (Gerdes, 1996).

Gerdes (1997) salienta que, igualmente ao sulfato de alumínio, a semente de moringa promove a formação de flocos na água suja, os quais ganham peso e afundam, sendo o elemento floculante das sementes de moringa, conforme ressaltam Muyibi & Evison (1995), mais barato e eficaz que o sulfato de alumínio.

Referindo-se ao mesmo tema, Schwarz (2000) diz que quanto maior for a turvação da água, melhor será a ação da semente de moringa, em relação ao sulfato de alumínio, embora, maior deva ser a dosagem empregada. Ainda conforme Schwarz (2000), a moringa pode ser usada em águas com alta turbidez, e que não podem ser tratadas adequadamente por um processo de filtração, fato que permite à moringa apresentar-se como um método alternativo.

De acordo com Göttisch (1992) a ação aglutinante das sementes das árvores da família Moringaceae vem de substâncias ativas, formadas por polímeros catiônicos, que não representam risco de ação tóxica ao homem. Também conforme Göttisch (1992) a floculação se inicia por um processo eletrostático, onde, as cargas negativas dos colóides, se ligam as positivas dos polímeros catiônicos. Este processo pode ser acelerado por movimentação contínua, resultando em uma aglutinação de todas as partículas envolvidas no processo, onde logo após a floculação, há a sedimentação do material propiciando a clarificação da água.

A dose de pó de sementes de moringa utilizada no tratamento de água varia de 75 a 250 mg/L, dependendo da turbidez inicial da água (Sutherland *et al.*, 1994). Em pequenas comunidades, geralmente é utilizado de uma a duas sementes para clarificar um litro de água destinado ao consumo humano (Mattos, 1998), devendo ser preparado um extrato aquoso a partir do pó da semente, para tornar mais eficiente o tratamento (Gerdes, 1997).

O extrato aquoso das sementes de moringa, uma vez preparado, deve ser usado o mais rápido possível, sendo verificado a viabilidade de seu uso por um período máximo de

dois dias, quando mantido à temperatura ambiente. A partir daí ocorre um processo de deterioração da solução por meio de microrganismos (Muyibi & Evison, 1995).

Borba (2001) tratando água com extrato de sementes de moringa, logo após a extração de seu elemento floculante em meio aquoso, verificou que houve uma redução de 92,5 a 97,7 % na turbidez de água e de 97,5 % na sua cor, comprovando então a eficácia das sementes de moringa, na coagulação de partículas em suspensão e na clarificação da água.

Sutherland *et al.* (1994) utilizando extrato de sementes de moringa em um processo de tratamento contínuo de passagem de água, conseguiram tratar a cada hora, 60 m³ de água turva, oriunda de um rio. Os autores verificaram que após um período de 7 horas, 75 mg/L de semente de moringa promoveu a redução da turbidez da água com eficácia igual a 50 mg/L de sulfato de alumínio, e ambos promoveram um efeito redutivo do material em suspensão superior a 80%. Porém, o bom desempenho do sulfato de alumínio só foi obtido, devido ao auxílio de um processo filtrativo de decantação rápida, fato não necessário para a semente de moringa, já que sua ação independeu do processo filtrativo.

2.2 Tratamento de efluentes da aquíicultura

Com o desenvolvimento da aquíicultura surgem também às preocupações inerentes aos possíveis impactos ambientais ocasionados pelas suas descargas, e também pela demanda cada vez maior de água doce. Estes fatores têm despertado a atenção para a necessidade de uma atividade cada vez mais racional e menos poluidora, devendo, portanto, serem criadas possibilidades e alternativas para tratamento de seus efluentes (Vinatea-Arana, 1999).

Em países desenvolvidos, como os da Europa, os governos têm adotado medidas reguladoras para a atividade aquícola, levando em consideração entre outros aspectos, as diferenças ambientais, tipos de viveiros, tecnologia adotada, espécies cultivadas, e a natureza e quantidade de resíduos da água. Em função disto, todos os aquícultores têm que adotar medidas de tratamento de seus efluentes, antes de lançá-los no ambiente (Bergheim & Brinker, 2003).

Conforme ressalta Boyd (s.d.) nos efluentes gerados pela atividade piscícola, a carga residuária é proveniente da matéria orgânica e nutrientes da ração não consumida, bem como de fezes e excreções de nitrogênio, fósforo, nitrato e nitrito eliminados pelos peixes. Os cultivos continuados, ou que não levam em consideração a capacidade de suporte do ambiente aquático, conforme bem lembra Boyd (op. cit.), levam ao acúmulo destes resíduos, os quais podem superar a capacidade de assimilação dos sistemas naturais.

Ongley (2001) enfatiza que a poluição vinda de atividades agrícolas, entre elas a aquíicultura, não pode mais ser remediada pela sua diluição, sob pena de declínio de recursos alimentícios sustentáveis e de outras causas, mensuráveis ou não, social e economicamente.

A valorização das questões ambientais e a elevada competição por água de boa qualidade, levam a busca de alternativas que possam diminuir a capacidade impactante dos efluentes aquícolas. Neste contexto Felizatto *et al.* (2003) relaciona práticas de sedimentação primária com precipitação química, o uso de biofiltros específicos, desinfecção por ozônio, lodos ativados e lagoas de estabilização como formas de tratamentos capazes de melhorar a qualidade dos efluentes aquícolas. Outras alternativas é o emprego de biopolímeros (Oliveira *et al.*, 2004; Cruz, 2005).

Léon & Cavallini (1999) relacionam as lagoas de estabilização como sendo um promotor espontâneo, de depuração ou estabilização natural de resíduos de águas servidas,

mediante fenômenos físicos, bioquímicos e biológicos. Os autores mencionam ainda que, a piscicultura pode ser utilizada para reaproveitar efluentes pré-tratados nas lagoas de estabilização em série.

Silva & Silva (1999) também atestaram a possibilidade de uso de efluentes tratados em lagoas de estabilização, na produção de tilápias, visando o aproveitamento do alimento natural presente no meio. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), conforme comprovado por Felizatto *et al.* (2003), é capaz de auxiliar na remoção de sólidos totais de efluentes, melhorando conseqüentemente, as condições do ambiente.

Palma Carmona (2004) estudando o aproveitamento dos efluentes de um tanque de salmão para a engorda de juvenis de camarão de água doce *Samastacus spinifrons*, encontrou redução média de 4,21 % de material em suspensão ao dia, sendo este material responsável pelo incremento de 2,34 g de biomassa ao final de 125 dias de experimento.

Em se tratando de biopolímeros, Oliveira *et al.* (2004) estudando a eficiência de sementes de moringa no tratamento de efluentes de viveiros de piscicultura adubado com cama de frango, verificaram que 0,5, 1,0 e 1,5 sementes de moringa/L de efluente não interferiram na alcalinidade total, dureza, condutividade elétrica e pH, mas 1,5 sementes/L promoveram redução de clorofila “a”, em menor tempo, embora 24 horas após o contato, qualquer dose apresentou o mesmo efeito. Os autores também verificaram que o O₂ ficou próximo a 4,0 mg/L e o CO₂ a 9,0 mg/L até as 16 horas após o tratamento. A partir daí o O₂ começou a declinar e o CO₂ a aumentar, sendo os níveis mais críticos registrados nos efluentes tratados com 1,5 sementes de moringa/L e às 24 horas após o tratamento.

Cruz (2005) estudando o efeito de sementes de moringa sobre a qualidade de efluentes da carcinicultura, verificou que o extrato aquoso das sementes promoveu clarificação dos efluentes, manteve os valores de pH, alcalinidade, dureza e condutividade

elétrica, sem grandes alterações do ponto de vista de uma criação de camarões, mas levou o oxigênio dissolvido e o gás carbônico a valores críticos.

Qualquer que seja o processo de tratamento de águas residuárias, é importante considerar a eficácia do tratamento e a possibilidade de reuso, entre as quais, conforme citam Giordani & Santos (2003), está o uso para irrigação, gasto urbano, paisagismo, indústria e aquicultura. Já o reuso com fim potável incorre em altos custos e riscos a saúde pública e sua prática fica condicionada a situações de extrema escassez.

A reutilização das águas servidas gera a possibilidade de reduzir a pressão sobre os recursos hídricos, tanto do ponto de vista da redução da captação, quanto do impacto ambiental (Giordani & Santos, 2003; Hespanhol, 2003).

2.3 Condições ambientais nos sistemas aquaculturais

A Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD, 1991) considera o desenvolvimento sustentável, aquele que é capaz de atender as necessidades presentes sem comprometer a capacidade de suprir as necessidades das futuras gerações.

Dentro deste contexto, a aquicultura que se baseia no tripé: produção lucrativa, preservação do meio ambiente e desenvolvimento social (Valenti *et al.*, 2000), deve sem dúvida levar em conta a qualidade físico-química da água de cultivo bem como dos efluentes gerados (Boyd & Queiroz, 2004).

De acordo com o Código de Conduta para uma Pesca Responsável, o manejo das condições do solo e da qualidade da água são fatores determinantes para o bom desempenho dos cultivos aquícolas, devendo considerar para um controle efetivo de tais práticas, o monitoramento físico-químico e as boas práticas de manejo nos sistemas

aquaculturais (FAO, 1995; Boyd & Queiroz, 2004). Ainda de acordo Boyd & Queiroz (2004) dentre as variáveis que devem ser monitoradas regularmente estão temperatura, transparência, oxigênio dissolvido, gás carbônico, pH, alcalinidade total, dureza, condutividade elétrica, bem como os compostos nitrogenados e fosfatados.

A temperatura da água recebe influência direta da luminosidade externa, pois, parte da luz solar que incide no corpo d'água é refletida, e uma outra é absorvida (Esteves, 1988). A radiação absorvida na superfície se transforma em energia calórica e se propaga por condução na água, devendo ao vento a ação de redistribuir o calor por todo o corpo d'água, não permitindo que ocorra queda brusca de temperatura no primeiro metro de profundidade (Sipaúba-Tavares, 1994).

Ainda de acordo com Sipaúba-Tavares (1994) quando a ação do vento não for forte o suficiente para misturar toda a água do reservatório, haverá uma estratificação térmica, com formação das zonas epilímnio (porção superior), metalímnio (porção mediana) e hipolímnio (porção mais profunda). Estas zonas são resultantes do efeito da temperatura sobre a densidade da água, sendo que as mesmas apresentam valores térmicos distintos e não se misturam.

De acordo com Moreira *et al.* (2001) devido a uma inter-relação existente entre os fatores físicos e químicos da água, uma vez o ambiente em estado de estratificação térmica, teoricamente há uma estratificação para todos os demais fatores, pois, em tal situação, verifica-se uma redução progressiva nos níveis de oxigênio e pH, à medida que se analisa a coluna d'água desde a superfície até o sedimento. Neste caso, a distribuição da temperatura no corpo d'água, interfere diretamente na distribuição e sobrevivência dos organismos aquáticos em seus ambientes.

Os peixes são animais pecilotermos, não gastam, portanto, energia para regular a sua temperatura corpórea, como ocorre com os homeotermos (Vinatea-Arana, 1997). Apesar

de serem pecilotermos, os mesmos crescem melhor dentro de uma determinada faixa de temperatura (Boyd, 1997).

Segundo Ostrensky & Boeger (1998) a faixa de conforto térmico dos peixes depende da espécie a ser cultivada, e da fase de desenvolvimento em que os indivíduos se encontram. Assim, para as espécies de clima tropical, a faixa de temperatura entre 26 e 30 °C, permite maior crescimento dos mesmos.

A temperatura exerce influência direta na alimentação dos peixes, de forma que, em condições de baixas temperaturas na água, os peixes têm seu metabolismo diminuído, com conseqüente redução no seu apetite (Castagnolli, 1992).

A transparência é a capacidade de penetração da luz no corpo d'água (Castagnolli, 1992; Sipaúba-Tavares, 1994; Kubitzka, 2003). Segundo Sipaúba-Tavares (1994), a penetração de luz é maior nos primeiros 100 centímetros de lâmina de água, a partir de então tende a haver uma formação de zonas distintas que dificultam a penetração da mesma.

A visibilidade da água pode ser influenciada por partículas de solo em suspensão em conjunto com, ou exclusivamente, por fitoplâncton (Schmittou, 1997).

Segundo Castagnolli (1992) o material em suspensão na água é formado por partículas orgânicas e inorgânicas, sendo a parte orgânica constituída de uma fração viva, que é representada pelo plâncton e uma outra morta, que corresponde aos fragmentos planctônicos mortos.

Para Schmittou (1997) a transparência indica o estado trófico da água, sendo considerado rico em nutrientes os ambientes aquáticos de baixa transparência, ao passo que, àqueles com pouco nutriente possuem transparência mais elevada.

Em viveiros onde a transparência é alta, há penetração de luz diretamente em seu fundo, sendo este fato indesejável, pois, propicia o desenvolvimento de macrófitas

aquáticas, que irá impedir posteriormente a penetração de luz no sistema, com conseqüente redução no desenvolvimento fitoplanctônico, e ainda, concorrer por oxigênio com os peixes no período noturno. Além disso, ocupa área significativa nos viveiros, diminuindo o espaço de ocupação dos mesmos (Ostrensky & Boeger, 1998).

Em viveiros onde a transparência da água é inferior a 30 cm e não há associação com argila em suspensão, há o indicativo de um enriquecimento planctônico excessivo, o que pode acarretar diminuição do oxigênio dissolvido no sistema (Kubitza, 2003).

Durante o dia, as plantas aquáticas unicelulares e as macrófitas removem o gás carbônico do ambiente e liberam o oxigênio em seu processo fotossintético, porém à noite, a respiração desses vegetais juntamente com a dos peixes, leva a um consumo do oxigênio livre na água (Sipaúba-Tavares, 1994).

Para Boyd (1997) água de viveiros com transparência entre 30 a 60 cm, apresenta boa densidade planctônica, sendo admitido como faixa ótima valores entre 30 a 45 cm.

O oxigênio dissolvido (O_2D) é essencial para que todos os indivíduos realizem o ato vital da respiração, através do qual é possível a assimilação da energia contida nos alimentos (Castagnolli, 1992). Este gás é o segundo maior componente do ar (Sipaúba-Tavares, 1994), estando presente na atmosfera com valor aproximado de 21% (Boyd, s.d.).

Apesar desta grande quantidade no ar, o oxigênio é muito pouco solúvel na água (Cyrino & Kubitza, 1996), estando a sua solubilidade em função da temperatura, pressão atmosférica e salinidade da água (Sipaúba-Tavares, 1994). Em função disto, há uma relação inversa entre estes fatores e a solubilidade do oxigênio dissolvido, ou seja, em situações de alta temperatura, pressão atmosférica e salinidade, se verifica baixos níveis deste gás (Schmittou, 1997).

Segundo Boyd (1997) quando as concentrações de O_2D estão abaixo da saturação na água, há uma difusão deste gás do ar para a água, da mesma forma, em condições em que a água esteja supersaturada, haverá uma difusão da água para o ar.

Para Cyrino & Kubitzka (1996) a taxa de difusão do O_2D do ar para a água ocorre de forma muito lenta, fazendo com que a liberação do mesmo pelas algas fotossintetizantes seja a sua principal fonte nos ecossistemas aquaculturais. Segundo Schmittou (1997) em ambientes de águas estagnadas, a entrada de O_2D se dá em torno de 90 – 95% por meio da fotossíntese e o restante fica por conta da difusão do ar e da entrada de água no sistema aquático. Ainda conforme o autor, a respiração planctônica é apontada como a principal causa da saída do O_2D da água, e secundariamente à respiração dos peixes, microorganismos do fundo e as perdas por difusão.

A concentração de O_2D na água exerce grande influência sobre a atividade biológica, crescimento, consumo e conversão alimentar dos peixes (Kubitzka, 2003). Para Boyd (1997) a concentração de O_2D deve ser mantida o mais próximo possível da saturação, sendo aceitáveis níveis de 4 a 5 mg/L à noite, e elevações para 12 a 18 mg/L na água superficial durante o dia.

Segundo Kubitzka (2003) as concentrações máximas e mínimas do oxigênio na água, geralmente ocorrem ao final da tarde (17:00 a 18:00 h) e ao amanhecer (06:00 a 07:00 h), respectivamente. Este fato está diretamente relacionado à dinâmica do fitoplâncton no ambiente, bem como a respiração e decomposição de matéria orgânica (Sipaúba-Tavares, 1994). Segundo a autora, em dias claros a taxa fotossintética aumenta rapidamente, podendo permanecer alta até o por do sol, porém, mesmo nos horários propícios, mas na ocorrência de céu nublado, há um decréscimo na fotossíntese e conseqüentemente no O_2D .

A quantidade de material orgânico (esterco, rações) presente no ambiente, também exerce influência sobre os níveis de O_2D no ambiente aquático. Desta forma, conforme

lembra Ostrensky & Boeger (1998), quando se realizam adubações orgânicas em viveiros de pisciculturas, este material para liberar seus nutrientes será submetido à ação de bactérias presentes no sistema, que por sua vez necessitam de oxigênio para realizar o processo de decomposição. Além do consumo de oxigênio, como resultado de tal processo, há a liberação de gás carbônico no sistema.

Kubitza (2000) infere que taxas de alimentação acima de 50 kg de ração/ha/dia, ocasionam níveis críticos de O_2D em viveiros, diminuindo a sobrevivência e a eficiência alimentar.

De acordo com Boyd (1997) a maioria dos peixes pode tolerar concentrações de O_2D equivalentes a 2 mg/L por longos períodos, porém, valores tão baixos quanto estes são estressantes, devendo, portanto, mesmo no horário noturno, não deixar os níveis deste gás cair para valores inferiores a 4 mg/L.

Para Cyrino & Kubitza (1996) níveis de O_2D abaixo de 5 mg/L podem levar à redução no consumo de alimento e no crescimento dos peixes, da mesma forma que a exposição contínua a níveis menores que 3 mg/L podem resultar em estresse, que além de reduzir o consumo alimentar, provoca baixa na resistência imunológica, aumentando a incidência de doenças e conseqüentemente a taxa de mortalidade.

O estresse por O_2D pode ser visualizado logo ao amanhecer em viveiros de piscicultura, onde os peixes ficam boqueabertos à superfície, na tentativa de absorver melhor o O_2D que lhe é deficitário (Kubitza, 2000).

O gás carbônico (CO_2) é de fundamental importância para o metabolismo das algas e outros vegetais fotossintetizantes (Sipaúba-Tavares, 1994). Este gás entra no sistema aquático principalmente como produto da respiração e decomposição aeróbica da matéria orgânica, sendo insignificante a sua difusão da atmosfera para a água (Schmittou, 1997).

Segundo Kubitzka (2003) em concentração de O₂D normal, os peixes podem tolerar valores de CO₂ acima de 10 mg/L, porém, valores acima de 25 mg/L, aliados à baixa concentração de O₂D, podem afetar o desenvolvimento produtivo e até mesmo causar asfixia nos peixes. Valores adotados como ideal devem ser de no máximo 5 mg/L.

Considerando-se os processos naturais no ambiente, altas concentrações de CO₂ ocorrem em viveiros, geralmente após grande mortalidade de fitoplâncton, desestratificação térmica e em presença de dias nublados. Também é sabido que há uma relação inversa entre o CO₂ e o O₂D, pois, na maioria dos casos quando um estiver alto, o outro estar baixo, sendo atribuído que os efeitos patogênicos do primeiro estão geralmente relacionados à asfixia que tal gás pode provocar nos peixes (Moreira *et al.*, 2001).

Para Kubitzka (2003) os níveis de CO₂ na água são mais altos ao amanhecer e mais baixos nas horas de maior insolação do dia. Sipaúba-Tavares (1994) complementa que este fato estar relacionado à respiração dos organismos aquáticos e ao processo fotossintético. Ainda conforme a autora, as flutuações diurnas do gás carbônico influenciam diretamente o pH do meio, pois, a partir deste elemento, pode haver a formação de carbonatos, bicarbonato ou ácido carbônico.

O fato é que no período noturno, em virtude de uma maior liberação do CO₂ pela respiração dos peixes e vegetais, há uma reação deste gás com a água que resulta na formação de ácido carbônico (H₂CO₃) conseqüentemente acidificação do meio. Por outro lado, durante o período de insolação, parte do CO₂ é retirada do sistema aquático pelo processo fotossintético e a parte que fica formará o bicarbonato (HCO₃⁻) (Esteves, 1988).

A proporção entre a concentração de íons de hidrogênio (H⁺) e a de íons hidroxila (OH⁻) em um meio é chamada de pH. Logo, quando a concentração do primeiro aumenta, há uma redução no valor do pH, ao passo que em aumento da hidroxila no ambiente, o pH eleva-se (Galli & Torloni, 1984). Ainda conforme Galli & Torloni (1984) o pH pode variar

em uma escala de 0 a 14, onde o 7 indica o ponto de neutralidade, ou seja, neste valor da escala as concentrações de H^+ e da OH^- são iguais.

Quando o valor do pH estiver abaixo ou acima da neutralidade, diz-se que este estar ácido e alcalino, respectivamente (Boyd, s.d.; Castagnolli, 1992; Ostrensky & Boeger, 1998, Moreira *et al.*, 2001).

Os níveis de pH são mais baixos e mais altos no fundo do viveiro e à superfície, respectivamente (Sipaúba-Tavares, 1994).

Em geral, valores próximos à neutralidade (6,5 a 8,0) são mais adequados à produção de peixes. Entretanto, quando os mesmos estão muito acima ou abaixo desta faixa, podem causar prejuízos ao crescimento, à reprodução e condição geral de saúde dos peixes (Kubitza, 2003).

Alterações no pH da água podem causar mortalidade em peixes, pois, tais alterações em diferentes proporções, podem determinar grandes dificuldades respiratórias nas diferentes espécies ou indivíduos menos resistentes, levando-os a morte em virtude de uma incapacidade de estabelecer o equilíbrio osmótico em nível de brânquias (Moreira *et al.*, 2001).

Vinatea-Arana (1997) reporta que os pontos letais de acidez e alcalinidade para os peixes são de pH 4 e 11, respectivamente.

Segundo Esteves (1988) a forma tóxica da amônia (NH_3) é potencializada diante de uma elevação de pH da água, correndo o risco de provocar intoxicação nos peixes.

O monitoramento do pH deve ser prática constante em uma unidade piscícola. Kubitza (2003) sugere que após um dia de intensa insolação o pH da água do viveiro pode ser determinado ao final da tarde e nas primeiras horas do dia seguinte, de modo a se comparar as duas concentrações. Diferenças maiores que duas unidades entre as concentrações encontradas, indicam uma condição de ineficiência do sistema tampão do

meio, podendo ser verificado posteriormente por meio de determinação da alcalinidade total e dureza total do sistema aquático.

A alcalinidade total indica a concentração de todas as bases tituláveis na água. Embora a amônia (NH_3), os fosfatos, os silicatos e a hidroxila (OH^-), se comportem como bases, contribuindo para a alcalinidade total, os íons bicarbonato (HCO_3^-) e carbonato (CO_3^{2-}) são os mais abundantes e responsáveis por praticamente toda a alcalinidade nas águas naturais. Esta variável está diretamente ligada à capacidade da água em manter seu equilíbrio ácido-básico, ou seja, ao seu poder de tamponamento, sendo a mesma expressa em equivalente de CaCO_3 (mg de CaCO_3/L) (Kubitza, 2003).

De acordo com Vinatea-Arana (1997) a água possui um sistema próprio capaz de impedir que o seu pH diminua ou aumente drasticamente, denominado de sistema tampão ou “buffer”.

Segundo Kubitza (2003) a alcalinidade deve ser superior a 20 mg CaCO_3/L , pois, valor inferior a este resulta em poder tampão baixo e pode apresentar flutuações diárias nos valores de pH devido a processos fotossintéticos e respiratórios nos viveiros. Para ambientes ricos em fitoplâncton é estabelecido como ideal, valores superiores a 30 mg CaCO_3/L .

Para Boyd (1997) a melhor faixa de valores para alcalinidade situa-se entre 50 a 200 mg CaCO_3/L . Já Sipaúba-Tavares (1994) considera valores entre 200 a 300 mg CaCO_3/L como sendo os que proporcionam melhores resultados no cultivo de peixes.

A dureza total é uma medida das concentrações de cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}) na água e, assim como a alcalinidade, é expressa em equivalente de CaCO_3 (Boyd, 1997).

Em águas naturais estes íons podem se encontrar associados aos íons bicarbonatos (HCO_3^-) e carbonatos (CO_3^{2-}) e neste caso, dureza e alcalinidade apresentam valores praticamente iguais (Kubitza, 2003). Em condições onde a alcalinidade total da água

excede a sua dureza, parte do HCO_3^- e do CO_3^{2-} estão associados ao potássio (K^+) e ao sódio (Na^+), e não somente com o cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}). Por outro lado, se a dureza total for muito maior do que a alcalinidade total, parte do Ca^{++} e o do Mg^{++} irão se associar com íons sulfato, cloreto, silicato, e não somente com bicarbonato e carbonato (Vinatea-Arana, 1997).

Para Boyd (1997) os valores mínimos recomendados para dureza total em água de viveiros, são os mesmos descritos para alcalinidade total. Já para Sipaúba-Tavares (1994) para peixes de água doce a dureza ideal fica na casa dos 75 mg/L.

A condutividade elétrica indica a quantidade de íons no sistema aquático (Castagnoli, 1992) e fornece informações sobre o metabolismo do ecossistema, ajudando a detectar fontes poluidoras no meio, verificando-se que quando seu valor estiver alto, indica um elevado grau de decomposição, ao passo que, diante de um baixo valor, há um indicativo de uma acentuada produção primária (Sipaúba-Tavares, 1994).

Os valores de condutividade elétrica desejáveis para viveiros de piscicultura estão entre 0,20 e 1,0 mS/cm (Moreira *et al.*, 2001).

Souza *et al.* (2000) verificaram em viveiros com cultivo de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) variações de condutividade elétrica de 0,266 a 0,495 mS/cm e 0,250 a 0,505, respectivamente para a água superficial e do fundo dos viveiros, sendo observado as maiores concentrações de condutividade elétrica em ocasiões onde o tempo de residência da água dos viveiros foi alta, o que ocasionou uma maior concentração de nutrientes.

Ituassú *et al.* (2004) avaliando o desempenho de tambaqui submetido a diferentes períodos de privação alimentar, verificaram que a condutividade elétrica diminuiu de 0,492 para 0,316 mS/cm, quando os peixes tiveram sua alimentação restrita por um período de 28

dias, sendo atribuído à liberação de matéria orgânica de origem fecal, bem como as sobras de ração na água, a capacidade de influenciar a condutividade elétrica.

2.4 Características gerais da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)

As tilápias são nativas da África e existem cerca de 70 espécies de tilápias distribuídas em quatro gêneros: *Oreochromis*, *Sarotherodon*, *Tilapia* e *Danakilia* (Proença & Bittencourt, 1994).

Várias das espécies de tilápias se encontram difundidas em diversos países de clima tropical e/ou subtropical, onde foram introduzidas de forma deliberada ou acidentalmente. Apesar da grande importância econômica das espécies, elas somente passaram a ser cultivadas de forma intensiva, a partir das décadas de 20 a 50 do século passado (Moreira *et al.*, 2001).

De acordo com Kubitza (2000) as tilápias são superadas em produção apenas pelas carpas, dentre os vários peixes de água doce cultivados no mundo. O autor prediz ainda que, em curto prazo, o Brasil poderá se tornar o maior produtor de tilápias cultivada do mundo, porém é preciso que a tilápia brasileira tenha preço e qualidade competitivos, comparado aos países asiáticos e aos tradicionais exportadores latino-americanos.

A tilápia do Nilo apresenta características desejáveis à exploração comercial, ou seja, apresenta boa adaptabilidade às condições ambientais diversas, boa conversão alimentar e ganho de peso; boa aceitação a ração comercial e alta rusticidade; ocupa baixo nível trófico na cadeia alimentar, apresentando-se como espécie em geral fitoplanctófaga com tendência à onívora; adapta-se facilmente ao confinamento em diferentes níveis de produtividade; apresenta boa resistência a baixos níveis de oxigênio na água; possui carne

e subprodutos de boa aceitação no mercado; boa resistência a doenças, embora apresente baixa tolerância a altos níveis de amônia (NH₃) e nitrito na água (Moreira *et al.*, 2001).

As tilápias apresentam grande resistência às variações do meio aquático, chegando a tolerar níveis de oxigênio dissolvido na água de até 0,25 mg/L, porém, são vulneráveis e/ou dependentes dos valores de temperatura da água, sendo o seu melhor desempenho obtido com a temperatura da água entre 26 a 28 °C. Quando esta temperatura é inferior a 15 °C, pouco se alimenta e não se reproduz (Castagnolli, 1992).

A tilápia nilótica apresenta baixa sobrevivência quando abita águas com pH abaixo de 4,5 e acima de 10,5, sendo considerado como faixa ótima para a espécie, valores entre 6 a 8,5 (Kubitza, 2000).

Para Proença & Bittencourt (1994) o fator mais limitante no cultivo das tilápias é a sua capacidade de se reproduzir naturalmente em cativeiro, fato observado em peixes com peso vivo próximos aos 50 g, em especial, em condições de temperatura superior a 20 °C, quando podem a cada 50 ou 60 dias. Esta reprodução tão fácil e precoce provoca um aumento populacional desordenado, o que determina uma heterogeneidade do lote de produção.

Moreira *et al.* (2001) relata a importância do cultivo de tilápias revertidas sexualmente para machos, pois, a fêmea durante o processo de desenvolvimento gonadal, direciona grande parte da energia que obtém do alimento, para a produção dos óvulos, o que reduz substancialmente o seu crescimento.

Hein *et al.* (2004) relatam que, por maiores que sejam os cuidados que se tome para tornar o lote de produção de tilápias homogêneo, no final do cultivo ainda se observa pelo menos três tamanhos distintos: os maiores, que representam cerca de 15% da população; os médios, cerca de 70% e os menores, em torno de 15%.

A tilápia do Nilo (*O. niloticus*) por possuir hábito alimentar planctófago, aproveita melhor o alimento natural, do que, por exemplo, espécies de hábito alimentar carnívoro (Kubitza, 1999).

Segundo Kubitza (2000) as tilápias são beneficiadas por possuírem numerosos rastros branquiais e secretarem muco na faringe, permitindo assim uma eficiente filtragem e aglutinação das pequenas partículas (organismos) do fito e zooplâncton. Adicionalmente, apresentam maior acidez estomacal (pH entre 1,25 a 1,60), comparada a outros peixes. Isto permite uma melhor digestão da parede celular das algas, melhorando a liberação e o aproveitamento dos nutrientes presentes no fitoplâncton. Por este motivo é comum em vários países do mundo, a produção destes peixes em viveiros adubados com fertilizantes inorgânicos, esterco animal e subprodutos vegetais.

Loures *et al.* (2001) analisando o comportamento alimentar de alevinos de tilápia do Nilo em relação ao consumo de ração e fitoplâncton, verificaram que apesar da ração ter sido consumida em maior quantidade em alguns horários, o fitoplâncton praticamente se igualou à ração em volume ingerido.

Kubitza (2000) relata que em sistema de produção onde se emprega adubação de viveiros com fornecimento de ração suplementar, pode-se obter uma produção entre 2.500 e 8.000 kg/ha, ao passo que, em viveiros com renovação de água providos de aeração mecânica, podem produzir aproximadamente 40.000 kg/ha.

Zimmermann (2000) avaliando o desempenho das tilápias do Nilo em viveiros ricos em plâncton e em tanques-rede, em três regiões com temperaturas de águas distintas (Nordeste do Rio Grande do Sul = 23 °C; Central e Norte de São Paulo = 26 °C e Sertão Nordeste = 29 °C), verificou que o tempo de cultivo necessário para as tilápias atingir o peso comercial (400g) foi menor nos viveiros com águas verdes e onde a temperatura foi mais elevada. Verificou também que a cada três graus que a temperatura da água

aumentou, diminuiu de três a quatro semanas o período de cultivo, e que o sistema de cultivo em viveiros proporcionou uma diminuição de 1 a 2 semanas no período de cultivo, quando comparado ao sistema de cultivo em tanque-rede.

Ayroza *et al.* (2000) encontraram variação de peso vivo de tilápia nilótica de 440 a 513 g em viveiros escavados, sendo os peixes alimentados com ração extrusada comercial contendo 28 % de proteína bruta e estocados a uma densidade de 3,3 peixes/m².

Boscolo *et al.* (2001) comparando o desempenho da tilápia nilótica da linhagem tailandesa com a comum, verificaram um ganho de peso de 174,02 g e 100,02 g e conversão alimentar (CA) de 1,15 e 1,31, respectivamente, comprovando o bom rendimento produtivo da linhagem tailandesa.

Segundo Hein *et al.* (2004) os piscicultores da região Oeste do Paraná conseguem produção média de tilápias nilóticas com 450 g e CA de 1,4:1 aos 150 dias de cultivo, com uma produtividade média estimada de 11.250 kg/ha/cultivo, porém, esta produtividade só é alcançada onde se utiliza um manejo de cultivo centrado na estocagem de peixes com eficiência de reversão sexual próximo a 98 %, homogeneidade no tamanho dos peixes estocados, qualidade da ração fornecida, qualidade da água dos viveiros estável e quando a temperatura da água apresenta-se entre 26 e 28 °C.

De forma geral o sucesso da criação de tilápia baseia-se na qualidade da água de cultivo, qualidade do alimento fornecido e sanidade dos peixes cultivados (Moreira *et al.*, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi dividida em três experimentos. No primeiro experimento foi estudada a qualidade da água e do efluente em tanques fertilizados com adubo inorgânico e estocados com tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), linhagem chitralada. No segundo experimento foi estudada a qualidade de efluentes de tanques com cultivo de peixes após ser submetido a tratamento com diferentes doses de sementes de moringa, e no terceiro foi estudado o uso dos efluentes tratados com sementes de moringa na criação de tilápia nilótica.

3.1 Qualidade da água e do efluente em tanques fertilizados com adubo inorgânico (Experimento I)

O experimento I foi conduzido no período de 13 de outubro de 2004 a 16 de fevereiro de 2005, teve 7 dias de período pré-experimental, para adaptação dos animais, e 119 dias de período experimental, sendo conduzido em três tanques de paredes de alvenaria e fundo de terra (Figura 1). Os tanques apresentavam profundidade média de 1,0 m, área de 50 m², sistema de escoamento e abastecimento individuais e pertenciam ao Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (SP/DZ/CCA/UFPB), localizado no município de Areia-PB.

Antes de iniciar o experimento, os tanques foram limpos, e amostras de solo foram colhidas para determinação do pH, não sendo necessária realizar calagem pelo fato do pH se encontrar próximo à neutralidade (média de 6,7).

Após a limpeza, os tanques foram abastecidos com água de açude e passaram a ser adubados com 50 g de sulfato de amônia e 150 g de superfosfato simples, uma vez por semana, até os 30 dias do período experimental. A partir daí, como a resposta à adubação estava lenta, passou a ser aplicado 75 g de sulfato de amônia e 225 g de superfosfato simples, duas vezes por semana até que a transparência da água atingisse 45 cm, o que ocorreu por volta dos 60 dias do início do experimento.



Figura 1. Vista geral (A) e detalhe (B) dos tanques que foram submetidos à fertilização inorgânica com superfosfato simples e sulfato de amônia e estocados com alevinos de tilápia nilótica.

Nos primeiros 40 dias, três vezes por semana, foi feita renovação de 10 % do volume de água dos tanques. A partir de então, e até o final do experimento, passou a ser feita reposição das perdas de água que ocorriam por evaporação e infiltração, sendo a renovação da água feita quando havia necessidade de melhorar as condições físico-químicas do ambiente.

Após o abastecimento, cada tanque foi povoado com 400 alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem chitralada, revertidos sexualmente para machos e apresentando comprimento total médio de $25 \pm 3,72$ mm e, peso médio inicial de $0,27 \pm 0,13$ g, mantendo uma densidade de 25 peixes/m². Os peixes foram alimentados com ração

comercial extrusada contendo 28 a 32 % de proteína bruta (PB) e administrada inicialmente na forma triturada e posteriormente sem triturar, quando os peixes atingiram tamanho maior. Até os 74 dias a ração foi fornecida a uma taxa alimentar de 10 % da biomassa e administrada em quatro tratos diários (08h00min; 12h00min; 14h00min e 16h00min horas). A partir daí e até o final do experimento, o fornecimento foi *ad libitum*, em dois tratos diários (08h00min e 16h00min horas).

Durante o período experimental, três vezes por semana, pela manhã (07h00minh) e à tarde (14h00minh), amostras de água foram colhidas a 15 cm da superfície e na saída de água dos tanques, a 10 cm do fundo (efluente), com garrafa de Van Dorn, para as determinações de oxigênio dissolvido (mg/L), e temperatura (°C), com oxímetro digital portátil; condutividade elétrica (mS/cm), com condutivímetro digital portátil e pH (Unidade padrão), com pHmetro digital portátil. Uma vez por semana, em ambos os horários e locais de leitura, o gás carbônico (mg/L), dureza (mg CaCO₃/L) e alcalinidade total (mg CaCO₃/L) foram determinados conforme método descrito por Golterman *et al.* (1978). Já a transparência da água dos tanques foi determinada com disco de Secchi, três vezes por semana nos mesmos horários.

Para acompanhar a desempenho dos peixes, os que foram estocados em cada tanque, foram colocados em um recipiente com água previamente tarado e foram pesados em um único lote. No momento da seleção, foram separadas três amostras de peixes, equivalendo a 10 % da população estocada em cada tanque e estas submetidas à determinação de peso individual (g), em balança digital com duas casas decimais e do comprimento total (mm), com ictiômetro.

Durante o período experimental foram realizadas determinações biométricas aos 28, 57, 88 e 126 dias, em 10% da população. No final do experimento os peixes de cada

tanque foram contados e posteriormente pesados. Com base nestas informações foram determinadas as seguintes variáveis:

a) Taxa de sobrevivência (%):

$$TS (\%) = (\text{Número de peixes final} \div \text{Número de peixes inicial}) \times 100$$

b) Ganho em peso individual (g/dia):

$$GPD (\text{g/dia}) = (\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) \div \text{Período (dias)}$$

c) Ganho em comprimento total individual (mm/dia):

$$GCD (\text{mm/dia}) = (\text{Comprimento final} - \text{Comprimento inicial}) \div \text{Período (dias)}$$

d) Biomassa final líquida (kg) (Peso de todos os peixes)

$$BML = \text{Biomassa final} - \text{Biomassa inicial.}$$

e) Conversão alimentar:

$$CA = \text{Quantidade de ração fornecida} \div \text{Biomassa final líquida.}$$

O experimento foi analisado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), arranjado em parcelas sub-subdivididas, sendo os locais de leitura (superfície e efluente), considerado como parcela principal, os horários de análise (07h00min e 14h00min horas) como sub-parcela, e os dias pesquisados como sub-subparcelas. Cada tanque povoado com tilápia nilótica (*O. niloticus*) se constituiu em uma unidade experimental.

Os dados obtidos para as variáveis físico-químicas e de desempenho dos peixes foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial em função do tempo de cultivo (dias), no programa SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1993).

3.2 Qualidade de efluentes de tanques com cultivo de peixes após tratamento com sementes de moringa (Experimento II)

O experimento II foi realizado no Laboratório do SP/DZ/CCA/UFPB, tendo início às 07h00min horas da manhã do dia 16 de dezembro de 2004 e encerrando as 07h00min horas do dia 17 deste mesmo mês e ano. Para iniciar o experimento, foi colhido com bomba submersa efluente de um dos três tanques onde o experimento I estava sendo conduzido há 64 dias e vinha sendo monitorado físico-quimicamente 3 vezes por semana, às 07h00min e 14h00min.

O efluente colhido no tanque foi distribuído em nove aquários de vidro transparente com capacidade para 60L e abastecidos com 50 L do efluente e em três caixas de fibra de vidro de 310 L, abastecidas com 280 L de efluente. Feito isto, sementes secas de moringa previamente descascadas foram contadas e pesadas de forma a manter a relação 0,5 (2,04 mg/L) (T1); 1,0 (4,06 mg/L) (T2) e 1,5 (5,96 mg/L) (T3) sementes de moringa/L de efluente. Para cada um dos aquários, as sementes de moringa relativas a cada dose e aquário foram colocadas em liquidificador contendo 1,0 L (um litro) de efluente retirado do próprio aquário, e após processadas por 30 segundos para formar o elemento floculante, o extrato foi filtrado em tecido de algodão diretamente no aquário. Seguindo-se a isto, o efluente nos aquários foi submetido à agitação rápida, durante um minuto e lenta por cinco minutos, por meio de movimentos circulares, com auxílio de uma espátula de madeira.

O efluente estocado nas caixas de fibra de vidro não recebeu tratamento com sementes de moringa, sendo considerado como testemunha no tocante a dose (T0 = 0 sementes de moringa/L efluente), nos diferentes tempos de monitoramento.

Antes de colocar o elemento floculante e em intervalos regulares de uma hora, por um período de 24 horas ininterruptas, foram monitoradas diretamente em cada aquário e

caixa as variáveis temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L), com oxímetro digital portátil; pH (unidade padrão), com pHmetro digital portátil e condutividade elétrica (mS/cm), com condutivímetro digital portátil. As variáveis, gás carbônico (mg/L), alcalinidade total (mg CaCO₃/L) e dureza (mg CaCO₃/L), foram determinadas por colorimetria, conforme metodologia descrita por Golterman *et al.* (1978).

O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) arranjado em parcelas subdivididas, com três repetições (caixas ou aquários). Nas parcelas ficaram as doses de sementes de moringa (T0 = sem semente de moringa - testemunha; T1 = 0,5; T2 = 1,0 e T3 = 1,5 sementes de moringa/L de efluente) e nas sub-parcelas o tempo após inclusão do elemento floculante aos efluentes (0,1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24 horas).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial em função dos níveis de semente (0; 0,5; 1,0 e 1,5 sementes/L) e do tempo do contato (horas), no programa SAEG (SAEG, 1993).

3.3 Capacidade de uso dos efluentes tratados com sementes de moringa (Experimento III)

O experimento III foi conduzido no período de 28 de dezembro de 2004 a 15 de janeiro de 2005, em 09 aquários de vidro com capacidade para 60L, instalados em sala fechada do Laboratório do SP/DZ/CCA/UFPB,

Para iniciar o experimento diariamente as 07h00min horas, efluente foi colhido, com bomba submersa nos tanques onde o experimento I estava sendo conduzido há 76 dias e vinha sendo monitorado físico-quimicamente 3 vezes por semana, às 07h00min e 14

h00min. Também foi colhido com bomba submersa, água de açude após passar por filtragem em filtro de areia e brita.

O efluente e água do açude foram estocados separadamente em caixas de fibra de vidro de 310 L. Após a estocagem o efluente foi submetido a tratamento com extrato aquoso de sementes de moringa, na dose de 1,0 semente/L, conforme já descrito no subitem 3.2. Após 24 horas da adição do extrato, já decorrido o processo de floculação e decantação do material particulado e dissolvido no efluente, o sobrenadante do efluente tratado foi utilizado para abastecer os aquários. Do total dos nove aquários três foram abastecidos com 50 L de água do açude (T1 = 0 % de efluente tratado), três com 25 L de efluente tratado e 25 L de água de açude (T2 = 50% efluente tratado e 50 % água de açude) e três com 50 L de efluente tratado (T3 = 100 % efluente tratado) (Figura 2A, B e C).

Seguindo-se ao abastecimento os aquários foram povoados com 8 alevinos de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), linhagem chitralada, revertidos sexualmente para machos e apresentando comprimento total médio inicial de 75,5, 76,0 e 75,5, mm e, peso médio inicial de 7,80, 7,90, 7,70g, de acordo com os volumes 0, 50 e 100% de efluente tratado, respectivamente. Os peixes foram alimentados duas vezes por dia (08h00min e 14h00min horas) com ração comercial extrusada, contendo 32 % de proteína bruta (PB) e 3,5 mm de diâmetro, e administrada na taxa de 5 % da biomassa.

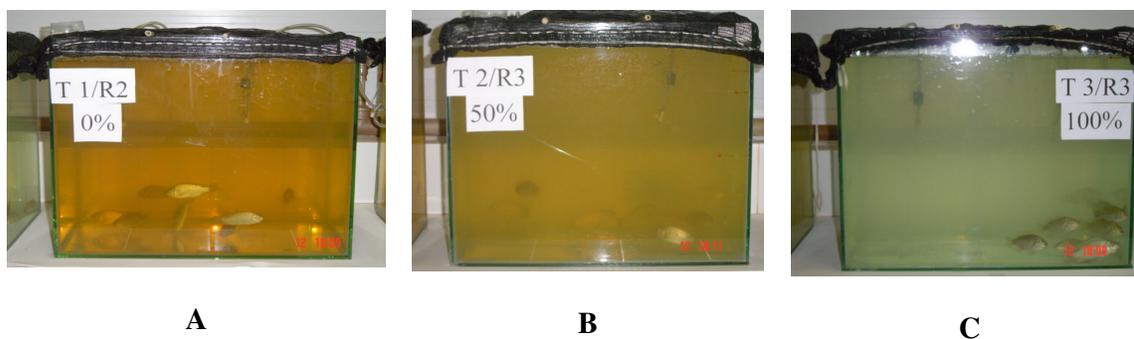


Figura 2. Aquários com alevinos de tilápia nilótica e que foram abastecidos apenas com água de açude (A), com água de açude e efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (B) e apenas com efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (C).

Diariamente as 07h00min horas 10% do volume de cada aquário foi sifonado para a retirada de fezes e restos de ração, e aos 12 e 23 dias após a montagem do experimento foi realizada lavagem do aquário e reposição de todo o volume, sempre obedecendo à relação efluente/água do açude já descrito para cada tratamento. Para repor o efluente e a água do açude eliminados durante as sifonagens, diariamente foi captado água do açude e efluente, sendo este último submetido ao tratamento, seguindo o mesmo procedimento descrito anteriormente. Os aquários foram providos de aeração descontínua, utilizando para isto um difusor de ar conectado a um timer, que foi programado para aerar a água durante 15 minutos após intervalos de 45 minutos sem aeração durante a sifonagem e fornecimento de ração, ou de 30 min, durante o restante do período do dia.

O comprimento total (mm) e o peso individual (g) dos peixes foram determinados com auxílio de paquímetro e balança digital, respectivamente, no dia 0, aos 22 e 25 dias do experimento. Ao final do período experimental foi determinada a taxa de sobrevivência (%), ganho em peso diário individual (g/dia), ganho em comprimento total diário individual (mm/dia), biomassa final líquida (g) e conversão alimentar, conforme fórmulas já descritas no subitem 3.1.

Durante a realização do experimento foram monitoradas três vezes por semana as 07h00min e 14h00min horas, as variáveis físicas e químicas já descritas no experimento I e II.

Os dados de desempenho dos peixes foram analisados em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos (volumes de efluentes tratado) e três repetições (aquários) e os dados físico-químicos dos efluentes/água nos aquários foram analisados em delineamento em parcelas sub-subdivididas, ficando na parcela principal os volumes de efluente no aquário, nas sub-parcelas os horários de análise (07h00min e 14h00min), e nas sub-subparcelas os dias pesquisados.

Os dados físico-químicos foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, em função do tempo de cultivo (dias). Já a comparação entre os volumes de efluente e os horários estudados foi realizada pelo teste de comparação de médias (Tukey 5%), como também, as variáveis relacionadas ao desempenho dos peixes, todos no programa SAEG (SAEG, 1993).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I - Qualidade da água e do efluente em tanques fertilizados com adubo inorgânico

A temperatura da água variou de 25,5 a 32,5 °C na água superficial (Figura 3A), e de 25,5 a 29,5 °C no efluente (Figura 3B), sendo registrado aumento do início para o fim do período experimental, tanto na água superficial como no efluente ($P < 0,01$). Em ambos os locais de leitura, temperaturas mais elevadas ocorreram à tarde ($P < 0,05$), sendo que neste turno não houve diferença estatística entre a temperatura da água superficial e do efluente ($P > 0,05$).

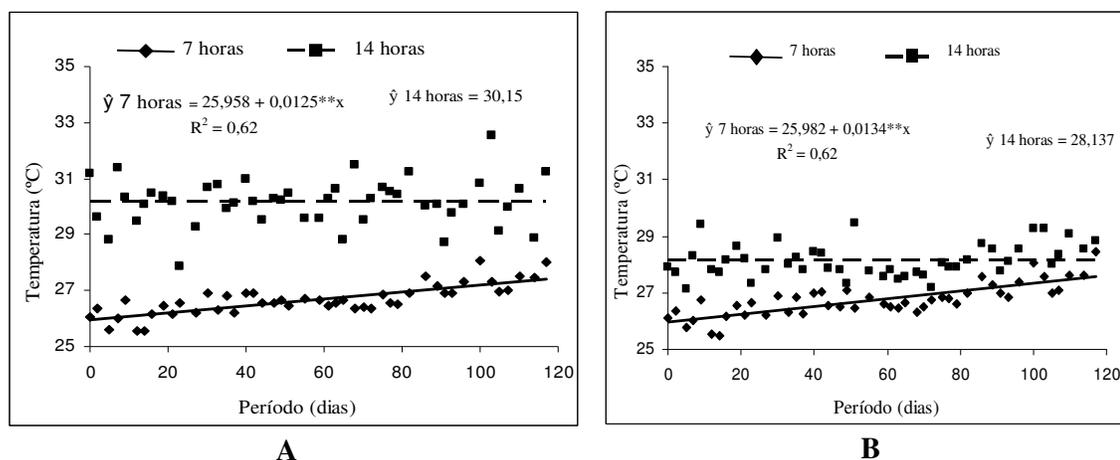


Figura 3. Temperatura da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfatos simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

Os extremos de temperatura (25 e 32 °C) foram pouco freqüentes no decorrer do experimento, e quando constatados não foi observado diminuição no consumo alimentar dos peixes, talvez pela proximidade dos valores com a faixa ótima de temperatura (26 a 30 °C) estabelecida para peixes tropicais (Ostrensky & Boeger, 1998).

Ayroza *et al.* (2000) relatam que a redução da temperatura da água de 25,5 °C para 22, 1 °C, possivelmente tenha sido a causa da diminuição no consumo alimentar de tilápia do Nilo criadas em viveiros.

De acordo com Esteves (1988) a temperatura da água está em função da temperatura ambiente e da luminosidade que incide em seu corpo. Desta forma, parte da luz que incide sobre a coluna d'água é absorvida e propagada entre as moléculas, sendo armazenada na forma de calor. Com base nesta afirmativa é esperado, portanto, que a temperatura da água pela manhã, em virtude de receber incidência solar moderada, seja menor que à tarde.

De conformidade com os resultados obtidos, a transparência da água dos tanques, mostrou efeito linear negativo em função do período de cultivo ($P < 0,01$) (Fig. 4). Assim, do início do experimento, até os 51 dias, seus valores oscilaram entre 97 e 45 cm, a partir de então e até os 86 dias experimentais a transparência ficou na faixa de 45 a 30 cm.

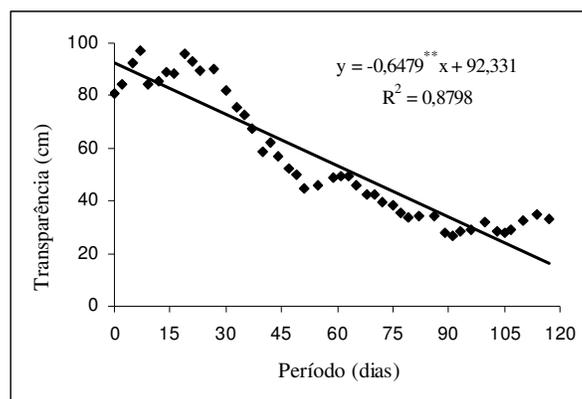


Figura 4. Transparência da água de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

Valores elevados de transparência estão relacionados a condições oligotróficas, já os baixos, a eutrofização do meio (Boyd, 1997; Schmittou, 1997; Kubtiza, 2003). Em viveiros de piscicultura, água com transparência entre 30 e 60 cm, apresenta boa densidade

planctônica, sendo admitido como faixa ótima valores entre 30 e 45 cm (Boyd, 1997). Logo, o perfil desta variável no presente estudo indica que as fertilizações proporcionaram o enriquecimento progressivo do ambiente aquático.

As concentrações de oxigênio dissolvido (Figura 5A e B) apresentaram alterações relacionadas com o local ($P<0,01$) e os horários de leitura ($P<0,01$). Desta forma, dentre os locais de leitura pode-se observar que o oxigênio foi mais elevado na água superficial, e entre os horários as concentrações foram mais elevadas à tarde. Também foi constatado que no horário da tarde, as concentrações de oxigênio oscilaram entre 7,5 e 16,0 mg/L, e aumentaram do início até cerca dos 50 dias de experimento. A partir daí, foi registrado tendência de diminuição, conforme demonstra o perfil quadrático da curva.

No fundo do viveiro, independente do horário, as concentrações diminuíram de forma linear, do início para o final do experimento, vindo a ser registrado neste período, concentrações entre 11,0 e 0,46 mg/L.

Observando os dados do ponto de vista dos locais de leitura e horários, verifica-se que, na água superficial pela manhã e no efluente pela manhã e tarde, as concentrações (0,90 a 7,9; 0,46 a 7,3 e 1,2 a 11,0 mg/L, respectivamente) foram mais baixas do que aquelas registradas na água superficial, no horário da tarde.

Concentrações mais elevadas de oxigênio dissolvido na água superficial no horário da tarde, e mais baixas pela manhã no efluente, são normalmente encontradas em tanques e viveiros com cultivo de peixes (Castagnolli, 1992; Sipaúba-Tavares, 1994; Boyd, 1997; Kubitza, 2003; Boyd & Queiroz, 2004). Esta dinâmica ocorre, por que as concentrações de oxigênio dissolvido na água, têm relação direta com o processo fotossintético, de respiração dos organismos aquáticos e decomposição de matéria orgânica (Sipaúba-Tavares, 1994; Vinatea-Arana, 1997; Kubitza, 2003).

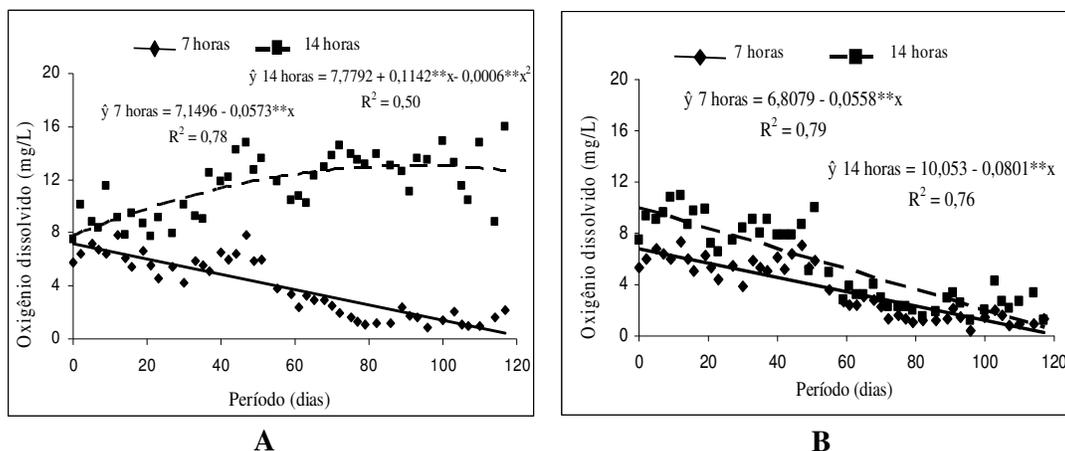


Figura 5. Oxigênio dissolvido da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

Para Boyd (1997) em viveiros de criação de peixes são aceitáveis níveis de oxigênio de 4 a 5 mg/L à noite, podendo ocorrer elevações para 12 a 18 mg/L na água superficial durante o dia. Em tanques e viveiros de cultivo de peixes, concentrações de oxigênio dissolvido acima de 5 mg/L são mais difíceis de ocorrer e em geral são dependentes de altas taxas de renovação de água ou uso de aeradores.

Oliveira *et al.* (2004) também verificaram oxigênio dissolvido mais elevado na superfície da água, do que no fundo do viveiro, sendo as concentrações no horário da tarde, superiores as da manhã, onde neste último as concentrações de oxigênio foram muito críticas, até mesmo próximo à superfície da água. Os autores constataram ainda, que o aumento do plâncton proporcionou a elevação nas concentrações de oxigênio, tanto na superfície como no fundo do viveiro, sendo encontrado variação do oxigênio de 0,11 a 9,79 mg/L em todo o período de estudo.

Toledo *et al.* (2003) encontraram variação de 2,87 a 4,74 mg nas concentrações de oxigênio dissolvido no efluente de viveiro de piscicultura, submetido a um sistema de produção em policultivo entre tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus*

mesopotamicus), matrinhã (*Brycon* sp.), curimba (*Prochilodus lineatus*) e pintado (*Pseudoplatystoma* sp.).

Durante o período experimental o gás carbônico (CO₂) na água superficial (Figura 6A) e no efluente (Figura 6B) aumentou linearmente pela manhã (P<0,01), vindo os seus valores a apresentar variação de 2,7 a 13,3 mg/L na água superficial e de 3,0 a 18,3 mg/L no efluente. No horário da tarde as concentrações de CO₂ do efluente apresentaram um perfil quadrático (P<0,01), já na água superficial permaneceram sem alterações (P>0,05) e próximas à zero.

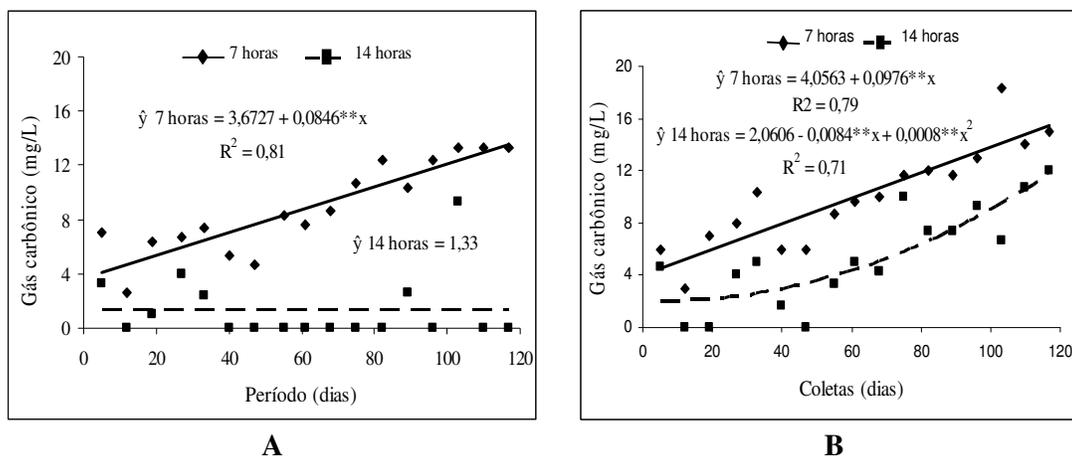


Figura 6. Gás carbônico da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

Oliveira *et al.* (2004) estudando variáveis limnológicas de viveiros com policultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tilápia do Nilo (*O. niloticus*), também encontraram concentrações de CO₂ mais elevadas no fundo do viveiro, no período da manhã, em relação à água de superfície.

Em ambos os locais de leitura o perfil do CO₂ foi inverso ao do oxigênio dissolvido. Relação inversa entre estas duas variáveis, ocorre por que durante o dia as algas unicelulares e demais plantas presentes no ambiente aquático, removem o gás carbônico do

meio e liberam o oxigênio, e à noite ou em dias nublados, o processo se dar de forma inversa (Esteves, 1988; Boyd, 1997; Sipaúba-Tavares, 1994). A respiração dos peixes e de outros organismos aquáticos também contribui para esta flutuação (Kubitza, 2003).

O pH na água superficial (Figura 7A) no horário da manhã, diminuiu do início para o final do experimento ($P < 0,01$) e a tarde aumentou ($P < 0,01$), vindo os valores a ficar situado na faixa entre 7,8 e 9,8. O pH do efluente (Figura 7B) no horário da tarde foi mais elevado entre os 30 e 50 dias do início do experimento, vindo a apresentar um perfil quadrático ($P < 0,01$) e variação entre 6,7 e 9,4.

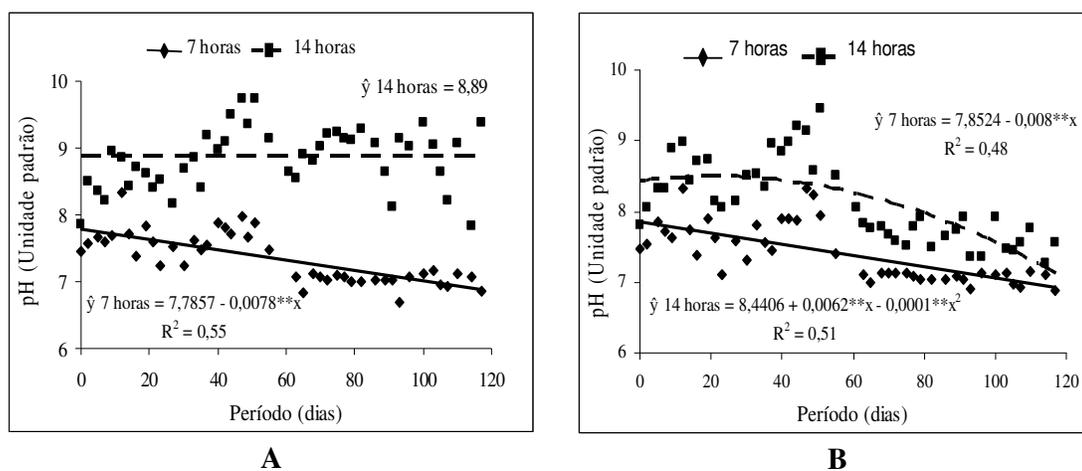


Figura 7. pH da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com de tilápia nilótica durante 119 dias. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

Diferenças entre o pH da água de viveiros de piscicultura, no horário da manhã e da tarde, também foram registradas por Toledo & Castro (2001) de forma que, valores entre 4,7 a 8,9 foram registrados, sendo os níveis mais altos observados das 12h00min as 16h00min horas e os mais baixos das 04h00min as 08h00min horas.

A faixa de pH registrada, tanto na água superficial, quanto nos efluentes, indicam que as reservas alcalinas se encontravam presentes na água. Desta forma foi evitada a acidificação do meio, mesmo no horário da manhã, quando, em geral, a ausência de

fotossíntese e a respiração dos organismos aquáticos levam ao acúmulo de ácido carbônico e dióxido de carbono (Esteves, 1988; Castagnolli, 1992; Sipaúba-Tavares, 1994; Boyd, 1997; Kubitz, 2003).

Em cultivo de peixes tropicais é recomendada uma faixa de pH entre 6,5 e 8,5 (Esteves, 1988; Castagnolli, 1992; Sipaúba-Tavares, 1994; Boyd, 1997; Kubitz, 2003) e, embora tenha sido registrado pH acima de 8,5 no presente estudo, na maior parte do período experimental, os valores estiveram dentro dos limites recomendados.

A alcalinidade total apresentou alterações relacionadas com os locais de leitura e horários. Assim, a alcalinidade total que variou de 48,3 a 102,7 mg/L ao longo do período experimental, na água superficial no horário da manhã (Figura 8A), e no efluente (Figura 8B) no horário da manhã e da tarde, diminuiu do início até os 80 dias experimentais, voltando a aumentar a partir dos 90 dias, indicando um comportamento quadrático ($P < 0,01$). Na água superficial, no horário da tarde os valores de alcalinidade permaneceram estáveis ($P > 0,05$).

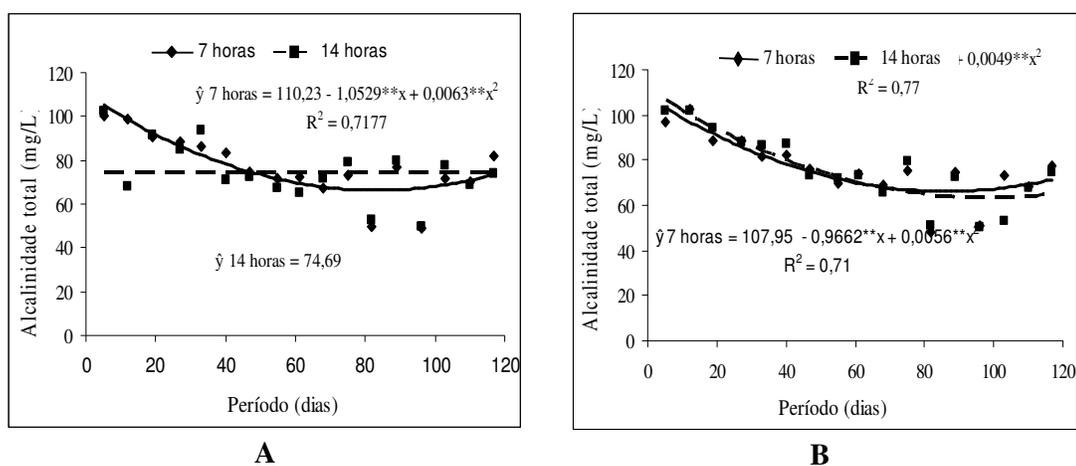


Figura 8. Alcalinidade total da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

Boyd (1997) considera a variação entre 50 a 200 mg/L como a melhor faixa de valores para alcalinidade total. Já Sipaúba-Tavares (1994) considera valores entre 200 e 300 mg/L como sendo os que proporcionam melhores resultados no cultivo de peixes.

Pinto & Mercante (2003) encontraram em um viveiro de cultivo de tilápia do Nilo, uma variação de alcalinidade total de 18,7 a 20,8 mg/L e de pH entre 5,4 e 6,6. No presente estudo as reservas alcalinas se mantiveram dentro da faixa recomendada à criação de peixes e os perfis semelhantes entre pH e alcalinidade, indicam que as reservas alcalinas acima de 70 mg CaCO₃/L contribuíram para que ocorressem alterações pouco acentuadas no pH.

A dureza total não apresentou diferenças entre os dois locais de leituras ($P>0,05$), mas dentro de cada local estudado (superfície e efluente) houve diferenças ($P<0,05$) relacionadas com os horários de leitura (manhã e tarde). Assim, tanto na água superficial (Figura 09A) quanto no efluente (Figura 09B) a curva de dureza apresentou um efeito quadrático ($P<0,01$), diminuindo do início do experimento até cerca de 60 dias e voltando a aumentar a partir de então.

A dureza (Fig. 09A e B) apresentou efeito quadrático ($P<0,01$) para ambos os locais de leitura e suas respectivas horas, em função dos dias pesquisados. Houve diferença estatística ($P<0,05$) entre os turnos (manhã e tarde) dentro de cada ponto de leitura estudado, porém, quando comparados os dois locais de leituras, não foi observada nenhuma diferença estatística significativa ($P>0,05$).

As concentrações de dureza variaram de 38,7 a 61,3 mg CaCO₃/L, sendo observado durante a maior parte do período experimental que, o seu valor se manteve acima de 40 mg CaCO₃/L, estando, portanto, as suas concentrações acima do valor mínimo recomendado para a água de viveiros que é de 20 mg CaCO₃/L (Sipauba-Tavares, 1994).

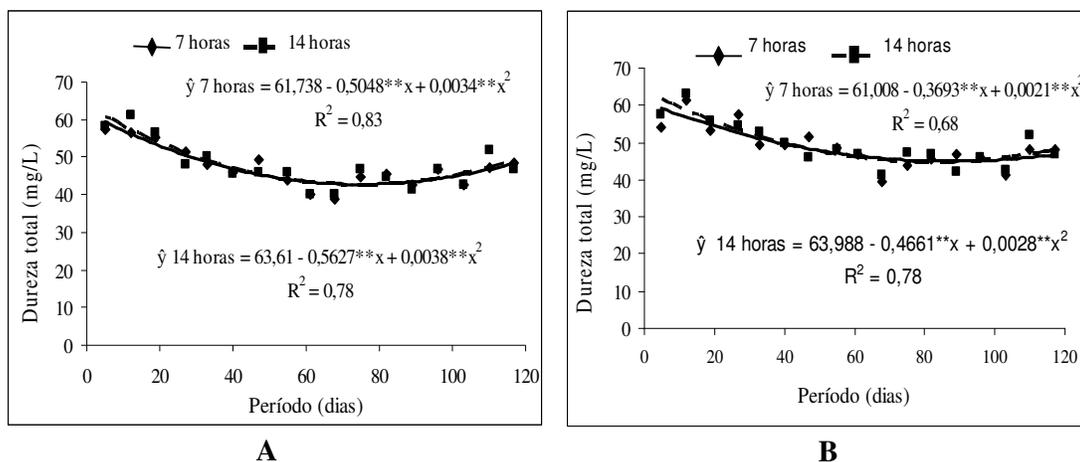


Figura 09. Dureza da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. * Significativo a 5 % e ** 1 % de probabilidade pelo teste F.

A condutividade elétrica variou em todo o período experimental de 0,288 a 0,330 mS/cm, sendo verificado diferença estatística ($P < 0,05$) entre os locais de leitura e entre os horários dentro de cada local. Desta forma, a condutividade elétrica aumentou linearmente ($P < 0,01$) no efluente (Figura 10B), em ambos os horários, e na água superficial (Figura 10A) apresentou efeito quadrático ($P < 0,01$) no turno da tarde. Tanto no efluente, quanto na água superficial os maiores valores de condutividade elétrica foram verificados à tarde.

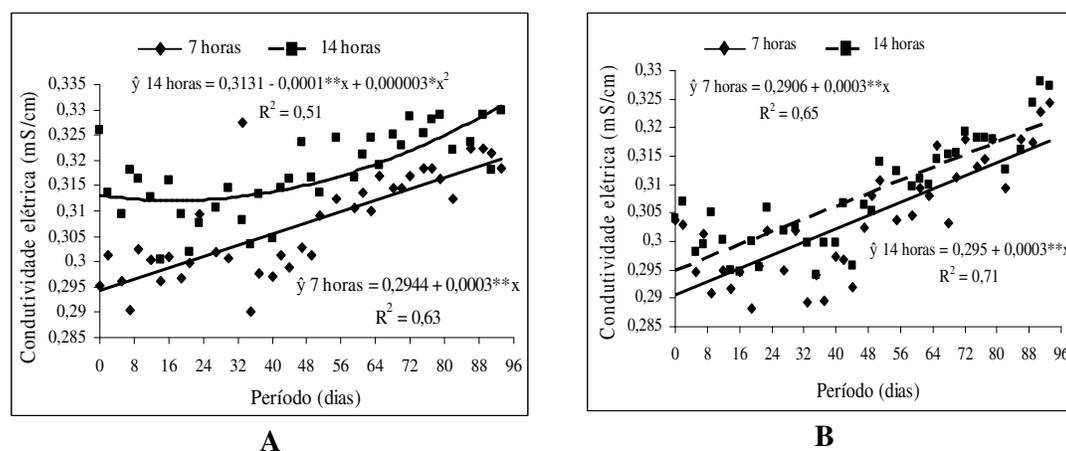


Figura 10. Condutividade elétrica da água superficial (A) e do efluente (B) de tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples e estocados com tilápia nilótica durante 119 dias. * Significativo a 5 % e ** 1 % de probabilidade pelo teste F.

A condutividade elétrica que indica a quantidade de íons no sistema aquático (Castagnolli, 1992) pode variar em função da concentração iônica do meio aquático, sendo as flutuações destes valores um indicativo de decomposição (valores altos) e de produção primária (valores reduzidos) (Sipaúba-Tavares, 1994).

Pereira *et al.* (1999) encontraram valores de condutividade da água de tanques de cultivo de camurim (*Centropomus paralellus*) variando entre 2,8 a 6,7 mS/cm.

Conforme o exposto pode-se inferir que a condutividade elétrica aumenta com o tempo de cultivo, em virtude do enriquecimento do meio aquático. No presente estudo embora tenha sido notado aumento da eutrofização da água, do início para o final do período experimental, as variações nos níveis de condutividade elétrica foram discretas.

4.2 Experimento I - Desempenho dos peixes em tanques fertilizados com adubo inorgânico

Ao final do experimento foi verificado para as tilápias um peso médio (Figura 11A) de $109,0 \pm 29,5$ g e ganho de peso diário de 0,76 g. O comprimento total médio (Figura 11B) foi de $178,9 \pm 15,87$ mm, com um ganho de comprimento diário de 1,4 mm. Nos primeiros 30 dias de estudo verificou-se um ganho de peso discreto, mas aumento considerável ocorreu entre 30 e 57 dias experimentais e, a partir daí, até o final do ensaio, houve um maior ganho de peso.

A taxa média de sobrevivência foi de 62,25 %, a biomassa final líquida foi de 23,92 kg e a conversão alimentar de 1,07:1.

O peso médio e a taxa de sobrevivência dos peixes no presente estudo foram próximos aos observados por Lin *et al.* (1999), quando avaliaram o desempenho de juvenis de tilápias do Nilo em viveiros adubados com uréia e superfosfato triplo, e verificaram que

os peixes, com peso médio inicial de 11,5g e estocados numa densidade de 2 peixes/m², atingiram ao final de 106 dias de cultivo, peso médio de 135,42g e taxa de sobrevivência de 73,2 %.

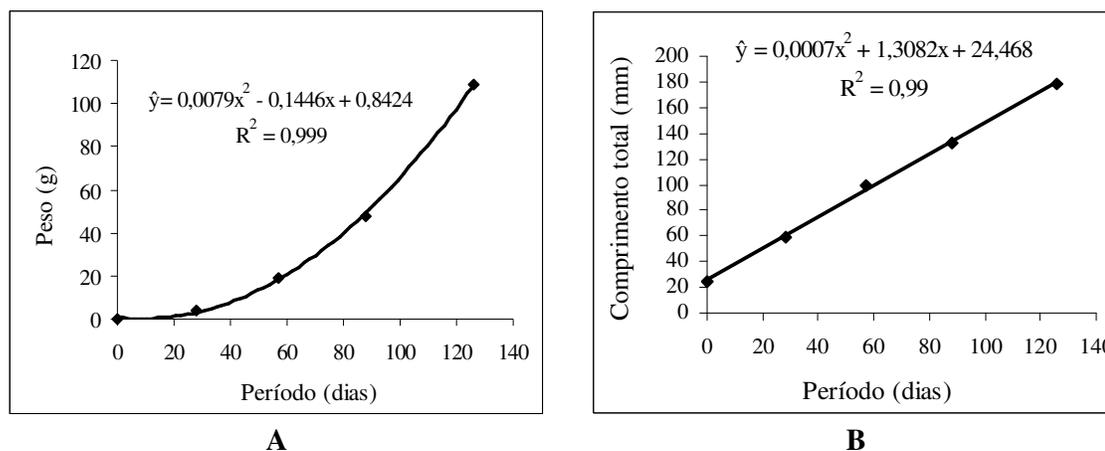


Figura 11. Peso (g) (A) e comprimento total (mm) (B) de tilápia nilótica ao longo de 119 dias de cultivo em tanques fertilizados com sulfato de amônia e superfosfato simples.

Já Ayroza *et al.* (2000) encontraram aos 120 dias de experimento em viveiros, variação de peso vivo de 213 a 245g, para a tilápia nilótica estocada com peso médio inicial de 5g, densidade de 3,3 peixes/m² e alimentada com ração extrusada comercial contendo 28 % de proteína bruta.

Baccarin & Camargo (2005) avaliando o desempenho de tilápia do Nilo com peso médio inicial de 13,35g, mantidas em viveiros numa densidade de 1,7 peixes/m² e alimentadas com ração extrusada com 30 % de PB, verificaram ganho médio de peso próximo a 350g, ao final de 133 dias de cultivo.

Os resultados de ganho de peso dos peixes no presente trabalho, foram um pouco abaixo dos resultados obtidos por Ayroza *et al.* (2000) e Baccarin & Camargo (2005). Este fato pode estar relacionado com a diferença de peso à estocagem dos peixes (os do

presente estudo estavam com $0,27 \pm 0,13\text{g}$ e com a densidade de estocagem que foi de 25 peixes/m².

Em termos de taxa de sobrevivência ela foi mais baixa do que as registradas por Boscolo *et al.*, (2001) e Furuya *et al.*, (2004) para tilápia do Nilo em aquários (100% para ambos). No presente estudo foram encontrados apenas 8 peixes mortos nos tanques, mas a taxa de mortalidade foi de 37,75 %. Estes dados sugerem que a principal causa de mortalidade foi à ação de predadores, o que é muito comum quando a alevinagem é feita em viveiros ou tanques externos.

A conversão alimentar no presente estudo foi mais baixa (melhor) do que a encontrada por Ayroza *et al.* (2000) e Wagner *et al.* (2004) que, verificaram conversão alimentar de 1,51:1 e 1,45:1 respectivamente, sendo esta última obtida com tilápia nilótica (*O. niloticus*) na fase de engorda.

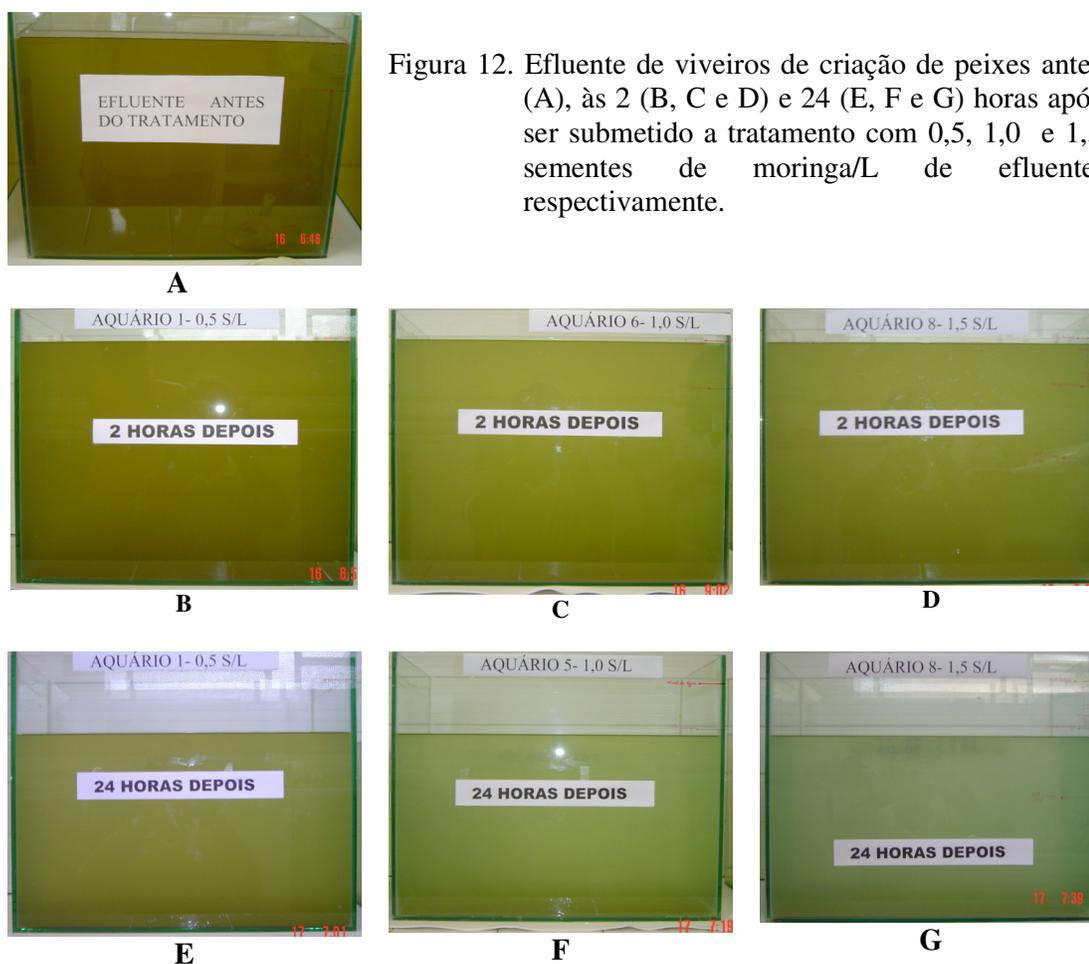
4.3 Experimento II - Qualidade de efluentes de tanques com cultivo de peixes após tratamento com sementes de moringa

4.3.1 Aspectos gerais das reações efluente/elemento floculante (sementes de moringa)

Inicialmente o efluente apresentava alta turvação e coloração esverdeada. Logo após o contato do elemento floculante contido no extrato aquoso, com o efluente e no decorrer das primeiras horas, foi verificado movimento de partículas aglutinadas nos aquários. O movimento foi diminuindo simultaneamente à decantação do material suspenso no fundo dos aquários. Já nas primeiras horas após o tratamento foi observada

clarificação da água, sendo esta mais intensa nos efluentes que receberam o extrato nas doses de 1,0 e 1,5 sementes/L.

A clarificação começou a se estabilizar a partir das 18 horas após a adição do elemento floculante e 24 horas após a adição do elemento floculante não mais se observou a olho nu, movimentação de partículas, o material sedimentado se apresentava de coloração amarronzada e a água com nítida transparência, mesmo na menor dosagem (0,5 sementes/L) (Figura 12). Estas condições, que também foram constatadas por Oliveira *et al.* (2004) e Cruz (2005), atestam a eficácia das sementes de moringa nos processos de floculação de partículas suspensas e clarificação de águas e efluentes, corroborando ainda, com observações feitas por Gerdes (1997), Mattos (1998) e Almeida Neto (2003).



4.3.2 Qualidade físico-química do efluente tratado com sementes de moringa

No tanque em que o efluente foi colhido, foram registrados valores médios (média das análises realizadas às 07h00min e 14h00min horas) de 27 °C para temperatura, de 45 cm para transparência, de 4,42 mg/L para o oxigênio dissolvido, de 4,0 mg/L para o gás carbônico, de 8,2 para o pH, de 56 mg/L para a alcalinidade total, de 40 mg/L para dureza total e de 0,306 mS/cm para condutividade elétrica.

A curva de temperatura dos efluentes estocados nos aquários e submetidos a tratamento com sementes de moringa (Figura 13) apresentou comportamento quadrático em função das horas de contato do efluente com o elemento floculante ($P < 0,01$) e das doses de moringa ($P < 0,05$), havendo um aumento da primeira até a quarta hora, com o ponto máximo próximo a 25,9 °C na dose estimada de 0,80 sementes/L. A partir desta hora percebeu-se um decréscimo da temperatura.

Durante o período experimental, a temperatura dos efluentes nos aquários variou entre 24,6 a 25,9 °C. As variações foram condizentes com variações diurnas que ocorrem na temperatura ambiente, e ficaram próximas a faixa ótima estabelecida para peixes tropicais (26 a 30 °C) (Ostrensky & Boeger, 1998).

Segundo Esteves (1988) os corpos d'água durante o dia acumulam calor proveniente da absorção da radiação solar, e nos períodos da noite e da madrugada liberam calor para a atmosfera. A radiação solar absorvida pela água em condições naturais, depende da própria molécula de água, da quantidade das substâncias dissolvidas (principalmente as húmicas), organismos clorofilados (bactérias, algas e macrófitas aquáticas), detritos orgânicos e inorgânicos particulados e dissolvidos. Os organismos clorofilados possuem vários compostos, dentre estes destacam as clorofilas *a* e *b*, os carotenóides e as xantofilas. A eficácia da ação dos organismos clorofilados sobre a

absorção de calor na água, está em função de sua concentração, tamanho, formas e estágios das células ou colônias.

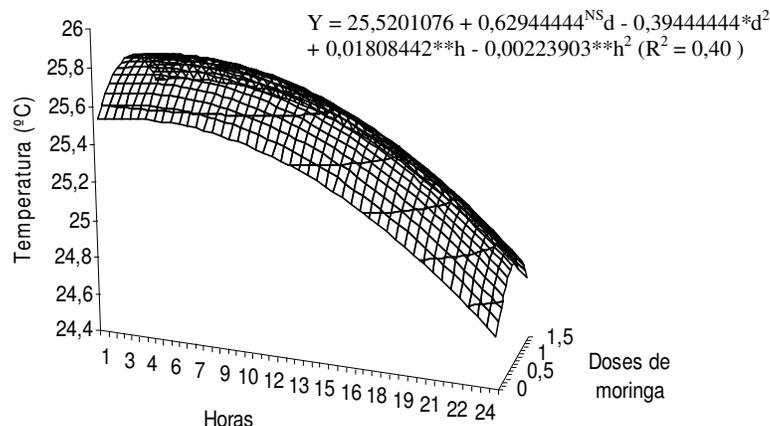


Figura 13. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre a temperatura de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. NS = Não significativo (P > 0,05), ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, * Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. d = doses de moringa, h = horas estudadas.

Com base em Esteves (1988), é possível dizer que o aumento registrado para a temperatura nas quatro primeiras horas e nas menores doses, deve-se ao fato das substâncias em suspensão, dentre elas a clorofila *a*, impedirem a liberação de calor ao mesmo tempo em que absorvem. Já o menor aumento de calor registrado nas doses acima de 0,80 sementes de moringa/L, deve-se ao fato de que estas doses proporcionaram uma decantação mais rápida do material suspenso, e conseqüentemente maior liberação da temperatura para o ambiente.

A ação direta da radiação solar sobre a temperatura da água (Esteves, 1988), também pode explicar por que esta variável diminuiu com o passar das horas, pois, o ambiente experimental não permitia o contato dos aquários com a incidência solar direta, e sim por propagação da radiação.

Para o oxigênio dissolvido (O₂D) (Figura 14), foi verificado efeito linear negativo (P < 0,01) das sementes de moringa para todas as doses em função das horas estudadas.

Desta forma, observa-se uma nítida redução do oxigênio dissolvido com o tempo de contato do efluente com o elemento floculante, mas na dose de 1,5 sementes a redução foi mais lenta e menos acentuada que nas doses de 1,0 e 0,5 sementes. Apesar da redução, em nenhuma das doses testadas as concentrações de O₂D atingiram valores impróprio ao reuso do efluente tratado na piscicultura.

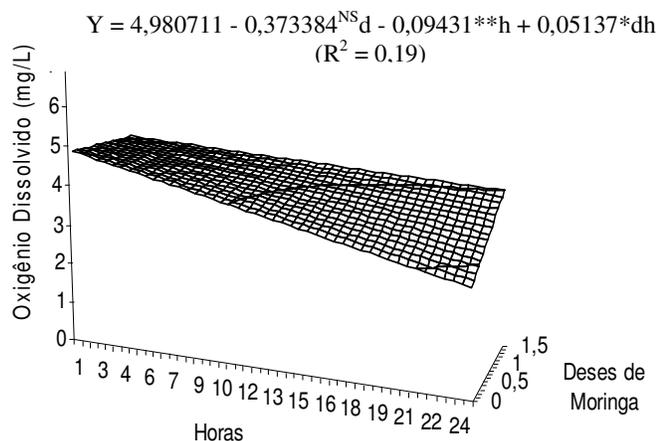


Figura 14. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre o oxigênio dissolvido de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. NS = Não significativo (P > 0,05),** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F. * Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, d = doses de moringa, h = horas estudadas

Borba (2001) avaliando o uso de moringa no tratamento de águas destinadas ao consumo humano, verificou um aumento do oxigênio dissolvido de 4,6 para 5,2 mg/L, a uma dosagem de 250 ppm. Já Oliveira *et al.* (2004) constataram redução gradativa do oxigênio da primeira para a última hora (24 horas) e verificaram relação inversa entre doses de moringa e concentração de O₂D, ou seja, à medida que aumentou os níveis de moringa, diminui o O₂D. Os autores atribuíram a redução do oxigênio à diminuição da taxa fotossintética, decorrente da diminuição de luz e/ou de clorofila *a* e, também, a falta de incorporação do oxigênio atmosférico aos efluentes.

No presente estudo o tratamento controle, mesmo com as caixas apresentando superfície de contato com o ar atmosférico maior do que as dos aquários, apresentou às 24

horas, concentração de O_2D mais baixa (1,8 mg/L) do que nos efluentes submetidos ao tratamento com sementes de moringa. Indicando, neste caso, que os organismos produtores (algas) contribuíram mais para a redução das concentrações de oxigênio na água, no horário de ausência de fotossíntese, do que a estagnação do efluente e a adição do elemento floculante extraído de sementes de moringa.

Schmittou (1997) lembra que em águas estagnadas, a entrada de O_2D se dá em torno de 90 a 95% por meio da fotossíntese, o restante fica por conta da difusão do ar e a entrada de água no sistema aquático.

De acordo com os dados do presente estudo é possível dizer que o tratamento com 1,5 sementes de moringa/L, mantém o oxigênio dissolvido em níveis considerados próprios ou aceitos em cultivo de peixes, o que aponta para a possibilidade de reuso do efluente tratado.

No que se refere ao gás carbônico (CO_2) (Figura 15), foi observado um efeito linear positivo para todas as doses de moringa em função das horas ($P < 0,05$). Assim, as concentrações de CO_2 aumentaram do início para o fim do período experimental e da menor para a maior dose de moringa.

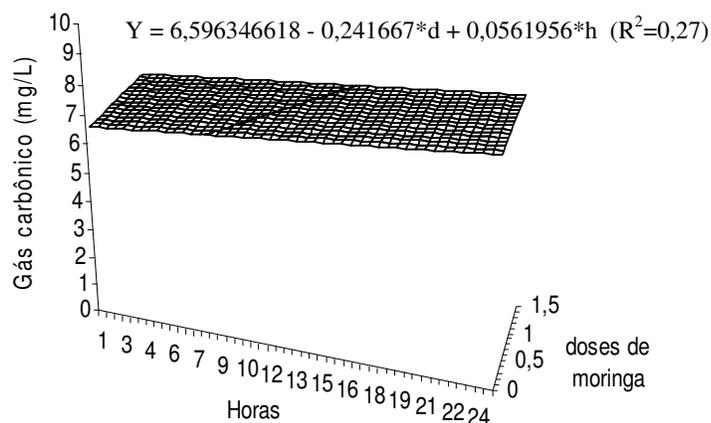


Figura 15. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre o gás carbônico de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. * Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, d = doses de moringa, h = horas estudadas.

Observando as figuras 14 e 15 pode-se verificar que houve relação inversa de comportamento entre o oxigênio dissolvido e o gás carbônico no decorrer do ciclo nictimeral, ou seja, com o passar das horas o CO₂ aumentou e o oxigênio diminuiu. Segundo Moreira *et al.* (2001) há uma relação inversa entre o CO₂ e o O₂D, onde, normalmente quando um estiver alto, o outro estará baixo.

Borba (2001) infere que a presença de um coagulante natural ou sintético na água pode aumentar o seu teor de matéria orgânica e causar problemas diversos. Esta afirmativa é corroborada por Ostrensky & Boeger (1998) que comentam sobre a liberação de CO₂ em decorrência da degradação da matéria orgânica, processo este que também demanda oxigênio do ambiente por parte dos decompositores.

Embora o ideal seja que as concentrações de CO₂, em cultivo de peixes fiquem na casa dos 5 mg/L, alterações de 0 a >20 mg/L, podem ser observadas em um ciclo de 24 horas, sendo os menores valores registrados nos horários de fotossíntese (Schmittou, 1997).

O pH (Figura 16) apresentou perfil quadrático em função das horas ($P < 0,01$) e linear em função das doses de moringa ($P < 0,01$). Desta forma, os efluentes que receberam 1,0 e 1,5 sementes de moringa/L, inicialmente apresentaram valores de pH maiores, mas com o tempo de contato com o elemento floculante, os valores diminuíram. Nas doses de 0 e 0,5 sementes/L o pH aumentou levemente nas primeiras horas de contato, depois apresentou decréscimo. Nestas doses os valores registrados às 24 horas foram mais elevados do que nas doses de 1,0 e 1,5 sementes.

O perfil do pH tem estreita relação com o de CO₂, justificando, portanto, que a partir deste composto, pode haver a formação de carbonatos, bicarbonato ou ácido carbônico (Sipaúba-Tavares, 1994), que por sua vez contribuem para a alcalinização ou acidificação do meio.

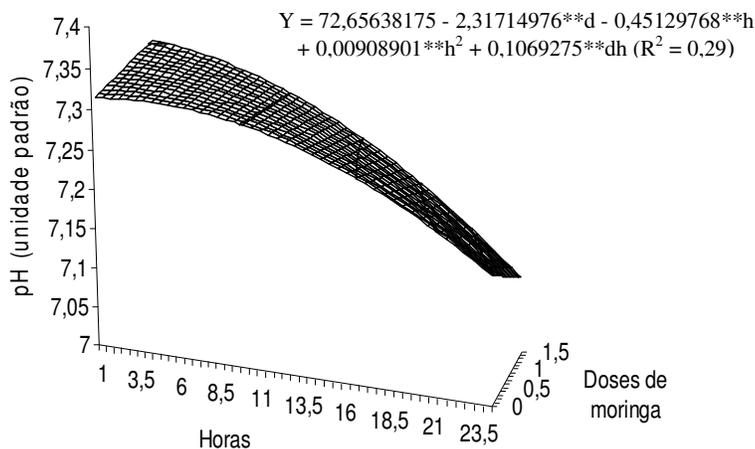


Figura 16. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre o pH de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, d = doses de moringa, h = horas estudadas.

Embora a análise estatística tenha demonstrado efeito significativo entre doses e tempo de contato do efluente com o elemento floculante, do ponto de vista de um cultivo ou do reuso do efluente, as alterações no pH não chegam a causar problemas, já que os valores registrados ficaram próximos à neutralidade (7,08 e 7,32). Em cultivo de peixes de água doce é tolerado águas com pH entre 6,5 e 8,5 (Esteves, 1988; Castagnolli, 1992; Boyd, 1997; Kubitza, 2003).

Andrade (2003) testando o efeito de duas concentrações de extrato de moringa (0,01% e 0,02%) no tratamento da água de um rio, verificou que o pH permaneceu praticamente estável nos tempos pesquisados (0, 1, 5 e 24 horas), com valores médios de 6,4, 6,5 e 6,3 respectivamente.

Oliveira *et al.* (2004) também verificaram em seus resultados, que apesar do extrato aquoso de sementes de moringa ter proporcionado uma leve diminuição no pH, os seus valores permaneceram próximos a faixa de neutralidade (6,6 a 7,3).

A curva de alcalinidade total (Figura 17) foi quadrática para hora ($P < 0,05$) e doses de moringa ($P < 0,01$), apresentando o seu ponto de mínima com 0,54 sementes/L, no tempo de 21,67 horas.

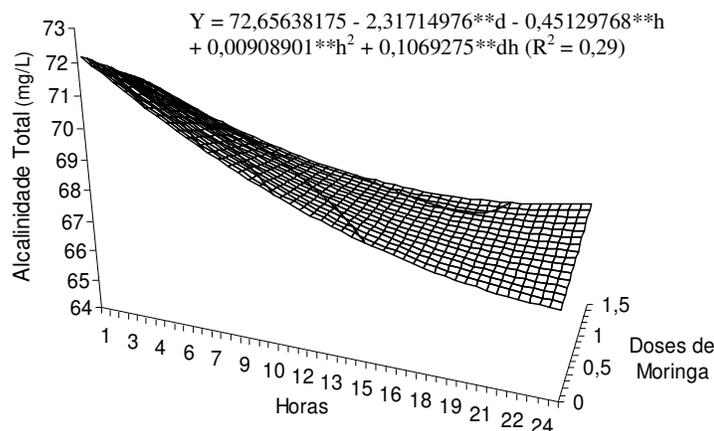


Figura 17. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre a alcalinidade total de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, d = doses de moringa, h = horas estudadas.

Até cerca de 10 horas do início do experimento a alcalinidade total diminuiu em todas as doses de moringa, mas de forma menos acentuada para o tratamento controle. A partir daí o perfil se inverteu, ou seja, a alcalinidade do efluente tratado com sementes de moringa passou a aumentar, sendo crescente também em função da dose. Ao final das 24 horas de tratamento, os valores de alcalinidade registrados para os efluentes não tratados foi 65mg/L e para o efluente tratado com 1,5 sementes/L foi 68 mg/L. Os resultados levam a sugerir que a moringa reduziu as bases químicas presentes no efluente nas primeiras 10 horas que se seguiram ao contato do efluente com o elemento floculante, mas, como esta redução deve ter ocorrido por um processo de precipitação, e como o material sedimentado não foi retirado dos aquários, é possível que tenha ocorrido ressuspensão das bases.

Borba (2001) verificou um decréscimo na alcalinidade total da água proveniente de um rio, após o tratamento com sementes de moringa, de forma que 300 mg/L de semente

de moringa (maior dose) foi capaz de reduzir a alcalinidade total de 14 para 12 mg/L, e 250 mg/L de semente de moringa reduziu a alcalinidade de 13 para 12,8 mg/L.

Independente da variação ocorrida em função da dose de moringa e do tempo de contato do efluente com o elemento floculante, a alcalinidade total se manteve dentro do limite permitido para uso na produção de peixes, já que águas com concentrações de 50 a 200 mg/L, são consideradas as melhores para a exploração piscícola (Boyd, 1997). Estes dados levam a dizer que a redução na alcalinidade total proporcionada pelas sementes de moringa, não influenciou no equilíbrio ácido-básico do meio, já que o pH se manteve dentro da faixa de neutralidade.

A dureza dos efluentes foi influenciada pela dose de sementes de moringa ($P < 0,05$), mas não sofreu alterações em função do tempo de contato do efluente com o elemento floculante ($P > 0,05$). Conforme pode ser observado na figura 19, o perfil quadrático da curva indica que a dureza diminuiu até uma dose estimada de 1,03 sementes/L, com tendência a aumentar a partir desta dose ($P < 0,05$).

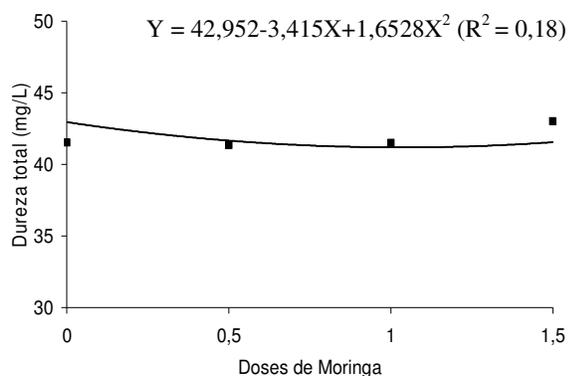


Figura 18. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5, 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre a dureza de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. * Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, d = doses de moringa.

A dureza total encontrada no presente experimento, está dentro dos limites aceitáveis para a piscicultura, que é de 50 a 200 mg/L (Boyd, 1997) e os seus valores

apresentaram grandeza equivalente a da alcalinidade total, indicando, conforme lembra Esteves (1988), que os íons carbonato (HCO_3^-) e bicarbonato (CO_3^{2-}) se encontram associados ao Ca^{++} e Mg^{++} .

Para a condutividade elétrica (Figura 18) ficou evidenciado um efeito linear positivo das doses ($P < 0,01$) e do tempo de contato do efluente com o elemento flocculante ($P < 0,01$).

No presente estudo a condutividade elétrica variou entre 0,298 mS/cm a 0,310 mS/cm, do início para o fim do período experimental, sendo verificado uma baixa amplitude de variação (0,12 mS/cm), estando os valores de acordo com o que recomenda Moreira *et al.* (2001) (0,20 a 1,0 mS/cm). Oliveira *et al.* (2004) quando usaram 0,5, 1,0 e 1,5 sementes de moringa/L, para tratar efluentes de um viveiro de piscicultura adubado com esterco orgânico, encontraram variação de condutividade elétrica entre 0,162 e 0,169 mS/cm.

Os valores de condutividade elétrica registrados para o tratamento controle (sem moringa), refletem as concentrações de nutrientes contidos no efluente e que foram provenientes da adubação feita na água dos tanques e de metabólitos eliminados pelos peixes, restos de ração não consumida e substâncias contidas na água de abastecimento. Já o aumento registrado da menor para a maior dose de moringa, indica que foi acrescida matéria orgânica à carga orgânica e inorgânica já existente no efluente, via o extrato aquoso das sementes de moringa (Okuda *et al.*, 1999) e cátions presentes na fração que detém as propriedades de coagulação (Muyibi & Evison, 1995; Sutherland, 2003). O aumento pode também ser decorrente de decomposição de matéria orgânica (Sipaúba-Tavares, 1994).

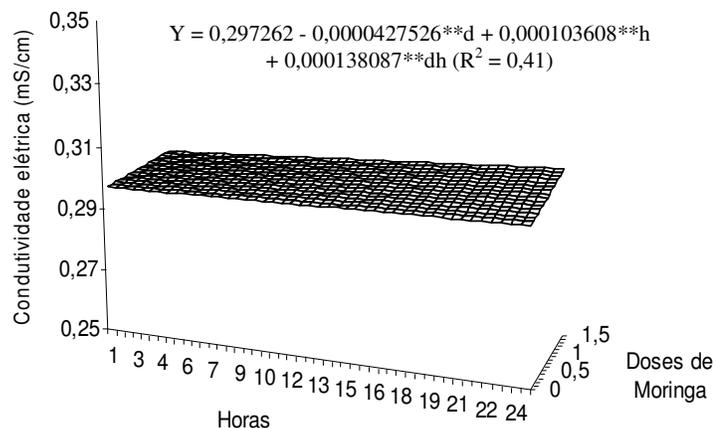


Figura 19. Efeito da dose de sementes de moringa (0, 0,5 1,0 e 1,5 sementes/L) sobre a condutividade elétrica de efluentes de tanques de piscicultura em um período de 24 horas. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, d = doses de moringa, h = horas estudadas.

4.4 Experimento III - Capacidade de uso dos efluentes tratados com sementes de moringa

4.4.1 Desempenho dos peixes

Ao final do período experimental, conforme pode ser visto na Tabela 1, o ganho em peso e em comprimento total, a biomassa final líquida e taxa de sobrevivência foram semelhantes entre as tilápias mantidas nos aquários sem e com efluentes tratados com extrato aquoso de sementes de moringa ($P > 0,05$). Já a conversão alimentar foi maior no T3 ($P < 0,05$), sendo esta maior conversão alimentar atribuída a morte de um peixe (12,5 % da população) que ocorreu aos 16 dias do experimento.

Tabela 1. Desempenho de tilápia nilótica (*O. niloticus*) mantida em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado (T2) e 100 % de efluente tratado com uma semente de moringa/L.

Variável	Tratamento			
	T1	T2	T3	CV%
Peso inicial (g)	7,70	7,90	7,80	7,37
Comprimento total inicial (mm)	75,5a	76,0a	76,0a	2,31
Peso final (g)	16,05a	15,91a	17,83a	17,51
Ganho em comprimento total final (mm)	20,21a	21,21a	20,90a	26,51
Ganho em comprimento total individual (mm/dia)	0,81a	0,84a	0,83a	26,29
Ganho em peso individual (g/dia)	0,33a	0,32a	0,32a	37,63
Biomassa final líquida (g)	65,9 a	64,13a	60a	35,35
Taxa de sobrevivência (%)	100a	100a	87,5a	4,23
Conversão alimentar	1,54:1a	1,62:1a	1,81:1b	8,11

Em uma mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

Em ambientes aquáticos com pequenas áreas, como a do presente estudo, tem se observado o estabelecimento de dominância hierárquica por parte de uma ou mais tilápias do grupo. Em geral este comportamento culmina com morte de um ou mais indivíduos da população (informação verbal)¹. No presente estudo, a causa morte do peixe foi atribuída ao citado comportamento de dominância hierárquica, onde as investidas de peixes ditos dominantes debilitaram o peixe dominado, supostamente o mais fraco, culminando com a sua morte. Como a população era pequena (8 peixes por aquário) isto representou uma mortalidade de 12,5 %.

Lin & Yi (2001) avaliando o desempenho de tilápia nilótica (*O. niloticus*) estocadas a uma densidade de 2 peixes/m² em um viveiro contendo efluentes oriundos de um viveiro de criação de catfish (*Clarias macrocephalus*) (25 peixe/m²), com circulação natural e circulação artificial de água, verificaram ao final de 87 dias de experimento um ganho em

Informação fornecida por Oliveira, Elenise Gonçalves sala de aula, Areia, em maio de 2004.

peso final de aproximadamente 95 g em ambas as formas de abastecimento de água. Na ocasião do experimento de Lin & Yi (2001), os peixes alimentaram-se apenas dos nutrientes presentes nos efluentes.

Os resultados de desempenho da tilápia no presente estudo foram acima dos encontrados por Meurer *et al.* (2003), que avaliando o desempenho de alevinos de tilápias do Nilo (*O. niloticus*) em aquários, verificaram média de ganho de peso individual próximo a 6,0 g e conversão alimentar de 1:1 ao final de 64 dias de experimento, e abaixo dos resultados obtidos por Wagner *et al.* (2004), que constataram ganho de peso da tilápia do Nilo (*O. niloticus*) mantidas em caixas d'água de 250 L de 36,73 g em 129 dias de experimento.

Contudo, o desempenho dos peixes deste experimento foi inferior ao encontrado por Soares *et al.* (2001), que verificaram ao final de 92 dias experimentais, ganho em peso de 38,54 g e conversão alimentar de 1,79:1 em juvenis de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) mantidas em aquários de 200 L.

No tratamento com 100 % de água de açude (T1) não foi observado um desempenho que se sobressaísse estatisticamente sobre os demais, de forma que nos três tratamentos os peixes ganharam peso e cresceram em comprimento total de forma semelhante, havendo mortalidade de apenas um peixe. Assim e considerando que esta mortalidade e conversão alimentar ocorrida no T3 não foi uma consequência direta do uso de efluentes tratados com extrato aquoso de sementes de moringa, pode-se dizer que, o extrato aquoso de sementes de moringa, se apresenta como uma alternativa para diminuir o material sólido em suspensão no efluente de viveiros de criação de peixes. Os resultados ainda permitem dizer que, o reuso do efluente tratado para manutenção ou criação de peixes, não ocasiona efeitos deletérios nos peixes e pode proporcionar, inclusive, o mesmo desempenho que a água de açude.

4.4.2 Qualidade físico-química dos efluentes tratados com sementes de moringa e utilizados no cultivo de tilápia

A temperatura da água e efluentes tratados com uma semente de moringa e usados para abastecer os aquários variou de 24,67 a 26,40 °C, do início para o final do experimento, sendo semelhante entre os aquários contendo diferentes volumes de efluente tratado com sementes de moringa ($P>0,05$), mas mais elevada à tarde do que pela manhã ($P<0,05$) (Figura 20).

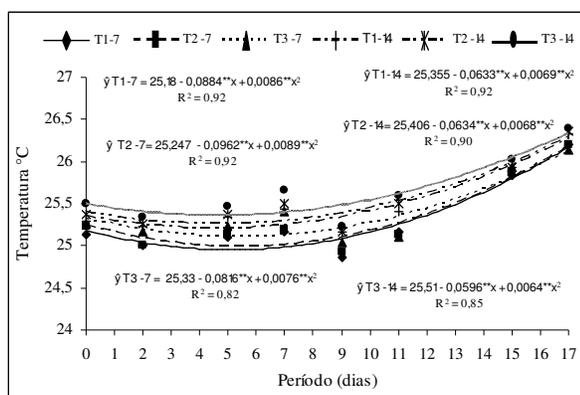


Figura 20. Temperatura (°C) da água determinada pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste Tukey.

Os dados de temperatura deste experimento foram semelhantes aos de Meurer *et al.* (2003) que verificaram média de temperatura da água de aquários estocados com tilápias do Nilo (*O. niloticus*) de 26,5 °C pela manhã e 27,5 °C à tarde, e aos de Nwana (2003) que observaram variação média diária de 25 a 27 °C.

Temperaturas de 26 a 30 °C são consideradas ideais para a criação de peixes tropicais (Proença & Bittencourt, 1994; Ostrensky & Boeger, 1998). Logo, a temperatura nos aquários sem ou com efluentes tratados com extrato aquoso de sementes de moringa, se manteve muito próxima ou dentro da faixa recomendada à criação de tilápia nilótica. O

perfil da temperatura nos diferentes tratamentos, e observações feitas *in loco* permite dizer que, as mudanças na temperatura da água dos aquários foram relacionadas com as condições ambientais, de forma que temperaturas mais baixas ocorreram em dias nublados e chuvosos.

As concentrações de oxigênio dissolvido nos aquários abastecidos com diferentes volumes de efluente e estocados com tilápia foram dependentes do horário. Desta forma, pela manhã (Figura 21) os maiores valores foram registrados nos aquários sem efluente tratado ($P < 0,01$) (T1), sendo que as concentrações aumentaram do primeiro (3,02 mg/L) até os sete dias experimentais (4,52 mg/L) e depois decresceram, atingindo aos dezessete dias concentrações de 3,66 mg/L. Nos tratamentos contendo efluentes tratados com extrato aquoso de sementes de moringa (T1 e T2) as concentrações de oxigênio permaneceram estáveis durante o período experimental e sem diferenças estatísticas entre eles ($P > 0,05$).

No horário da tarde (Figura 21) o oxigênio foi semelhante durante o período experimental ($P > 0,05$) e entre aquários contendo diferentes volumes de efluente tratado com sementes de moringa ($P > 0,05$).

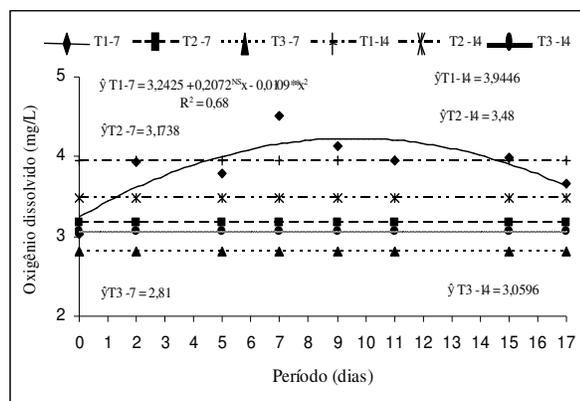


Figura 21. Concentrações de oxigênio dissolvido na água, determinadas pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste Tukey. NS = Não significativo.

As concentrações de oxigênio dissolvido variaram entre 2,29 e 4,52 mg/L, de forma que se manteve dentro dos valores tolerados pela tilápia nilótica que é uma espécie que resiste a concentrações de oxigênio tão baixas quanto 2,0 mg/L (Sipaúba-Tvares, 1994; Boyd, 1997; Kubitza, 2000), embora se desenvolva melhor quando as concentrações de O₂D se situarem entre 4,0 e 12,0 mg/L.

Leite *et al.* (2004) registraram em aquários com dimensões e manejo semelhante aos do presente estudo, concentrações de oxigênio dissolvido entre 2,91 e 6,9 mg/L, quando manteve tilápias em efluentes de viveiros adubados com cama de frango e tratados com sementes de moringa.

Em cultivos de peixes em águas não residuárias, fatores como respiração dos organismos aquáticos e matéria orgânica, proveniente de restos de ração não consumida, fezes de peixes, são quem mais contribuem para a redução do oxigênio dissolvido na água (Castagnolli, 1992, Cyrino & Kubitza, 1996; Ostrensky & Boeger, 1998). No presente estudo, além dos fatores já enumerados, a matéria orgânica do extrato das sementes de moringa, pode também ter sido um agente neste processo, sendo esta premissa suportada, pela tendência de diminuição das concentrações de O₂D com o aumento do volume de efluente tratado.

No horário da tarde o gás carbônico foi semelhante nos aquários contendo diferentes volumes de efluente tratado com sementes de moringa ($P > 0,05$), enquanto pela manhã, os valores registrados do segundo ao décimo terceiro dia experimental, foram mais elevados no T2 e T3 do que no T1, e no restante do período foram mais baixos ($P < 0,01$).

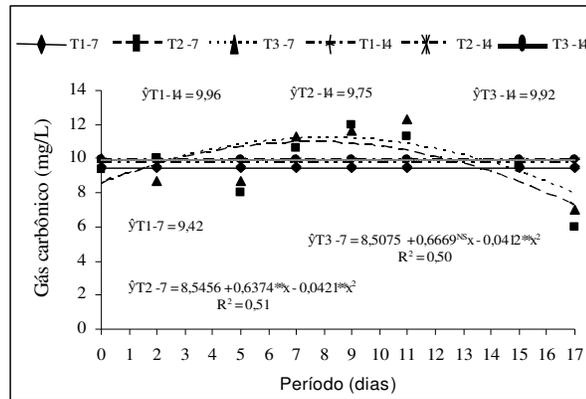


Figura 22. Concentrações de gás carbônico na água, determinadas pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste Tukey. NS = Não significativo.

Durante o experimento os valores de gás carbônico (Figura 22) variaram de 6,0 a 13,0 mg/L e em alguns momentos foram mais elevados à tarde do que pela manhã.

As concentrações de CO₂ podem ser consideradas como consequência da intensidade respiratória dos peixes, que estavam em densidade alta nos aquários. Assim, os valores de gás carbônico e oxigênio sugerem que há necessidade de manter uma aeração contínua ou fazer uma maior taxa de renovação de água em ambientes de pequeno volume, como os do presente estudo (0,05m³), mesmo aqueles abastecidos apenas com água de açude.

Schmittou (1997) considera como sendo uma situação de conforto para os peixes águas com concentração de CO₂ de até 5 mg/L, podendo os mesmos, suportar concentrações mais altas, dependendo dos valores de oxigênio dissolvido. Boyd (1997) complementa que exposições dos peixes a concentrações de gás carbônico acima de 10 mg/L por vários dias devem ser evitados.

Durante o período experimental o pH foi semelhante nos aquários contendo diferentes volumes de efluente ($P>0,05$) e se manteve estável entre o horário da manhã e da tarde ($P>0,05$) (Figura 23).

Os valores de pH se mantiveram entre 7,03 e 7,56, indicando que nos efluentes tratados com extrato de sementes de moringa e reutilizados no cultivo de peixes, o poder tampão foi conservado, sendo um aspecto bastante interessante, já que o pH neutro ou entre 6,5 e 8,5 são os melhores para os peixes tropicais (Esteves, 1988; Castagnolli, 1992; Sipaúba-Tavares, 1994; Boyd, 1997; Kubtiza, 2003).

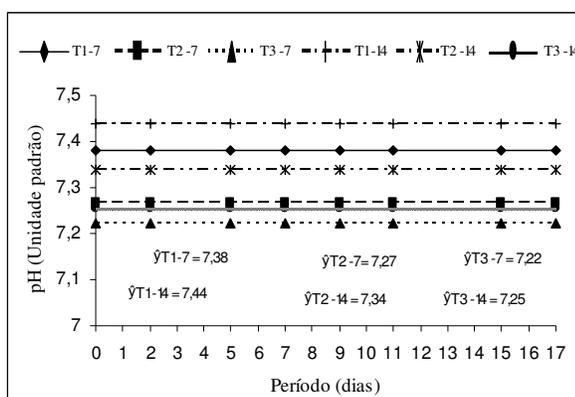


Figura 23. pH na água, determinado pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica.

A capacidade de não reduzir ou elevar as bases alcalinas, e de atuar em qualquer faixa de pH faz com que a moringa leve vantagens em relação à flocculantes químicos como o sulfato de alumínio, que requer um ajuste de pH para exercer sua ação de coagulação (Muyibi & Evison, 1995).

Os resultados do presente estudo são semelhantes aos de Baccarin e Camargo (2005) que, registraram variação de pH em efluentes de viveiros de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) de 5,36 a 8,06, e aos de Nwana (2003), que verificou variações de pH de 7,5 a 8,0 em água de aquários de 70 L e estocados com tilápia nilótica (*O. niloticus*).

Nos aquários contendo diferentes volumes de efluentes tratados com extrato aquoso de sementes de moringa, a alcalinidade total foi semelhante entre si ($P>0,05$), mas apresentou diferenças relacionadas com o horário da manhã e da tarde ($P<0,05$) e em função do período de cultivo ($P<0,01$). Assim, e em ambos os horários, os dados de alcalinidade (Figura 24) apresentaram perfil quadrático, indicando que, as concentrações permaneceram estáveis do primeiro ao sexto dia do experimento, foram mais elevadas do sétimo ao décimo quarto dia e, voltaram a diminuir a partir do décimo quinto dia experimental.

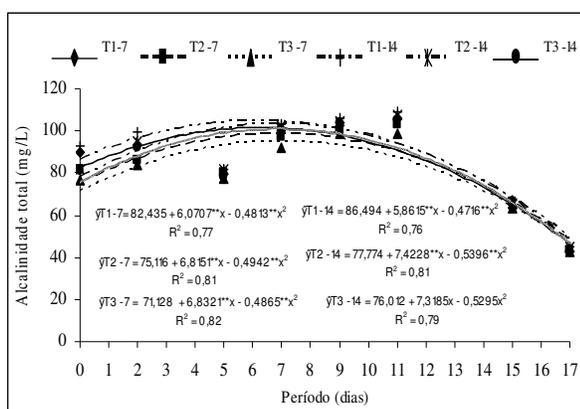


Figura 24. Alcalinidade total na água, determinadas pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica. ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste Tukey.

A diminuição da alcalinidade registrada a partir do décimo quinto dia se deu devido à lavagem dos aquários, e substituição de todo o volume de água de açude/efluente tratado de cada aquário.

As maiores concentrações de alcalinidade total ficaram entre 103 e 108,67 mg/L e as menores ocorreram ao final do experimento, ficando entre 42,33 e 45,00 mg/L. Muyibi & Evison (1995) analisando água superficial de um córrego e de dois poços tubulares, verificaram redução da alcalinidade total de 312 para 260 mg/L após o tratamento com extrato aquoso de sementes de moringa, e de 324 para 234 e 218 mg/L, respectivamente

Estes resultados estão acima dos encontrados por Palma Carmona (2004) que, estudando o efluente de um tanque de salmão, encontrou concentração média de alcalinidade total de 19,24 mg CaCO₃/L.

Com base nos dados é possível dizer que em cultivo de peixes em aquários abastecidos com efluentes de tanques de piscicultura, tratados com 1,0 semente de moringa/L, as bases dissolvidas na água se acumularam na mesma intensidade que em aquários abastecidos com água de açude e que a renovação diária de 10% do volume de cada aquário, não foi suficiente para manter as reservas alcalinas estáveis. Por outro lado, mesmo tendo ocorrido elevação da alcalinidade total nos aquários, a faixa registrada foi condizente com os valores recomendados para a piscicultura (Castagnolli, 1992; Sipaúba-Tavares, 1994; Boyd, 1997).

Ao longo do período experimental em cada horário (manhã ou tarde) a dureza total da água foi semelhante nos aquários com e sem efluentes tratados com sementes de moringa ($P > 0,05$) (Figura 25). Já a comparação dos dados em função dos horários mostrou que em alguns dias a dureza da água no horário da manhã foi maior que no horário da tarde ($P < 0,05$), porém a amplitude de variação (36 a 44 mg/L) foi pequena do ponto de vista da piscicultura.

Os valores de dureza encontrados no presente estudo, em comparação com os relatados por Kubitzka (1999), podem ser considerados adequados para garantir o bom funcionamento do sistema tampão da água.

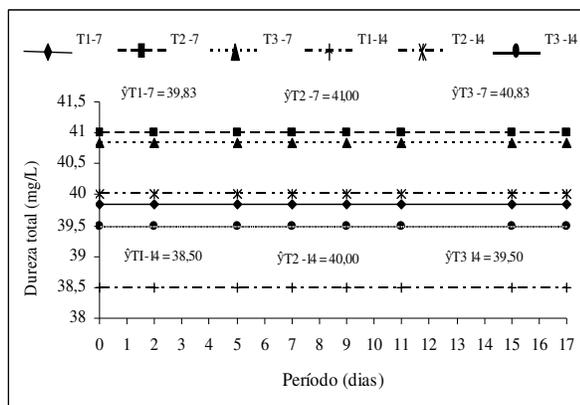


Figura 25. Dureza total da água determinada pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica.

Leite *et al.* (2004) em trabalho com tilápias nilóticas (*O. niloticus*), mantidas em aquários com os mesmos níveis de efluentes tratados do presente trabalho, verificaram variação de dureza de 36 a 42 mg CaCO₃/L.

O perfil de dureza no presente estudo leva a dizer que, efluentes de tanques adubados com fertilizante químico e tratados com extrato aquoso de 1,0 semente de moringa/L, quando reutilizados para a criação de tilápia nilótica, se mantêm com níveis de dureza semelhantes a de água sem tratamento com moringa.

A condutividade elétrica (Figura 26) variou de 0,290 a 0,360 mS/cm durante o período experimental, mas não diferiu entre aquários abastecidos com água de açude e com efluentes tratados com sementes de moringa ($P > 0,05$). Por outro lado, quando os tratamentos foram comparados entre si dentro de cada hora, ocorreu diferença estatística ($P < 0,05$), com a condutividade elétrica suavemente maior para o T3.

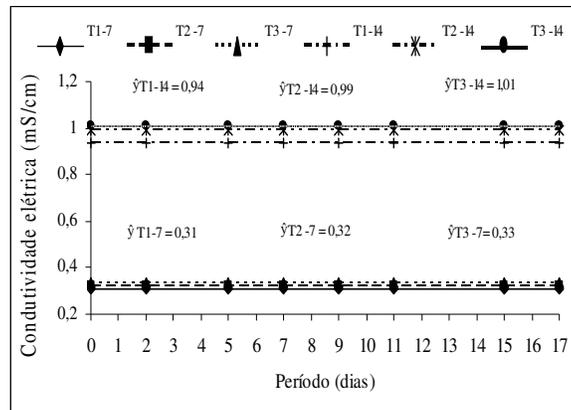


Figura 26. Condutividade elétrica da água determinadas pela manhã (7) e tarde (14) em aquários contendo 100 % de água de açude (T1), 50 % de água de açude e 50 % de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T2) e 100% de efluente tratado com 1,0 semente de moringa/L (T3) e estocados com tilápia nilótica.

Para a condutividade elétrica, embora a análise de variância e teste de comparação de médias tenha identificado diferenças significativas, do ponto de vista de uma criação de peixes, estas diferenças registradas entre os tratamentos (0,70 mS/cm) podem ser desconsideradas.

Ndabigengesere *et al.* (1995) comparando a eficiência de doses 0; 10; 20 e 30 ml de extrato aquoso de sementes de moringa, com as mesmas doses de sulfato de alumínio no tratamento de água, verificaram que 30 ml de extrato aquoso de sementes de moringa, elevou a condutividade elétrica da água de 1,5 mS/cm para valores próximos a 2,0 mS/cm. Verificaram também, que o sulfato de alumínio com esta mesma dose incorporou mais eletrólitos na água, passando a condutividade elétrica neste tratamento de 1,5 mS/cm para níveis superiores a 8,0 mS/cm.

Bezerra *et al.* (2004) relatam que as sementes de moringa, quando em contato com a água liberam eletrólitos, e que quanto maior o período de estocagem da semente, maior será a liberação destes eletrólitos de seus tecidos para a água.

Soares *et al.* (2001) verificaram condutividade elétrica média de 1,69 mS/cm, em água de aquários de 200/L de capacidade em experimento com tilápia do Nilo (*O.*

niloticus), alimentada com ração contendo 32% de PB, e estocadas a uma densidade de 4 peixes/aquário.

Considerando os dados do presente experimento, pode-se dizer que a qualidade da água/efluente nos aquários se manteve sem grandes diferenças entre os tratamentos e dentro do recomendado a criação de peixes tropicais de água doce. Também é possível inferir que, o extrato aquoso de sementes de moringa se apresenta como uma alternativa para diminuir o material sólido em suspensão na água e efluentes de tanques de piscicultura adubados com fertilizantes químicos, e que é possível reutilizar para criação de tilápia, os efluentes tratados com 1,0 semente de moringa/L de efluente.

A importância do reuso de águas servidas vem crescendo com a escassez dos recursos hídricos e com o impacto ambiental de atividades agrícolas, industriais e antrópicas. Este aspecto é de especial importância para a aquicultura continental, uma vez que ela concorre com outras atividades prioritárias como é o caso da dessedentação e higienização da população humana e de animais, e atividades industriais e até mesmo a agricultura.

Na piscicultura o uso de águas servidas vem sendo motivo de estudos em vários países (Léon & Cavallini, 1999; Ongley, 2001), como forma de contribuir com a redução da sua carga orgânica e inorgânica e para a economia de água. Para este fim, as águas servidas vêm sendo empregadas com ou sem tratamento prévio, e os peixes cultivados nestas condições, podem se destinar ao consumo humano ou ao fabrico de rações (Oliveira & Costa, 2005).

5. CONCLUSÕES

As variáveis físico-químicas da água superficial dos tanques fertilizados com adubo inorgânico, apresentaram concentrações mais próximas às recomendadas para o bom desempenho das espécies de peixes, quando comparadas as do efluente;

O crescimento, sobrevivência e conversão alimentar da tilápia nilótica em tanques fertilizados com adubo inorgânico se mantiveram entre os valores intermediários registrados para a espécie na fase inicial de desenvolvimento.

A moringa mostrou ser eficiente em diminuir a turvação dos efluentes de tanques fertilizados com adubos químicos e estocados com tilápias, sendo 1,5 sementes/L a dose mais eficiente e o tempo de repouso do efluente pós-tratamento, a partir de 18 horas;

As variáveis físico-químicas do efluente tratado sofreram alterações, mas em qualquer dose e tempo estudado, elas se mantiveram dentro dos valores encontrados em ambientes de cultivo de peixes;

Mesmo sendo possível reutilizar na piscicultura os efluentes tratados com sementes de moringa, em aquários de pequeno volume, é fundamental fazer sifonagem dos resíduos e manter a aeração, prática esta também necessária em aquários abastecidos com água convencionalmente empregada nos cultivos de peixes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA NETO, M. A. **Uso da semente do gênero moringa**, 2003. Disponível em: <http://www.cptasa.embrapa.br/doc/posters/12_1_maio_Augusto.Doc>. Acesso em: 6 set. 2003.
- AMAYA, D. R. *et al.* Moringa: Hortaliza arbórea rica em beta caroteno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.10, n. 2, p.126, 1992.
- ANDRADE, T. M. **Avaliação bacteriológica do tratamento alternativo através do Lírio Branco (*moringa oleifera*) para as comunidade rurais**. 2003. 91 f. Dissertação (Mestrado em Educação Ambiental) - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2003.
- AYROZA, L. M. S. *et al.* Caracterização de alguns parâmetros limnológicos de viveiros de criação de tilápia no vale do Parapanema. In: TILÁPIA AQUACULTURE: international simposium on tilápia aquiculture, 15., 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: DPA, MA, 2000. v.1, p. 270-278.
- BACCARIN, A. E.; CAMARGO, A. F. M. Characterization and evaluation of the impact of feed management on the effluents of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture. **Journal Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 48, n. 1, p. 81-90, 2005.
- BERGHEIM, A.; BRINKER, A. Effluent treatment for flow through systems and European environmental regulations. **Journal Ecological Engineering**, Columbo - EUA, v. 27 p. 61-77, 2003.
- BEZERRA, A. M. E *et al.* Avaliação da qualidade das sementes de *Moringa oleifera* Lam. durante o armazenamento. **Rev. Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1240-1246, 2004.
- BORBA, L. R. **Viabilidade do uso de *Moringa oleifera* Lam no tratamento simplificado de águas para pequenas comunidades**. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado em Educação Ambiental) - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2001.
- BOSCOLO, W. R. *et al.* Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Rev. Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.
- BOYD, C. Manejo da qualidade da água da na aqüicultura e no cultivo de camarão marinho. **Traduzido pela AQUATEC/MCR. Alabama: ABCC. [s.d.]. 157 p. (Manual n. 2).**
- _____. **Manejo do solo e da qualidade da água em viveiro para aqüicultura**. Tradução de Eduardo Ono. Campinas: Associação Americana de Soja, 1997. 55 p.

BOYD, C.; QUEIROZ, J.F. Manejo das condições do sedimento e fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. In: CYRINO, J. E. P. *et al.*. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004, p.25-43.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189 p.

CMMAD - Comissão mundial para o meio ambiente e o desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CNRH - Conselho nacional de recursos hídricos. relatório de atividades 2003-2004. Brasília: [s. n.], 2005. 55 p.

CRUZ, M. W. O. **Avaliação da eficiência de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) sobre parâmetros físico-químicos de viveiros de camarão marinho**. 2005. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2005.

CYRINO, J. E. P; KUBITZA, F. **Piscicultura**. Cuiabá: SEBRAE, 1996. 82 p. (coleção agroindústria, v. 8).

DAVIS, K. **The moringa tree**, 2000. Disponível em: <<http://www.Echonet.org/moringa.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2004.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, FINEPE, 1988. 575 p.

FATOKI, O. S; OGUNFOWOKAN, A. O. Effect of coagulant treatment on the metal composition of raw water. **Rev. Water AS**, Nigéria, v. 28, n. 3, p. 293-297, 2002.

FELIZATTO, M. R; STARLING, F. L. M.; SOUSA, M. A. A. Reuso de água em piscicultura: análise da possibilidade de aplicação de efluentes de lagoas de estabilização em série. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2003, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: ABES, 2003. p. 1-27.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Código de conducta para la pesca responsable. 1995, 46 p. n. V9878/S. ISBN9253038349. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 20 mar. 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. 2002. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/y7300s/y7300s00.htm>>. Acesso em: 23 ago. 2003.

FURUYA, W. M. *et al.* Farelo de soja integral em rações para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Rev. Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 203-207, 2004.

GALLI, L. F.; TORLONI, C. E, C. **Criação de peixes**. 3 ed. São Paulo: Nobel, 1984. 119 p.

GERDES, G. **O uso de sementes da árvore moringa para o tratamento de água turva**. Fortaleza: ESPLAR, 1996, 16 p.

_____. **Como tratar e limpar água suja com sementes de moringa.** Fortaleza: ESPLAR, 1997, 13 p.

GIORDANI, S.; SANTOS, D. C. Possibilidades de reuso dos efluentes domésticos gerados nas Bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira - Região de Curitiba-Paraná. **Rev. Técnica da Sanepar**, Curitiba, v.19, n.19, p. 06-14, 2003.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physicol and chemical analysis of fresh hater.** London, UE: Blackwell Saince Publication, IBP, 1978. (Handbook n.8)

GÖTTSCHE, E. Purification of turbid surface water by plants in Ethiopia: *Moringa stenopela*. **Walia**, [s. n.], p. 23-28, 1992.

HEIN, G.; PARIZOTTO, M. L. V.; BRIANESE, R. H. **Tilápia:** uma atividade que agrega renda a propriedade em áreas marginais, 2004. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/Redesrefer/RM_Tilapia_O.pdf> Acesso em: 20 mai. 2005.

HOSETTI, B. B.; FROST, S. A review of the sustainable value of effluents and sludges from wastewater stabilization ponds. **Journal Ecological Engineering**, Columbo – EUA, n. 5, p. 421-431, 1995.

HESPAÑHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Rev. Bahia Análise e Dados**, Salvador, v. 13, n. especial, p. 411-437, 2003.

ITUASSÚ, D. R. *et al.* Desenvolvimento de tabaqui submetido a períodos de privação alimentar. **Rev. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1199-1203, 2004.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação de peixes cultivados.** 3 ed. Jundiaí: Fernando Kubitza, 1999. 126 p.

_____. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial.** Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 285 p.

_____. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões.** Jundiaí: F. Kubitza, 2003. 229 p.

LÉON, S. G; CAVALLINI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuárias.** Tradução de GHEYI, H. R. *et al.* Campina Grande: UFPB, 1999, 110 p.

LEITE, M. J C.; HIPÓLITO, M. L. F.; CRUZ, M. W. O. RODRIGUES. A. L. Uso de efluentes tratados com moringa (*Moringa oleifera*) para manutenção de peixes. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPB, 12., 2004, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2004, CD-ROM.

LIN, C. K.; SHRESTHA, M. K.; SHIVAPPA, R. B.; THAKUR, D. P. Management to minimize the environmental impacts of pond draining: effect of harvest draining technique on water quality and fish growth. In: ANNUAL TECHNICAL REPORT, 16., **PD/Aquaculture CRSP**, Oregon: Oregon State University, p. 131-137, 1999.

LIN, C. K.; Yi, Y. Minimizing environmental impacts of freshwater aquaculture and reuse of pond effluents and mud. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 226, issues 1-4, p. 57-68, 2003.

LOURES, B. T. R. R. *et al.* Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado as varáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Rev. Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001.

MATTOS, L. C. **Limpendo a água de beber com semente de moringa**. Recife: ASPTA, 1998. 31 p.

MEURER, F; HAYASHI, C; BOSCOLO, W. R. Fibra bruta para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L). **Rev. Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.2, p.256-261, 2003. Suplemento 2.

MOREIRA, H. L. M. *et al.* **Fundamentos da moderna aqüicultura**. Canoas: ULBRA, 2001. 200 p.

MUYIBI, S. A; EVISON, L. M. *Moringa oleifera* seeds for softening hardwater. **Rev. Wat**, v. 29, n. 4, p. 1099-1105, 1995.

NDABIGENGESERE, A; NARASIAH, K. S. TALBOT, B. G. Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using *Moringa oleifera*. **Rev. Wat**. Great Britain, v. 29, n. 2, p. 703-710, 1995.

Nwanna, L.C. Risk management in aquaculture by controlled feeding regimen. **Rev. Pakistan Journal of Nutrition**, Paquistão, v. 2, n. 6, p. 324-328, 2003.

OKUDA, T., BAES, A.U., NISHIJIMA, W., OKADA, M. Improvement of extraction method of coagulation active components from *Moringa oleifera* seed. **Rev. Water Reserch**, Canadá, v. 33, n.15, p. 3373-3378, 1999.

OLIVEIRA, E. G. *et al.* Tratamento de efluentes de viveiros de criação de peixes com sementes de moringa (*moringa oleifera*). In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2004, Campina Grande. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2004. CD-ROM.

OLIVEIRA, E.G. *et al.* Utilização de sementes de moringa (*Moringa oleifera*) para tratamento de efluentes de viveiros de criação de peixes. In: **SÉRIE INICIADOS**, João Pessoa: UFPB, 2005. (*no prelo*).

OLIVEIRA, E. G.; COSTA, F. H. F. Uso de águas residuais na aqüicultura. In: WORKSHOP USO REÚSO DE ÁGUAS DE QUALIDADE INFERIOR: Realidade e perspectiva, 1., 2005, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFCG, UEPB, 2005, Cap. 11, p. 213- CD.

ONGLEY, E. D. **Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas.** Tradução de GHEYI, H. R.; DASMACENO, F. A. V.; BRITO, L.T. de L. Campina Grande: UFPB, 2001. 92 p.

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

PALMA CARMONA, R. A. **Aprovechamiento de matéria orgânica de efluentes de instalaciones de producción de lmones em pisciculturas, en el engorde de camarón de río del Sur, *Samastacus spinifrons*, Philippi 1882.** 2004. 88 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação em aquíicultura) – Universidad Catolica de Temuco, Facultad de Acuicultura y Ciencias Veterinárias - Escuela de Acuicultura, Temuco, 2004.

PAPATRYPHON, E. Environmental impact assessment of salmonid feeds using life cycle assessment. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 33, n. 6, p. 316-323, 2003.

PEREIRA, J. A. *et al.* Considerações sobre algumas variáveis limnológicas em tanques de cultivo do Camurim (*Centropomus parallelus* POYE, 1860) no Brejo paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11., 1999, Recife. **Anais...** Recife: AEP-PE, FAEP-BR, 1999. v. 1, p. 117-126.

PINTO, C. S. R. M; MERCANTE, C. T. J. Avaliação de variáveis limnológicas e suas relações com uma floração de Euglenaceae pigmentada em viveiro povoado com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus). **Rev. Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 323-328, 2003.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical.** Brasília: IBAMA, 1994. 195 p.

SAEG. Sistema para Análises Estatísticas: versão 5.0 Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 1993.

SCHMITTOU, H. R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume.** Tradução de COELHO, S. R. Alabama: Mogiana Alimentos S/A, 1997. 74 p.

SCHWARZ, D. Water clarification using *Moringa oleifera*. **Gate, technical Information W1e GTZ**, 2000. Disponível em: <<http://www.gtz.de/gate/gateid.afp>>. Acesso em: 12 dez. 2004.

SILVA, J. A. F; SILVA, S. A. Lagoas de estabilização no ceará. In: CONGRESSO CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 633 – 640.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquíicultura.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70p.

SOARES, C. M.; *et al.* Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em dietas para a tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. **Rev. Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1172-1177, 2001.

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

SUTHERLAND, J. P. *et al.* Moringa oleifera as a natural coagulant. In: WEDC CONFERENCE, COLOMBO: AFFORDABLE WATER SUPPLY e SANITATION, 20., 1994, Sri Lanka. **Proceedings...** Sri Lanka: University of Leicester, 1994. p. 297-299.

SUTHERLAND, J. **Moringa oleifera Lam.** 2003. Disponível em: <<http://www.le.ac.uk/engineering/staff/Sutherland/moringa.htm>>. Acesso em: 25 maio. 2004.

TOLEDO, J. J.; CASTRO, J. G. D. Parâmetros físico-químicos da água em viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta, Mato Grosso. **Rev. de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 1, n. 3, p. 1-10, 2001.

TOLEDO, J. J. *et al.* Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso. **Rev. do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 2, n. 1, p. 13-31, 2003.

TELES, C. R.; COSTA, A. N.; GONÇALVES, R. F. Produção de lodo em lagoas de estabilização e o seu uso no cultivo de espécies florestais da região Sudeste do Brasil. **Rev. Sanare**, Curitiba, v. 12, 1999. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=/florestal/index.html&conteudo=./florestal/artigos/lodo.html>>. Acesso em: 20 out. 2005.

TRIER, R. **Uso da semente do gênero Moringa:** Uma proposta alternativa para clarificação das águas do Nordeste. Recife: ASPTA, p. 17. 1995.

VALENTI, W. C. *et al.* **Aqüicultura no Brasil:** bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPq/ Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399 p.

VINATEA-ARANA, L. **Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura:** uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis: UFSC, 1997. 152 p.

VINATEA-ARANA, L. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável:** subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira. Florianópolis: UFSC, 1999, 310 p.

WAGNER, P. M. *et al.* Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Rev. Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 187-196, 2004.

WATTEN, B. J.; SIBRELL, P. L. Comparative performance of fixed-film biological filters: application of reactor theory. **Rev. Aquacultural Engineering**, Amsterdam, p. 1-24, 2005.

TWAROWSKA, J. G.; WESTERMAN, P. W.; LOSORDO, T. M. Water treatment and waste Characterization evaluation of an intensive recirculating fish production system. **Rev. Aquacultural Engineering**, Amsterdam, v. 16, p. 133-147, 1997.

YI, Y.; LIN, K. Integrated recycle system for catfish and tilapia culture. In: ANNUAL TECHNICAL REPORT, 18., **PD/Aquaculture CRSP**, Oregon: Oregon State University, p. 87-95, 2001.

ZIMMERMANN, S. O bom desempenho das chitraladas no Brasil. **Rev. Panorama da aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.10, n. 60, 15-19 p, 2000.

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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