

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**IMPACTO AMBIENTAL E PARÂMETROS
ZOOTÉCNICOS DA PRODUÇÃO DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*) SOB DIFERENTES MANEJOS
ALIMENTARES**

Ana Eliza Baccarin
Zootecnista

Jaboticabal – SP
São Paulo – Brasil
2002

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**IMPACTO AMBIENTAL E PARÂMETROS
ZOOTÉCNICOS DA PRODUÇÃO DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*) SOB DIFERENTES MANEJOS
ALIMENTARES**

Aluna: Ana Eliza Baccarin

Orientador: Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, do Centro de Aqüicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Aqüicultura, área de concentração em Aqüicultura em Águas Continentais.

Jaboticabal – SP

São Paulo – Brasil

2002

B116i Baccarin, Ana Eliza
Impacto ambiental e parâmetros zootécnicos da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes manejos alimentares/Ana Eliza Baccarin.- -Jaboticabal, 2002
viii, 56f. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura, 2002
Orientador: Antonio Fernando Monteiro Camargo
Banca examinadora: Luiz Edivaldo Pezzato, João Donato Scorvo Filho, Rose Meire Vidotti, Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstein
Bibliografia

1. Produção de peixes. 2. Impacto ambiental. 3. Alimentação. I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aqüicultura.

CDU 639.31.577.472

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação.

Eu dedico este trabalho:

Aos meus pais, Luiz e Denize, que me mostraram que a integridade é a nossa maior fortaleza e que o trabalho tem que ser feito com amor, porque se assim não for, então não vale a pena fazê-lo.

Ao meu Leo, companheiro e amado, quem, com seu amor, me tornou uma pessoa mais feliz.

“... Cada um de nós compõe a sua história, cada ser em si
carrega o Dom de ser
capaz, de ser feliz.

Almir Sater e Renato Teixeira

MEUS AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo pela orientação, por todo ensinamento, confiança, amizade e apoio em todas as minhas dificuldades.

Ao Prof. Dr. Luiz Edivaldo Pezzato pela contribuição desde a elaboração deste trabalho até seu término, sempre com uma boa piada para relaxar a tensão.

Aos membros da banca examinadora, pelas importantes contribuições a este trabalho.

Ao Dr Osmar Ângelo Cantelmo (CEPTA-IBAMA), pelo apoio logístico prestado na realização do experimento que culminou na presente tese.

Ao Prof. Dr. Euclides Braga Malheiros pelas sugestões e execução das análises estatísticas.

À amiga Veralice, pela amizade, gentileza, paciência e disponibilidade em todos os momentos que precisei.

Ao amigo Carlos Sanches que sem sua valiosa e humorada ajuda, não seria possível a realização das análises limnológicas.

Aos funcionários e amigos do CAUNESP, Juliana, Cristininha, Fátima, Dona Ana, Mônica, Auta, Suerli, Silvinha, Mauro, Márcio Santos, Márcio Reche, Polaquini, Valdeci e João Batista pelo apoio e profissionalismo que contribuiu para o bom desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários e amigos do CEPTA, Geraldo Bernardino, Cláudio Bock, Zé Senhorini, Paulinho Ceccarelli, Angélica, Piu, Ricardo, Gordo, Cavadeira, Tim, Manuel, Carlinhos, pelo apoio constante durante o período experimental.

Aos amigos Denise, Adriano, Ciça, Juliana, Maude, Gustavo, Geisa, Marcelo, Leo Baccarin, Timba, Luis Inowe, Chico, pela amizade, dedicação e competência com que auxiliaram nas análises e coleta dos materiais e pelo grande convívio no CEPTA.

Aos amigos João Donato e Célia Maria pela grande amizade, por me acolherem sempre que precisei, pelo apoio, motivação e carinho.

À amiga de sempre Rose Meire, pela realização das análises bromatológicas, pela amizade e pelos momentos de alegria que passamos juntas.

Aos amigos do Departamento de Ecologia: Maura, Roseli, Roberto, Carol, Lobinho, Cotó, Luciana, Anelise, valeu.

Aos amigos da Pós-graduação, pelos bons momentos compartilhados no curso.

À Fapesp (Processos: 98/16458-4 e 99/09768-0), pela ajuda financeira para realização deste trabalho.

Ao CAUNESP e CEPTA-IBAMA, sem os quais este trabalho não poderia ser realizado.

SUMÁRIO

Lista de tabelas.....	vii
Lista de figuras.....	viii
Introdução Geral.....	1
Referências Bibliográficas.....	4
Capítulo 1. Desempenho produtivo e características da carcaça da tilápia do Nilo em função do manejo alimentar.....	5
Resumo.....	5
Summary.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados.....	12
Discussão.....	16
Agradecimento.....	19
Referências Bibliográficas.....	20
Capítulo 2. Caracterização e avaliação do impacto do manejo alimentar nos efluentes de criação da tilápia do Nilo.....	24
Resumo.....	24
Summary.....	25
Introdução.....	26
Material e Métodos.....	27
Resultados.....	29
Discussão.....	41
Agradecimento.....	45
Referências Bibliográficas.....	45

Capítulo 3. Implicações econômicas do uso de diferentes rações e adubo orgânico em criações de tilápia do Nilo.....	48
Resumo.....	48
Summary.....	49
Introdução.....	50
Material e Métodos.....	51
Resultados e Discussão.....	52
Agradecimento.....	54
Referências Bibliográficas.....	55

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1. Desempenho produtivo e características da carcaça da tilápia do Nilo em função do manejo alimentar

1. Composição percentual e calculada da dieta experimental.....	9
2. Composição centesimal* dos ingredientes utilizados no processamento das rações experimentais e do esterco de galinha poedeira.....	10
3. Valores médios e desvios padrão (19 semanas) das variáveis físicas, químicas e biológicas da água dos viveiros de criação de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>).....	12
4. Valores médios de ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, sobrevivência e produção total de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>) submetida a diferentes tratamentos, ao final do período experimental.....	13
5. Valores médios de composição centesimal dos filés e porcentagem de gordura visceral de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>) submetida a diferentes tratamentos, ao final do período experimental.....	14

Capítulo 2. Caracterização e avaliação do impacto do manejo alimentar nos efluentes de criação da tilápia do Nilo

1. Quantidade total de ração e adubo orgânico (kg) consumidos em cada tratamento experimental.....	30
2. Valores de F, coeficiente de variação (CV) e médias das variáveis limnológicas da água analisadas nos efluentes de criação de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>).....	31

Capítulo 3. Implicações econômicas do uso de diferentes rações e adubo orgânico em criações de tilápia do Nilo

1. Parâmetros técnicos da criação experimental do tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>).....	52
--	----

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1. Desempenho produtivo e características da carcaça da tilápia do Nilo em função do manejo alimentar

- | | |
|--|----|
| 1. Valores médios de ganho de peso da tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>) submetida a diferentes tratamentos, ao longo do período experimental..... | 14 |
| 2. Gráfico de preferência de provadores de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>) submetida a diferentes tratamentos, ao longo do período experimental..... | 15 |

Capítulo 2. Caracterização e avaliação do impacto do manejo alimentar nos efluentes de criação da tilápia do Nilo

- | | |
|--|----|
| 1. Evolução do crescimento em peso de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>) submetida aos diferentes manejos alimentares, ao longo do período experimental..... | 29 |
| 2. Médias e desvios padrão de temperatura (A), oxigênio dissolvido (B), pH (C) e clorofila <i>a</i> (D) dos efluentes dos viveiros de criação de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>)..... | 34 |
| 3. Médias e desvios padrão de alcalinidade total (A), condutividade elétrica (B), turbidez (C) e material em suspensão (D) dos efluentes dos viveiros de criação de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>)..... | 35 |
| 4. Médias e desvios padrão de nitrogênio total (A), nitrogênio dissolvido (B), N-amoniaco (C), N-nitrato (D) e N-nitrito (E) dos efluentes dos viveiros de criação de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>)..... | 37 |
| 5. Médias e desvios padrão de fósforo total (A), fósforo dissolvido (B), ortofosfato (C) dos efluentes dos viveiros de criação de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>)..... | 38 |
| 6. Variação nictemeral da temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica da água dos efluentes de criação de tilápia do Nilo (<i>O. niloticus</i>)..... | 40 |

Introdução geral

A cada ciclo de produção, a aquicultura vem avançando na qualidade e na eficiência do manejo, visando obter máxima produção de peixes de boa qualidade e a baixo custo, o que tem incrementado substancialmente a produtividade das criações (SCORVO-FILHO et al., 1998). Este aumento de produção deve-se principalmente ao uso de rações balanceadas, uma vez que, os peixes só externarão seu potencial produtivo máximo, quando suas exigências nutricionais forem atendidas.

Nos últimos anos, várias indústrias têm se dedicado à fabricação de dietas próprias para os organismos aquáticos, e estas são geralmente comercializadas na forma de farelo, pelete ou pelete extrusado. Geralmente, as rações fareladas são utilizadas para alimentação de larvas devido ao tamanho pequeno da boca destes animais e as rações peletizadas e extrusadas são utilizadas nas demais fases de criação.

Entretanto, alguns criadores e um bom número de técnicos ainda preconizam o emprego de excretas e subprodutos da agroindústria, bem como, o uso de um sistema misto, ou, seja, ração mais excreta de animais. Nestes sistemas de criação, o alimento natural produzido nos próprios viveiros, é essencial principalmente para os peixes filtradores, como no caso da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Apesar de contribuir para o aumento da produção aquícola, o fornecimento de alimentos, independente de sua origem, quando utilizado de forma incorreta, pode causar queda na qualidade da água, prejudicando assim a produção, e também, causar poluição dos recursos naturais. Segundo QUEIROZ (1998), os principais fatores poluentes são as substâncias dissolvidas ou em suspensão contidas nos efluentes, principalmente oriundas das sobras de rações. MACINTOSH e PHILLIPS (1992) observaram que o alimento não consumido e os excrementos dissolvidos apresentam como efeito primário um incremento da carga de nutrientes e de sedimentação e, redução de oxigênio. Como conseqüência, ocorrem mudanças ambientais, redução da capacidade de carga dos tanques e poluição das fontes de água.

Essa introdução excessiva de matéria orgânica na água seja na forma de ração, esterco ou subprodutos agro-industriais, permite um exagerado desenvolvimento do fitoplâncton o que leva a um desequilíbrio ecológico, depressão das concentrações de oxigênio e asfixia dos seres aeróbicos (CIBPU, 1972). O crescimento desta comunidade é importante na dinâmica do oxigênio dissolvido, contudo, quando em excesso pode, paradoxalmente, levar a uma grande queda na concentração deste elemento (BOYD, 1997). Além disso, pode também afetar a qualidade do peixe produzido, devido a grande variedade de compostos sintetizados por estes organismos que ao serem absorvidos pelos peixes tornam os mesmos impróprios para o consumo (GERBER et. al., 1979). Sabores e odores indesejáveis descritos pelos consumidores como gosto de “barro”, são freqüentemente detectados em peixes, sobretudo em peixes confinados, causando perdas econômicas para os produtores.

Além da alta proliferação de algas, o excesso de compostos nitrogenados, sob a forma de amônia, nitrito e nitrato, afetam diretamente os peixes. Segundo SIPAÚBA-TAVARES (1995) estes compostos causam elevação do pH do sangue, afetam as trocas osmóticas dos peixes e reduzem a concentração interna de íons, aumentando o consumo de oxigênio nos tecidos, prejudicando as brânquias e reduzindo a habilidade do sangue em transportar oxigênio. Tais fatos provocam alterações histológicas, principalmente nos rins e baço e, aumentam a susceptibilidade a doenças (ARANA, 1997).

Portanto é necessário definir ações que visem otimizar o manejo e reduzir a influência do uso de diferentes fontes alimentares sobre a qualidade da água e, também aumentar a eficiência produtiva da atividade piscícola, sem que haja prejuízo ao meio ambiente. Uma postura de caráter ético surge na aqüicultura quando se respeita o limite de capacidade de carga dos ecossistemas aquático, bem como a capacidade de reciclagem dos mesmos (QUESADA et al., 1998).

Assim, esse estudo pretende fornecer aos vários segmentos que atuam na aqüicultura, desde as fábricas de ração até as filetadoras, os preços

biológicos e ecológicos resultantes dessa prática zootécnica, uma vez que dado o rápido desenvolvimento da criação de peixes no mundo, um melhor conhecimento dos resíduos gerados é crucial para que a aquicultura seja ambientalmente sustentável (KAUSHIK, 1998).

Com esse propósito o Capítulo 1, denominado “DESEMPENHO PRODUTIVO E CARACTERÍSTICAS DA CARÇA DA TILÁPIA DO NILO EM FUNÇÃO DO MANEJO ALIMENTAR” teve como objetivo avaliar a influência das diferentes formas de ração (peletizada, extrusada e farelada) e o alimento natural sobre o desempenho produtivo e qualidade da carça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

O Capítulo 2, denominado “CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO MANEJO ALIMENTAR NOS EFLUENTES DE CRIAÇÃO DA TILÁPIA DO NILO”, teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes manejos alimentares: alimento natural, ração peletizada, extrusada e farelada, com ênfase ao impacto ambiental desta prática, e quantificar as cargas de saída de nutrientes nos efluentes gerados numa criação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

O Capítulo 3, denominado “IMPLICAÇÕES ECONÔMICAS DO USO DE DIFERENTES RAÇÕES E ADUBO ORGÂNICO EM CRIAÇÕES DE TILÁPIA DO NILO” teve como objetivo analisar os custos com alimentação e mão de obra do uso de ração e adubo orgânico numa criação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Referências Bibliográficas

- ARANA, L.V. **Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura**. Ed. da UFSC, Florianópolis, SC, 166 p. 1997.
- BOYD, C.E. **Manejo do solo e da qualidade da água em viveiro para aqüicultura**. Auburn University, Alabama, 55p. 1997.
- COMISSÃO INTERESTADUAL DA BACIA PARANÁ-URUGUAI (CIBPU). **Poluição e Piscicultura**. 216p. 1972.
- GERBER, N.N. Volatile substances from actinomycetes: their role in the odor pollution of water. **Critical Reviews in Microbiology**, 7:191-214. 1979.
- KAUSHIK, S.J. Nutritional bioenergetics and estimation of waste production in non-salmonids. **Aquat. Living Resour.**, 11:211-217. 1998.
- MACINTOSH, D.; PHILLIPS, M. Environmental issues in shrimp farming. In: Shrimp 92. 3th Global Conference on the Shrimp Industry, Hong Kong, **Proceedings ...** p. 118-145. 1992.
- QUEIROZ, J.F. **Alimentação Animal**. Ano 3, n. 10 (set/out): 20-22p. 1998.
- QUESADA, J.E.; COELHO, M.A.; AQUINI, E.N.; CURIACOS, A.P.J.; TOSHIO, L.I.; ROUTLEDGE, E.A.B.; ALVAREZ, G.; SUPPLY, F.M.; VINATEA, L.A. Aquicultura sustentável: construindo um conceito. In: Aqüicultura Brasil'98. vol. 2. **Anais...** Recife. p.515-525. 1998.
- SCORVO-FILHO, J.D.; MARTIN, M.B.; AYROZA, L.M.S. da. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. **Informações Econômicas**, 28(3):41-60. 1998.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Limnologia Aplicada à Aqüicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 70 p. 1995.

Capítulo 1. Desempenho produtivo e características da carcaça da tilápia do Nilo em função do manejo alimentar

Resumo

Juvenis machos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foram estocados em doze viveiros de 300m², numa densidade de 1,7 peixes/m², par avaliação do desempenho produtivo e qualidade da carcaça em função da utilização de diferentes manejos alimentares. Alimento natural, ração farelada, peletizada e extrusada. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições. As rações com 30% de proteína bruta e 3000kcal de energia digestível foram fornecidas, duas vezes ao dia, numa taxa variável de 3 a 5 % da biomassa total estimada. Quanto ao tratamento alimento natural, foi utilizado esterco de galinha poedeira. As concentrações das variáveis limnológicas medidas ao longo do período experimental mantiveram-se dentro dos níveis aceitáveis para a espécie. A produção total de peixes apresentou diferença significativa ($P>0,05$) com maiores valores para os tratamentos com ração peletizada (5.996,83kg/ha) e extrusada (5.440,74kg/há). Os peixes arraçoados apresentaram maiores valores de gordura corporal (1,57 a 1,98%) e visceral (12,64 a 25,04%) quando comparados aos peixes não arraçoados, que apresentaram níveis de 0,17 e 0,00%, respectivamente. Os peixes que tiveram menor desempenho produtivo (tratamento alimento natural) apresentaram menores níveis de gordura corporal e, maior aceitação pelos provadores, enquanto os peixes com maior desempenho produtivo (tratamentos arraçoados) apresentaram maiores porcentagens de gordura visceral e alta rejeição pelos provadores.

Palavras chave: desempenho produtivo, características da carcaça, manejo alimentar, tilápia

Summary

Male juveniles of Nile (*Oreochromis niloticus*) tilapia were stocked in 12 ponds of 300 m², at a density of 1.7 fish/m² to evaluate the effect of different food management on fish production and carcass characteristic. Four different treatments were studied as follows: natural foods and rations in pellets, extruded or minced. Completely randomized design with 4 treatments and 3 repetitions was used. The rations containing 30% crude protein and 3,000 kcal digestible energy were supplied twice daily, at a rate varying between 3 and 5% of total estimated biomass. Chicken drops were used as natural food. Limnological variables monitored during the period were within acceptable levels required by the species. Total fish production was significantly different ($P < 0.05$) and the highest values were obtained with ration in pellets (5,996.83 kg/ha) and extruded (5,440.74 kg/ha). The fish fed on ration presented higher contents of body fat (1.57 to 1.98%) and visceral (12.64 to 25.04%) compared to fish on natural food, which presented levels between 0.17 and 0%, respectively. Natural food treatment yielded lower fish production and fish with lower body fat; however, fish were highly accepted by a testing panel. While treatments that yielded higher fish production (rations) also higher percentage of visceral fat and high rejection by testing panel.

Key words: fish production, carcass characteristic, food management, tilapia

Introdução

Na aquicultura mundial uma das espécies mais utilizadas para o cultivo comercial é a tilápia. Segundo FITZSIMMONS (2000), sua produção poderá atingir 1.500.000t em 2010, devido a sua alta taxa de crescimento, adaptabilidade em diversas condições de cultivo e a alta aceitação pelo consumidor (BROMAGE e ROBERTS, 1995), pela excelente textura e paladar da carne e por não apresentar espinhos intramusculares (LIMA et al., 2000).

Por apresentar grande habilidade em aproveitar o alimento natural disponível no ambiente de cultivo (KUBITZA, 2000), é muito comum a produção deste peixe em sistemas extensivo e semi-intensivo, que se caracterizam por adotar uma estratégia de alimentação baseada somente na produtividade natural do ambiente e pela combinação de dietas artificiais e alimento natural, respectivamente (TACON, 1989; CASTAGNOLLI, 1992). Entretanto, a criação deste peixe em sistemas intensivos vem ganhando força nos últimos anos. Estes sistemas visam obter máxima produção de peixes por área, e por isto dietas balanceadas são utilizadas.

Independente dos métodos utilizados para a alimentação dos peixes, estes exercem influência sobre a sobrevivência e a taxa de crescimento (LOVELL, 1991). CORREIA et al., (2000) compararam o efeito do uso de diferentes regimes de alimentação e fertilização e obtiveram melhores resultados de ganho de peso e produtividade para tilápia do Nilo, quando estas receberam 100% de ração.

Além dos efeitos sobre a produção, os manejos alimentares exercem influência sobre a qualidade do sabor dos peixes produzidos. Sabores e odores indesejáveis descritos pelos consumidores como gosto de “barro”, são freqüentemente detectados em peixes, sobretudo quando confinados. Segundo GERBER et. al., (1979), algumas espécies de actinomicetos e cianobactérias sintetizam compostos que ao serem absorvidos pelos peixes tornam os mesmos impróprios para o consumo.

As perdas econômicas resultantes da combinação de muitas variáveis envolvidas neste processo depreciativo do pescado como, tipos de processamento da dieta utilizada, qualidade da água, taxa de crescimento,

porcentagem de gordura corporal, entre outros, são expressivas e representam um fator de risco para os piscicultores (ENGLE et. al., 1995).

Portanto, pesquisas que visem obter melhores índices de crescimento e de produção de peixes associados a qualidade do produto final, tornam-se necessárias. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos diferentes tipos de dieta, ração peletizada, extrusada e farelada e alimento natural sobre o desempenho produtivo e características da carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Centro Nacional de Pesquisas de Peixes Tropicais, CEPTA – IBAMA, localizada na cidade de Pirassununga, SP. O trabalho foi conduzido por dezenove semanas (30 de novembro de 1999 a 04 de abril de 2000), em doze viveiros de 300 m² cada, com entrada e saída independente de água. Estes viveiros foram drenados e secos ao sol, sendo o excesso de sedimento raspado e retirado dos mesmos. Realizou-se, então, calagem (cal virgem) como ação preventiva contra peixes invasores. Após estas práticas, iniciou-se o enchimento dos mesmos com água proveniente de uma represa de abastecimento, localizada no próprio Centro de Pesquisa. Em cada viveiro do tratamento alimento natural aplicou-se 250g de esterco de galinha poedeira/m² (adubação inicial).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (alimento natural, ração farelada, peletizada e extrusada) e três repetições. Os viveiros foram povoados com alevinos machos de tilápia (*Oreochromis niloticus*), sexualmente revertidos, com peso médio de 13,35 ± 0,59 g, na densidade de 1,7 peixes/m².

Foram realizadas medidas individuais de peso (balança de prato – Filizola) em 10% dos peixes de cada viveiro, no início e a cada 28 dias do período de criação (para ajuste da taxa de alimentação) Os peixes foram capturados com tarrafa e anestesiados com 2-Phenox Ethanol (2ml de anestésico/10l de água).

As rações com mesma formulação (Tabela 1), diferenciando apenas a técnica de processamento (farelada, peletizada e extrusada) foram fornecidas, duas vezes ao dia às 10:00 e 17:00 h, na proporção de 5% do peso total do peixe ao dia, até que os mesmos atingissem peso médio de 100g, onde passaram a receber 3% do peso total. O alimento fornecido foi considerado consumido. A quantidade do alimento consumido foi obtida no final período do experimental, calculada pela diferença entre a quantidade inicial e final da ração estocada para cada viveiro.

Tabela 1. Composição percentual e calculada da dieta experimental.

Ingrediente	% de Inclusão
Fubá de milho	26,98
Glúten de milho	4,75
Farelo de soja	50,50
Farelo de trigo	11,60
Óleo de soja	1,62
Fosfato bicálcico	3,50
Lisina	0,50
Sal	0,05
Violeta Genciana	0,004
Premix vitamínico e mineral ¹	0,50
Total	100,00
Proteína bruta (%)	30,76
Extrato etéreo (%)	2,25
Fibra bruta (%)	5,98
Energia digestível (kcal/Kg)	2986
Cálcio (%)	0,96
Fósforo disponível (%)	0,70
Metionina (%)	0,48
Lisina (%)	1,19

¹ Suplemento vitamínico-mineral (frango de corte) Agromix AC 50 – vitamina A: 176.000 UI; vitamina D3: 40.000 UI; vitamina E: 500 mg; vitamina K3: 100 mg; vitamina B1: 36 mg; vitamina B2: 200 mg; vitamina B6: 50 mg; vitamina B12: 560 mg; niacina: 700 mg; biotina: 3mg; ácido pantotênico: 500 mg; ácido fólico: 30 mg; colina: 20 g; ferro: 1100 mg; cobre: 300 mg; manganês: 1800 mg; zinco: 1200 mg; iodo: 24 mg; selênio: 3 mg; metionina: 20 g; cálcio: 176 g; fósforo: 68 g; sódio: 23 g; cloro: 36 g; promotor de crescimento: 2 g; cocciostático: 10 g; antifúngico: 200 mg; BHT: 1g; veículo energético e protéico (q.s.p): 1000 g.

No tratamento alimento natural foi aplicado 150g de esterco de galinha poedeira/m², em intervalos de 20 dias, sendo monitorados de acordo com a produtividade do viveiro e controlados pela transparência da água medida por meio do disco de Secchi.

A análise de matéria seca (estufa a 105°C obtenção peso constante), extrato etéreo (extrator de Soxhlet) proteína bruta (microkjeldahl) e cinzas (mufla a 600°C por 3 horas) dos ingredientes utilizados nas rações e do esterco de galinha poedeira (Tabela 2) foi realizada segundo AOAC (1990).

Tabela 2. Composição centesimal* dos ingredientes utilizados no processamento das rações experimentais e do esterco de galinha poedeira

Ingrediente	MS (%)	PB (%)	EE (%)	MM (%)
Fubá de milho	88,11	9,83	3,67	1,11
Glúten de milho	86,22	20,86	1,91	3,61
Farelo de soja	88,49	50,01	1,59	6,16
Farelo de trigo	88,25	16,04	3,15	4,38
Esterco de galinha poedeira	72,80	20,08	1,40	21,48

*Laboratório de Análise Bromatológica do Centro de Aquicultura da UNESP - Jaboticabal

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral.

Os parâmetros zootécnicos avaliados foram: ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de crescimento específico (TCE), obtidos de acordo com as seguintes fórmulas:

$$a) GP (g) = PF - PI$$

onde:

GP = ganho de peso (g)

PF = peso final (g)

PI = peso inicial (g)

$$b) CAA = AI/GP$$

onde:

CAA = conversão alimentar aparente

AI = alimento ingerido (g)

GP = ganho de peso (g)

$$c) TCE (\%/dia) = 100((\ln W_t - \ln W_o)/T)$$

onde:

TCE(%/dia) = taxa de crescimento específico

Wt = peso total final em grama

Wo = peso total inicial em grama

T = tempo de duração do experimento (dias).

Também se avaliou taxa de sobrevivência (%) e a produção total (kg/ha).

Ao final da criação foram abatidos 15 peixes por viveiro (45 por tratamento), por meio de choque término para determinação da gordura visceral em relação ao peso das vísceras, composição centesimal e análise sensorial. Após o abate, os peixes foram pesados, lavados, eviscerados, descabeçados e filetados. As vísceras foram pesadas individualmente, com e sem gordura visceral. Dos filés retirou-se amostra idêntica ($\pm 5g$) da região lombar próxima a cabeça para análise sensorial. O restante de cada filé foi utilizado para determinação da composição centesimal (A.O.A.C., 1990). As amostras, para análise sensorial, foram embaladas individualmente em papel alumínio, e no momento da avaliação foram cozidas no vapor e servidas aos provadores. Os 33 provadores não treinados receberam uma amostra de cada tratamento devidamente codificada. Após avaliação das características organolépticas (odor e sabor) de cada amostra atribuíram às mesmas um valor relativo ao sabor de "barro" detectado por meio da escala hedônica proposta por PLOEG (1991). Também foram identificadas as amostras preferidas em função da percepção global do sabor detectado. Considerou-se que peixes com sabor de "barro" extremamente forte foram inaceitáveis (NÃO) para o consumo, peixes com sabor de "barro" suave (TALVEZ) e peixes com sabor de "barro" ausente (SIM), aceitáveis.

Na água de superfície dos doze viveiros foi medida semanalmente às 9:00 horas, temperatura (HORIBA U-10), pH (HORIBA U-10), condutividade elétrica (HORIBA U-10), oxigênio dissolvido (oxímetro YSI Model 57), e amostras foram coletadas, com auxílio de uma garrafa de Van Dorn, para determinação de alcalinidade total (GOLTERMAN et al., 1978), amônia (KOROLEFF, 1976), nitrato, nitrito, nitrogênio total e dissolvido (MACKERETH et al., 1978), fósforo total e dissolvido e ortofosfato (GOLTERMAN et al., 1978), material em suspensão (MUDROCH e MACKNIGHT, 1991) e clorofila *a* (NUSH, 1980). Mediu-se também transparência da água (disco de Secchi) e tempo de residência da água (razão entre o volume total da água do viveiro e vazão da água de entrada).

Os dados de desempenho produtivo (GP, CAA, TCE, sobrevivência e produção total), gordura visceral, composição centesimal e qualidade da água foram submetidos ao teste de F para análise de variância e as médias quando diferentes significativamente, foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). Os valores da análise sensorial foram analisados em termos percentuais de aceite ou rejeição das amostras, considerando-se que para cada tratamento um total de 33 provadores representou uma população consumidora.

Resultados

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios das variáveis limnológicas analisadas na água dos viveiros experimentais ao longo do período de criação.

Tabela 3. Valores médios e desvios padrão (19 semanas) das variáveis físicas, químicas e biológicas da água dos viveiros de criação de tilápia do Nilo (*O. niloticus*)

Variáveis	Tratamentos			
	Peletizada	Extrusada	Farelada	Alimento natural
Temperatura (°C)	27,14 ± 1,32 ^{a1}	27,11 ± 3,68 ^a	27,12 ± 1,36 ^a	27,03 ± 1,42 ^a
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	3,98 ± 1,16 ^a	4,15 ± 1,39 ^a	3,97 ± 1,13 ^a	4,54 ± 0,94 ^a
PH	6,66 ± 0,94 ^a	6,63 ± 1,22 ^a	6,66 ± 0,95 ^a	6,67 ± 0,99 ^a
Alcalinidade total (mg/L)	7,66 ± 1,51 ^b	7,65 ± 1,46 ^b	7,70 ± 1,20 ^b	9,84 ± 2,86 ^a
Condutividade elétrica (µSm/cm)	11,49 ± 2,59 ^b	11,26 ± 2,23 ^b	11,82 ± 2,18 ^b	16,10 ± 5,48 ^a
Material em Suspensão (mg/L)	15,31 ± 7,36 ^a	14,97 ± 7,00 ^a	17,35 ± 8,76 ^a	17,05 ± 9,73 ^a
Clorofila <i>a</i> (µg/L)	10,86 ± 7,03 ^a	9,08 ± 5,52 ^a	9,70 ± 7,52 ^a	9,92 ± 5,52 ^a
N-amoniaco (µg/L)	6,03 ± 5,41 ^a	7,18 ± 6,94 ^a	5,53 ± 4,67 ^a	5,31 ± 6,73 ^a
N-nitrato (µg/L)	47,10 ± 38,47 ^a	38,27 ± 32,33 ^a	54,64 ± 32,37 ^a	54,86 ± 45,88 ^a
N-nitrito (µg/L)	6,09 ± 1,71 ^b	7,34 ± 1,68 ^a	5,83 ± 2,29 ^b	5,80 ± 1,71 ^b
Nitrogênio Total (mg/L)	0,32 ± 0,12 ^a	0,34 ± 0,09 ^a	0,33 ± 0,12 ^a	0,30 ± 0,09 ^a
Nitrogênio Dissolvido (mg/L)	0,21 ± 0,10 ^{ab}	0,25 ± 0,10 ^a	0,20 ± 0,09 ^b	0,21 ± 0,09 ^{ab}
Fósforo Total (µg/L)	56,67 ± 27,74 ^b	57,45 ± 24,57 ^b	47,70 ± 21,77 ^b	89,00 ± 47,75 ^a
Fósforo Dissolvido (µg/L)	22,82 ± 15,09 ^b	21,04 ± 15,49 ^b	22,21 ± 15,19 ^b	33,79 ± 18,61 ^a
Ortofosfato (µg/L)	9,05 ± 9,66 ^b	6,07 ± 4,29 ^c	6,86 ± 5,14 ^{bc}	13,93 ± 9,79 ^a
Transparência (m)	0,64 ± 0,34 ^a	0,56 ± 0,12 ^a	0,61 ± 0,17 ^a	0,51 ± 0,16 ^a
Tempo de Residência (dias)	3,47 ± 1,30 ^a	3,60 ± 1,50 ^a	3,49 ± 1,10 ^a	3,50 ± 1,29 ^a

¹valores seguidos da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tuckey (P>0,05)

Durante o período experimental foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com relação à alcalinidade total, condutividade elétrica, N-nitrito, nitrogênio dissolvido e das diferentes formas de fósforo na água dos viveiros experimentais.

De maneira geral, os valores de fósforo, alcalinidade total e condutividade elétrica da água dos viveiros adubados foram significativamente

superiores ($P < 0,05$) quando comparados aos demais tratamentos. Já os níveis de N-nitrito ($7,34 \mu\text{g/L}$) e nitrogênio dissolvido ($0,25 \mu\text{g/L}$) foram superiores na água dos viveiros que receberam ração extrusada (Tabela 3).

Os resultados do desempenho produtivo da tilápia do Nilo, avaliado por meio da determinação de ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, sobrevivência e produção total são apresentados na Tabelas 4.

Tabela 4. Valores médios de ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, sobrevivência e produção total de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) submetida a diferentes tratamentos, ao final do período experimental

Tratamento	Variável				
	Ganho de peso (g)	Taxa de crescimento específico (%/dia)	Conversão alimentar aparente	Sobrevivência (%)	Produção total (kg/ha)
Peletizada	379,33 ^a	2,32 ^a	1,45 ^a	89,61 ^a	5.996,83 ^a
Extrusada	339,22 ^{ab}	2,25 ^a	1,41 ^a	90,72 ^a	5.440,74 ^{ab}
Farelada	236,70 ^c	2,01 ^a	1,69 ^a	86,80 ^a	3.706,02 ^c
Alimento Natural	88,14 ^d	1,36 ^b	-	78,63 ^a	1.341,73 ^d
Valores de F	19,29**	36,18**	2,67 ^{NS}	2,66 ^{NS}	17,60**
CV (%)	19,63	6,33	10,61	6,72	20,98

[†]valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tuckey ($P > 0,05$)

As médias observadas para ganho de peso, taxa de crescimento específico e produção total das tilápias do Nilo apresentaram diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os tratamentos, sendo os menores valores observados para os peixes submetidos ao tratamento alimento natural (Tabela 4). Comparado ao tratamento com ração peletizada, sua produção total foi 77,63% menor.

Embora as rações possuíssem a mesma formulação, o processamento teve efeito sobre o desempenho produtivo dos peixes. Maiores produções totais foram obtidas nos tratamentos com ração peletizada (5.996,83 kg/ha) e extrusada (5.440,74 kg/ha) e menores, com ração farelada (3.706,02 kg/ha), sendo esta redução de 38,20 e 31,88%, respectivamente.

Nos dois primeiros meses de criação, pode-se observar que o ganho de peso dos peixes (Figura 1) foi semelhante entre os tratamentos ($P < 0,05$).A

partir do terceiro mês, o ganho de peso dos peixes do tratamento alimento natural foi menor que os demais, crescendo de 85,63g para 101,93g, nos meses subsequentes.

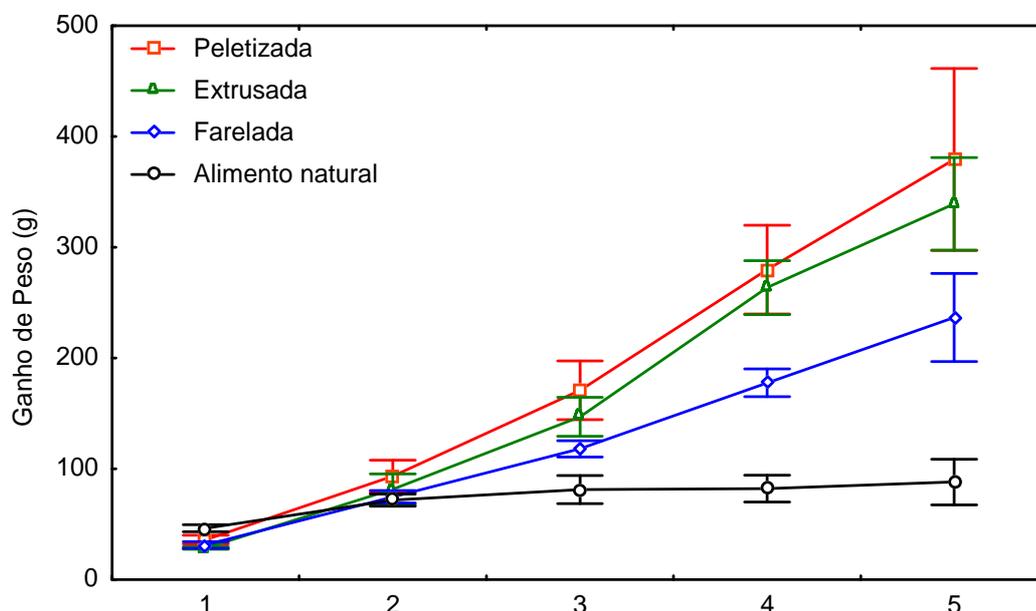


Figura 1. Valores médios de ganho de peso da tilápia do Nilo (*O. niloticus*) submetida a diferentes tratamentos, ao longo do período experimental

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios de composição centesimal de filés e porcentagem de gordura visceral da tilápia submetida aos diferentes tratamentos.

Tabela 5. Valores médios de composição centesimal do filé e porcentagem de gordura visceral de tilápias do Nilo submetidas a diferentes tratamentos, ao final do período experimental

Tratamentos	Composição Centesimal do Filé (%)				Gordura Visceral (%)
	Umidade	Proteína Bruta	Extrato Etéreo	Cinzas	
Peletizada	76,63 ^{b1}	20,32 ^a	1,57 ^a	1,09 ^a	20,31 ^{cb}
Extrusada	77,46 ^b	19,77 ^{ab}	1,66 ^a	1,09 ^a	25,04 ^c
Farelada	77,85 ^b	18,96 ^{bc}	1,98 ^a	1,03 ^a	12,64 ^b
Alimento natural	80,83 ^a	17,99 ^c	0,17 ^b	1,08 ^a	0,00 ^a
Valores de F	3,42**	6,92**	2,61**	1,37 ^{NS}	25,26**
CV (%)	0,45	1,84	35,34	3,80	25,99

¹valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

No presente estudo, somente as porcentagens de cinzas não diferiram significativamente (P<0,05) entre tratamentos, ao final do período experimental

(Tabela 5). Maiores valores de umidade (80,83%) e menores de proteína bruta (17,99%), extrato etéreo (0,17%) e gordura visceral (0,00%) foram observados nos peixes do tratamento alimento natural.

O gráfico de frequência de aceitação e rejeição dos provadores para os peixes dos tratamentos experimentais está representado na Figura 2.

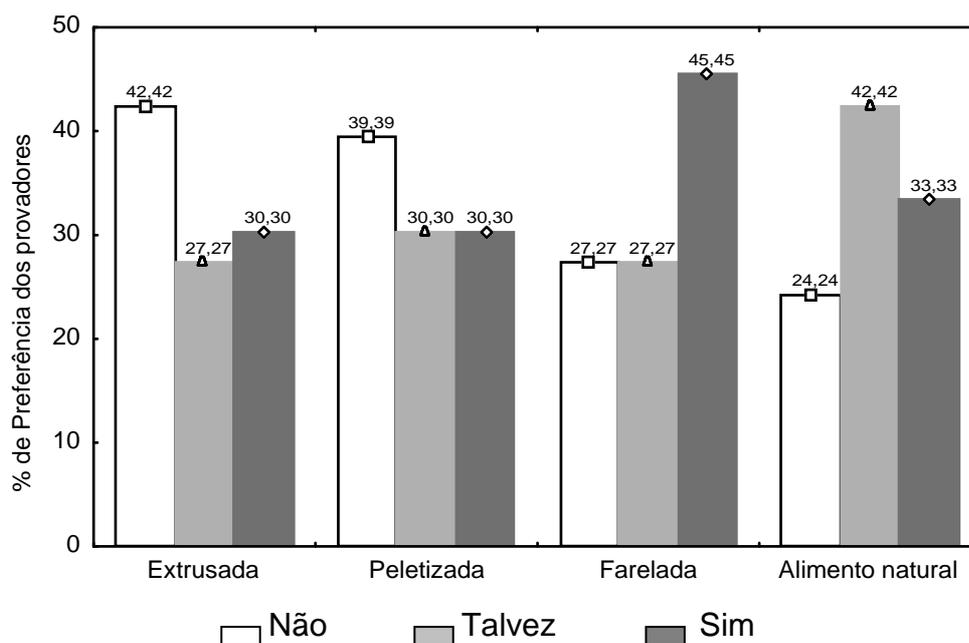


Figura 2. Gráfico de preferência dos provadores de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) submetida a diferentes tratamentos, ao final do período experimental

Os tratamentos que receberam ração extrusada e peletizada apresentaram os maiores índices de rejeição pelos provadores (42,42 e 39,39%, respectivamente). Já o tratamento com ração farelada apresentou as maiores taxas de aceitação pelos provadores (45,42%). Os peixes do tratamento alimento natural ficaram em uma situação intermediária e se encaixaram em grande parte na categoria “TALVEZ”, indicando que o sabor de “barro” foi detectado, porém em níveis menores.

Discussão

Os peixes vivem em equilíbrio com o meio e qualquer alteração pode resultar em queda de crescimento e/ou morte. Embora o uso de ração contribua para o aumento da produção piscícola, se usado de maneira inadequada pode levar a queda na qualidade da água e conseqüentemente afetar a produtividade piscícola (YOSHIDA, 1996). Embora, durante o período experimental tenham sido observadas diferenças significativas em algumas variáveis limnológicas na água dos viveiros, estas permaneceram dentro dos níveis aceitáveis para a criação de tilápia do Nilo, segundo KUBITZA (2000).

O manejo alimentar além de causar danos a qualidade da água, quando usado incorretamente, pode influenciar o desempenho produtivo dos peixes. No presente estudo, os peixes que receberam ração farelada apresentaram menor ganho de peso e produção total. Entretanto, o processamento não afetou a conversão alimentar, que mesmo apresentando piora ao longo do período experimental, atingiu valor satisfatório para esta espécie, 1,41 a 1,69 (MIRES e AMIT, 1992; GUR, 1997). Segundo CECCARELLI et al. (2000), rações fareladas têm as desvantagens de proporcionar maiores perdas de minerais e vitaminas devido à instabilidade na água e de permitir a seleção de alguns ingredientes mais palatáveis pelos peixes, acarretando em menor ganho de peso.

Quanto aos peixes do tratamento alimento natural, estes apresentaram desempenho produtivo semelhante aos demais tratamentos nos dois primeiros meses de criação. Isto indica que a contribuição do alimento natural, nesta fase (peso médio 79,93g), tem papel importante no crescimento da tilápia do Nilo, uma vez que os peixes que não receberam ração (tratamento alimento natural), apresentaram desempenho produtivo semelhante aos demais. Isto corrobora a afirmação de BROWN et al. (2000) de que é desnecessário alimentar alevinos de 0,11g de tilápia do Nilo durante os primeiros 75 dias. CORREIA et al. (2000) também constataram que tanto a ração como o adubo orgânico produziram taxas de crescimento similares durante os 28 primeiros dias de criação e que a partir daí, as tilápias do Nilo, em viveiros apenas adubados, cresceram menos que os alimentados com ração.

A tilápia se alimenta de uma grande variedade de alimentos naturais existentes nos viveiros de criação, no entanto, seu crescimento decresce quando atinge a capacidade de carga, porque a quantidade de alimento natural, embora de excelente qualidade, não é suficiente para suportar o rápido crescimento (GREEN, 1992) e para máxima expressão genética do ganho de peso faz-se necessário o fornecimento de dietas capazes de satisfazer as necessidades nutricionais dessa espécie. GREEN et al. (1994) observaram que o uso exclusivo de ração resultou em produção 11 a 24% maior do que as estratégias combinando o uso de cama de frango e ração na criação de tilápia do Nilo.

O uso de rações também pode afetar a composição da carcaça. No presente estudo, os peixes do tratamento alimento natural apresentaram menores valores de gordura no músculo e vísceras. HANLEY (1991) também obteve menores valores de gordura para tilápias do Nilo criadas em viveiros não arraçoados tanto para os níveis corporais (1,2%) quanto para gordura visceral (1,3%).

Esses menores valores de gorduras podem estar associados a quantidade de alimento natural produzida nos viveiros. Através dos alimentos disponíveis ou oferecidos, os peixes suprem, primeiramente, as necessidades energéticas dos processos vitais de manutenção (respiração, circulação sanguínea, excreção, osmorregulação e natação) e somente depois o utilizam para o crescimento (HEPHER, 1988). Provavelmente, a quantidade de alimento natural disponível nos viveiros adubados, após atingir a capacidade de suporte, foi suficiente somente para suprir as necessidades vitais de manutenção, portanto não havendo sobras para o crescimento e acúmulo de reservas energéticas na forma de gordura visceral e corporal.

Alguns fatores podem influenciar a composição centesimal do pescado, como alimentação, idade, peso, variação sazonal e fase fisiológica (SHEARER, 1994). Segundo KUBITZA (2000) a redução no teor protéico, a elevação na relação energia:proteína das rações ou o aumento nos níveis e frequência de alimentação promovem maior deposição de gordura na carne e na cavidade abdominal dos peixes. VIOLA e ARIELI (1983) registraram de 33 a 41% (em

relação ao peso das vísceras) de gordura nas vísceras de tilápias híbridas de peso próximo a 500g, alimentadas com rações contendo 25% de proteína e energia digestível ao redor de 2.750 kcal/kg.

A tilápia parece apresentar limitada capacidade de incorporação de gordura no filé. Maiores acúmulos de gordura nas vísceras (14,6%) foram observados em relação aos músculos (6,2%), em experimento realizado por HANLEY (1991). Segundo o autor, o excesso de energia derivado da ração é depositado como gordura em maior proporção nas vísceras, porque sua capacidade de armazenamento é maior do que a dos músculos. O mesmo foi observado no presente estudo, onde os peixes arraçoados apresentaram maiores acúmulos de gordura nas vísceras (12,64 a 25,04%) que nos músculos (1,57 a 1,98%).

Embora o conteúdo protéico dos filés dos peixes do tratamento alimento natural tenha sido 8,59% inferior ao dos tratamentos arraçoados, a redução de 90,22 e 100% no conteúdo de extrato etéreo e gordura visceral, respectivamente, conferiu a estes peixes uma melhor qualidade nutricional. Segundo KUBITZA (2000), há uma crescente tendência do consumidor moderno em reduzir o consumo de gordura animal. Além disso, o aumento na gordura favorece a rancificação dos ácidos graxos presentes no filé durante o armazenamento, conferindo odores desagradáveis e diminuindo a vida útil do produto (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

Estudos realizados com pescados sugerem uma relação entre níveis de gordura e sabor. SHIAU e HUANG (1990) em estudo com tilápias verificaram que os níveis de gordura contidos na ração ministrada alteraram a composição dos filés e conseqüentemente o seu sabor. JOHNSEN e LLOYD (1992) notaram que peixes com mais de 2,5% de gordura absorveram e retiveram o methylisoborneol (substância responsável pelo gosto ou odor de mofo em peixes cultivados) por mais tempo que peixes com menos gordura. O mesmo foi observado no presente estudo, onde os peixes arraçoados apresentaram maiores valores de porcentagem de gordura corporal e visceral, principalmente os dos tratamentos com ração peletizada e extrusada (Tabela 5), e menor aceitação pelos provadores devido a maior intensidade de sabor de "barro".

A qualidade do produto final pode ser influenciada pelo manejo alimentar, como observado no presente estudo. Os peixes que tiveram menor desempenho produtivo (tratamento alimento natural) apresentaram menores níveis de gordura corporal e maior aceitação pelos provadores. Portanto, são os mais indicados para o consumo humano. Entretanto, cabe ressaltar que os valores de extrato etéreo encontrados nos filés dos demais peixes, estão dentro da faixa que classifica as tilápias como peixe magro (< 2,5%), segundo CONTRERAS-GUZMÁN, (1994).

Por outro lado, os peixes com maior desempenho produtivo (tratamentos arraçoados) apresentaram maiores porcentagens de gordura visceral e alta rejeição pelos provadores. É claro que as vísceras não são consumidas, entretanto, se considerarmos que o seu peso representa entre 8 a 10% do peso corporal das tilápias (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994), o excesso de gordura visceral pode fazer o rendimento de carcaça cair em 2,5 a 4% após o processamento (KUBTIZA, 2000). Além disso, essa gordura pode ser responsável pelo surgimento do sabor de “barro” e pelos efeitos deletérios nas propriedades organolépticas dos filés, afetando a preferência dos consumidores e seu marketing, como um produto saudável. Portanto, devido a crescente procura por alimentos mais nutritivos e saudáveis, a busca do equilíbrio entre alta produção e qualidade dos pescados devem ser alcançados.

Portanto, o fornecimento de ração proporcionou maior desempenho produtivo aos peixes, porém estes apresentaram maiores porcentagens de gordura corporal e visceral o que provavelmente foi responsável pela alta rejeição dos provadores (consumidores) e a quantidade de alimento natural produzida nos viveiros adubados organicamente não foi suficiente para tender a demanda de crescimento e desenvolvimento dos peixes quando estes atingiram um peso médio de 79,93g.

Agradecimentos

À FAPESP pelo suporte financeiro (Processo: 98/16458-4), ao Dr. Osmar Ângelo Cantelmo, pesquisador do CEPTA/IBAMA, pelo apoio logístico ao experimento e a Juliana Schober Gonçalves Lima pela análise sensorial.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. Washington. 1990.
- BROMAGE, N.R.; ROBERTS, R.J. **Broodstock management and egg and larval quality**. Oxford: Blackwell Science. 1995.
- BROWN, C.L.; BOLIVAR, R.B.; JIMENEZ, E.T.; SZYPER, J. Timing of the onset of supplemental feeding of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in ponds. In: FIFTH INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE. Vol 1, Rio de Janeiro: 2000. **Proceedings...** Rio de Janeiro, p. 120-124. 2000.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. FUNEP/FCAVJ/UNESP ” Campus de Jaboticabal, SP. 189 pp. 1992.
- CECCARELLI, P.S.; SENHORINI, J.A.; VOLPATO, G.L. **Dicas em piscicultura; perguntas e resposta**. Botucatu: Santana Gráfica Editora, 274p. 2000.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 409p. 1994.
- CORREIA, E.S; MAIA-FILHO, M.A.; OLIVIERA, C.P.; SILVA, E.C.; CASTRO, P.F. Efeitos de diferentes regimes de alimentação no crescimento da tilápia vermelha (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) em cultivo semi-intensivo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 11., 2000, Florianópolis, SC. **Anais ...**, Florianópolis: Simbraq, 2000. não paginado, CD-ROM.
- ENGLE, C.R.; GAULE, L.P.; MARTINE, V.P. The cost of off flavor. **Journal of the World Aquaculture Society**, 23(3): 297-306. 1995.
- FITZSIMMONS, K. 2000. Tilapia: the most important aquaculture species of the 21st century. In: FIFTH INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE. Vol 1, Rio de Janeiro: 2000. **Proceedings...** Rio de Janeiro, p. 3-8. 2000.

- GERBER, N.N. Volatile substances from actinomycetes: their role in the odor pollution of water. **Critical Reviews in Microbiology**, 7:191-214. 1979.
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. London: IBP, Blackwell Sci. Pub. 213p. 1978.
- GREEM, B.W. Substitution of organic manure for pelleted feed in tilapia production. **Aquaculture**, 101: 213-222, 1992.
- GREEM, B.W.; TEICHERT-CODDINGTON, D.R.; HANSON, T.R. **Development of semi-intensive aquaculture technologies in Honduras**. International Center for Aquaculture. Auburn University. Research and Development Series nº. 39.47p. 1994.
- GUR, N. Innovation on tilapia nutrition in Israel. **Bamidgeh**, 49: 151-159. 1997.
- HANLEY, F. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of liped on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, 93:323-334. 1991.
- HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. Gerat Britain: Cambrige Univ. Press, 406p. 1988.
- JOHNSEN, P.B.; LLOYD, W.S. Influence of fat content on the uptake and depuration of the off-flavor metabolite 2-methylisoborneol by Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). **Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science**, 49: 2406-2411. 1992.
- KOROLEFF, F. Determination of nutrients. *In*: GRASSHOFFK (ed). Methods of seawater Analysis. **Verlag Chemie Weinhein**, 117-181. 1976.
- KUBTIZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí. 285p. 2000.
- LIMA , M.B.S.; PADUA, D.M.C.; SILVA, P.C.; SOUZA, V.L.; FRANÇA, A.F.S. Farelo de milheto (*Pennisetum americanum*) em substituição ao milho moído (*Zea mays*) em dietas para tilápia *Oreochromis niloticus*. *In*: FIFTH

- INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE. Vol 1, Rio de Janeiro: 2000. **Proceedings...** Rio de Janeiro, p. 120-124. 2000.
- LOVELL, T. Nutrition of aquaculture species. **Journal of Animal Science**, 69(10):4193-4200. 1991.
- MACKERETH, F.J.H., HERON, J. & TALLING, J.F. **Water Analyses**. London: Freshwater Biological Association. 120p. 1978.
- MIRES, D.; AMIT, Y. Intensive culture of tilapia in quasi-closed water-cycled flow-through ponds – The Deckel Aquaculture System. Israeli. **Bamidgeh**, 44: 82-86. 1992.
- MUDROCH, A.; MACKNIGHT, S.D. **CRC Handbooks of techniques for aquatic sediments sampling**. CRC Press Inc. 210p. 1991.
- NUSH, E.A. Comparison of different methods for Chlorophyll and phalopigments determination. **Arch. Fur. Hydrobiology**, 14:14-36. 1980.
- PLOEG, V. P. Testing flavor quality of prehavest channel catfish. **Southern Regional Aquaculture Center**, 431: 1-8. 1991.
- SCORVO-FILHO, J.D.; MARTIN, M.B.; AYROZA, L.M.S. da. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. **Informações Econômicas**, 28(3):41-60. 1998.
- SHEARER, K. D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. **Aquaculture**, 199:63-88. 1994.
- SHIAU, S.Y.;HUANG, S.L. Influence of varying energy levels with two protein concentrations in diets for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O. aureus*) reared in seawater. **Aquaculture**, 91:143-152. 1990.

- TACON, A.G.J. **Nutricion y alimentacion de peces y camarones cultivados. Manual de capacitacion.** FAO. Proyecto GCP/RLA/102/ITA, Proyecto Aquila II, Apoyo a las actividades regionales de acuicultura para America Latina y Caribe. Documento de Campo N° 4, 1989, Brasília, Brasil. 516 pp.
- VIOLA, S.; ARIELI, Y. Nutrition studies with tilapia hybrids. 2. The effects of oil supplements to practical diets for intensive aquaculture. **Bamidgeh**, 35: 44-52. 1983.
- YOSHIDA, C.E. **A dinâmica dos fatores físico-químicos em três tanques de piscicultura com renovação contínua, sem renovação da água e aeração artificial.** Jaboticabal, Centro de Aqüicultura, UNESP. 91p. 1996. (dissertação de mestrado).

Capítulo 2. Caracterização e avaliação do impacto do manejo alimentar nos efluentes de criação da tilápia do Nilo

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da utilização de diferentes manejos alimentares: alimento natural, ração peletizada, extrusada ou farelada, sobre a qualidade da água dos efluentes gerados em uma criação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). O experimento foi desenvolvido no CEPTA-IBAMA, Pirassununga, SP, durante 19 semanas em doze viveiros de 300 m², com renovação contínua de água, povoados com juvenis machos de tilápia do Nilo na densidade de 1,7 peixes/m². As rações isoproteicas (30% de proteína bruta) e isoenergéticas (3.000kcal de energia digestível) foram fornecidas duas vezes ao dia. Quanto ao tratamento, alimento natural, foi utilizado esterco de galinha poedeira. Foram aferidos semanalmente, na água de abastecimento e nos efluentes, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, alcalinidade total, condutividade elétrica, nutrientes inorgânicos, clorofila *a* e material em suspensão. Também se determinou tempo de residência da água dos viveiros. O manejo alimentar teve efeito significativo sobre as variáveis alcalinidade total, condutividade elétrica, nitrito, fósforo total, fósforo dissolvido e ortofosfato, sendo os efluentes do tratamento alimento natural responsável pelos maiores valores, com exceção no nitrito que foi maior nos efluentes do tratamento com ração extrusada. Entre as coletas, não se observou diferença nos valores de nitrogênio dissolvido para todos os tratamentos. De maneira geral, houve piora na qualidade da água dos efluentes de todos os tratamentos estudados, em comparação a água de abastecimento.

Palavras chave: piscicultura, impacto ambiental, manejo alimentar, efluente

Summary

The objective of this work was to evaluate the effect of different food management on the water quality of the effluents generated by a Nile (*Oreochromis niloticus*) tilapia culture. Food was supplied as follows: natural food and rations in pellets, extruded or minced. The experiment was conducted at CEPTA – IBAMA, Pirassununga, SP, during 19 weeks in 12 ponds of 300 m² equipped with continuous water exchange, populated with male juveniles of Nile tilapia, at 1.7 fish/m² density. The rations containing the same protein (30% crude protein) and energy levels (3,000 kcal digestible energy) were supplied twice daily. Chicken drops were supplied as natural food. Temperature, dissolved oxygen, pH, turbidity, total alkalinity, conductivity, inorganic nutrients, chlorophyll a and suspended materials were monitored weekly in the supplying water and effluents. Also, the residence time of water in the ponds was determined. Food management affected significantly total alkalinity, conductivity, nitrite, total and dissolved phosphorus, as well as orthophosphate. The effluent from the natural food presented the highest values with the exception of nitrite, which was higher for the effluents originating from extruded ration. No difference was observed for dissolved oxygen among treatments. In general, water quality of effluents deteriorated for all treatments.

Key words: fish culture, ambient impact, food management, effluent

Introdução

A qualidade da água é preocupação constante em criações de peixe. Quando esta é de baixa qualidade, podem ocorrer quedas no desempenho produtivo e mortalidade dos peixes, o que leva a menor produção e menor lucratividade. Muitas vezes, a falta de conhecimentos básicos sobre a qualidade da água, faz com que os próprios produtores contribuam para esta queda na qualidade.

É comum em criações de peixes, o uso de alimentos de má qualidade e estratégias inadequadas como volumes elevados de ração sem respeito à capacidade de suporte dos sistemas de criação. Isto leva a excessivo acúmulo de resíduos orgânicos, oriundos de sobras de ração, fezes e excrementos dos peixes, redução nos níveis de oxigênio e aumento na concentração de substâncias tóxicas (KUBITZA, 2000). Para diminuir estes impactos, os criadores devem trabalhar dentro de padrões mínimos de segurança, respeitando a capacidade de concentração de peixes em determinada área, melhorar as técnicas de manejo, minimizar o desperdício através do uso de rações de boa qualidade com alta digestibilidade (ROSENTHAL, 1994) e com menor quantidade de nitrogênio e fósforo sem reduzir sua qualidade nutritiva (BOYD, 1997).

Além dos impactos nos próprios sistemas de criação, tem-se o impacto ambiental, uma vez que estes sistemas geram efluentes e águas de má qualidade são devolvidas ao ambiente. Quando comparados com os efluentes domésticos, estes apresentam grande volume com baixas concentrações de nutrientes (FOLKE et al., 1994). Porém, o seu lançamento contínuo nos ecossistemas aquáticos pode provocar a eutrofização artificial com impactos negativos sobre a biodiversidade local (IWAMA, 1991; BEARDMORE et al., 1997). Segundo BOYD (1999), preocupações relativas aos impactos ambientais gerados pela aqüicultura, como sedimentação e destruição dos fluxos da água, hipernutrição e eutrofização, descarga de efluentes de ambientes de criação e poluição por resíduos químicos empregados nas diferentes fases de criação, podem estabelecer novos limites para esta atividade.

Portanto, a utilização de água de melhor qualidade representa um diferencial competitivo, frente a consumidores cada vez mais exigentes, em relação às criações em bacias onde não existe indicação de controle sanitário e ambiental (CARNEIRO, 1999).

A eutrofização das águas cultivadas traz problemas sócio-econômicos cada vez mais preocupantes e evidentes, sobretudo nos países em desenvolvimento, onde em geral não existe legislação específica e os próprios produtores não estão sensibilizados pelos problemas gerados nesta esfera da atividade piscícola (LIMA, 2001). Deste modo, embora seja impossível produzir sem provocar alterações ambientais, pode-se reduzir o impacto sobre o meio ambiente ao mínimo indispensável, de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento ou comprometimento negativo de qualquer recurso ambiental, nem alterações significativas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (VALENTI, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes manejos alimentares: alimento natural, ração peletizada, extrusada ou farelada, com ênfase ao impacto ambiental desta prática, e quantificar as cargas de saída de nutrientes nos efluentes gerados numa criação de tilápia do Nilo.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Centro Nacional de Pesquisas de Peixes Tropicais, CEPTA – IBAMA, localizada na cidade de Pirassununga, SP. Juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) revertidos sexualmente, com peso médio inicial de $13,35 \pm 0,59$ g foram estocados numa densidade de 1,7 peixes/m² em doze viveiros de 300 m² cada, com entrada e saída independente de água, por 19 semanas (novembro/99 a abril/00). Estes animais foram submetidos a quatro tratamentos: alimento natural (sem arraçoamento), ração peletizada, extrusada e farelada. As rações isoproteicas (30% de proteína bruta) e isocalóricas (3000kcal de energia digestível), foram fornecidas, duas vezes ao dia (10:00 e 17:00 h), na proporção de 5% do peso total do peixe ao dia, até que estes atingissem peso médio de 100g, onde passaram a receber 3% do peso total. Os viveiros do tratamento alimento natural foram fertilizados

com esterco de galinha poedeira adicionado de acordo com a produtividade do viveiro, medida através da transparência da água (disco de Secchi). Na primeira adubação foi aplicado 250g de esterco/m² em cada viveiro e nas demais, 150g de esterco/m², num intervalo de 20 dias:

Foram realizadas medidas individuais de peso (balança de prato – Filizola) em 10% dos peixes de cada viveiro, no início e a cada 28 dias do período de criação (para ajuste da taxa de alimentação). Os peixes foram capturados com uma tarrafa e anestesiados com 2-Phenox Ethanol (2ml de anestésico/10l de água).

Semanalmente, durante 19 semanas, foram coletadas amostras de água de abastecimento dos viveiros de criação e dos efluentes, às 9:00 horas. Os valores de pH, condutividade elétrica, temperatura e turbidez das amostras de água foram mensurados com multi-sensor (HORIBS U-10). A concentração de oxigênio dissolvido na água foi determinada através de um oxímetro (YSI Model 57). A alcalinidade total foi determinada por titulação potenciométrica, como recomendado por GOLTERMAN et al. (1978). As determinações de nitrogênio orgânico total, nitrogênio orgânico dissolvido, N-nitrito e N-nitrato foram realizadas segundo método descrito por MACKERETH et al. (1978) e as concentrações de N-amoniacal (N-NH₃ e N-NH₄) determinadas de acordo com o método proposto por KOROLEFF (1976). As concentrações de fósforo total, fósforo dissolvido e ortofosfato foram obtidas de acordo com os métodos descritos por GOLTERMAN et al. (1978). A determinação da clorofila *a*, foi de acordo com técnica de NUSH (1980). O material em suspensão foi determinado segundo metodologia descrita por MUDROCH e MACKNIGHT (1991).

O tempo de residência da água dos viveiros foi determinado através do registro dos valores de entrada de água, dividindo-se o volume dos viveiros pela vazão obtida. A vazão sobre o volume forneceu uma estimativa do tempo de residência da água. Foram realizadas três variações nictemerais (22/12/99, 11/02/00 e 02/03/00), onde se mediu temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e pH a cada três horas, num período de 24 h.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, num esquema de parcela subdividida no tempo ("Split Plot in Time"), onde foram testados quatro tratamentos, alimento natural, ração peletizada, extrusada e farelada, com dezenove avaliações no tempo (coletas) e três repetições cada. Os valores obtidos foram submetidos ao teste de F para análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias ao nível de 5%.

Resultados

A evolução do crescimento dos peixes está demonstrada na Figura 1, onde se verifica um crescimento similar, durante os primeiros 44 dias para todos os tratamentos. Após este período, os peixes que receberam ração peletizada e extrusada apresentaram maiores taxas de crescimento.

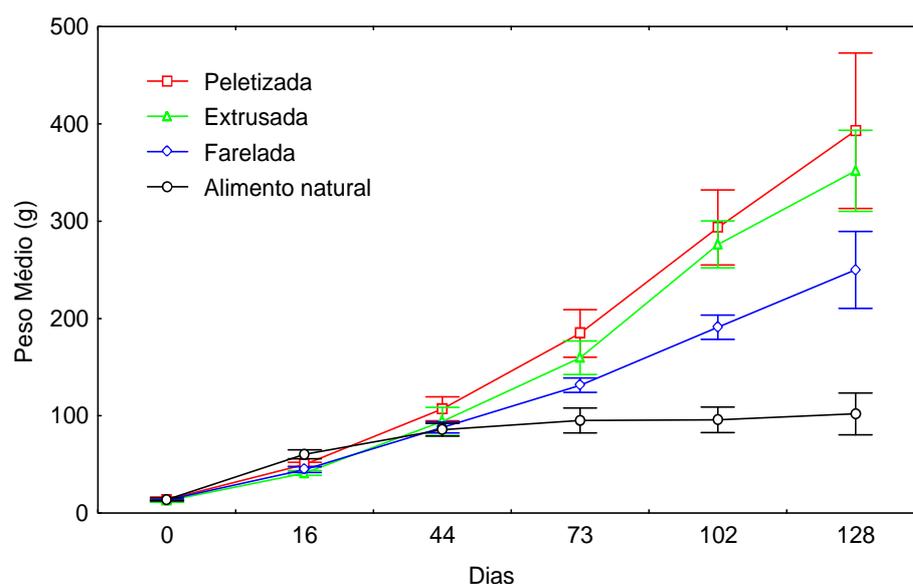


Figura 1. Evolução do crescimento em peso da tilápia do Nilo (*O. niloticus*) submetida aos diferentes manejos alimentares, ao longo do período experimental

As quantidades totais de ração e adubo orgânico em kg fornecidos aos peixes dos tratamentos experimentais são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 Quantidade total de ração e adubo orgânico (kg) consumidos em cada tratamento experimental

Tratamento	Quantidade de Ração e Adubo orgânico (kg)				
	1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	5º mês
Peletizada	16,56	77,75	109,20	195,44	280,00
Extrusada	14,95	62,85	94,64	163,24	262,50
Farelada	15,87	67,43	90,72	136,84	185,00
Alimento natural	135,00	135,00	270,00	135,00	135,00

Ao longo do período experimental pode se observar um aumento nas quantidades de rações fornecidas aos peixes, sendo que, nos tratamentos com ração peletizada e extrusada, a quantidade final foi 17 vezes maior do que a inicial e no tratamento com ração farelada, 12 vezes maior. Também se observou que, de maneira geral, os peixes do tratamento com ração peletizada receberam uma maior quantidade que os demais, durante toda o período experimental.

Os resultados da análise de variância, coeficientes de variação e médias comparadas pelo teste de Tukey das variáveis limnológicas, frente aos diferentes manejos alimentares e nas dezenove coletas são apresentados na Tabela 2.

A análise de variância demonstrou efeito significativo do manejo alimentar sobre as variáveis alcalinidade total, condutividade elétrica, fósforo total, fósforo dissolvido, ortofosfato ($P < 0,01$) e nitrito ($P < 0,05$). As variáveis analisadas apresentaram diferenças significativas entre coletas, com exceção do nitrogênio dissolvido. Verificou-se interação significativa entre tratamentos e coletas para tempo de residência, oxigênio dissolvido, alcalinidade total, condutividade elétrica, turbidez, clorofila *a*, nitrato, fósforo dissolvido, ortofosfato ($P < 0,01$) e fósforo total ($P < 0,05$).

Tabela 2. Valores de F, coeficiente de variação (CV) e médias das variáveis limnológicas da água analisadas nos efluentes de criação de tilápia do Nilo (*O. niloticus*)

Estatísticas	Variável								
	Tempo de Residência (dias)	Temperatura (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	pH	Alcalinidade (mg/L)	Condutividade (µSm/cm)	Turbidez (NTU)	Material em Suspensão (mg/L)	Clorofila a (µg/L)
Tratamentos (T)	0,52 ^{NS}	3,42 ^{NS}	0,79 ^{NS}	0,08 ^{NS}	14,26 ^{**}	8,34 ^{**}	1,17 ^{NS}	3,19 ^{NS}	0,17 ^{NS}
Coletas (C)	221,13 ^{**}	242,06 ^{**}	26,01 ^{**}	297,97 ^{**}	8,79 ^{**}	6,08 ^{**}	16,75 ^{**}	8,66 ^{**}	9,46 ^{**}
Interação T X C	1,85 ^{**}	0,88 ^{NS}	3,63 ^{**}	0,78 ^{NS}	5,60 ^{**}	10,40 ^{**}	1,75 ^{**}	1,14 ^{NS}	1,80 ^{**}
CV (tratamento)	17,67	1,91	28,87	10,57	30,79	48,45	66,46	53,55	40,59
CV (coleta)	8,55	1,09	14,74	3,13	12,33	13,48	29,26	33,51	46,31
Tratamentos	Médias								
Peletizada	3.47	27,25	3,83	6,49	7,42 ^b	11,51 ^b	26,74	11,88	9,63
Extrusada	3.60	27,20	4,04	6,48	7,45 ^b	11,23 ^b	32,41	12,88	9,38
Farelada	3.49	27,13	3,82	6,58	7,82 ^b	11,71 ^b	28,55	13,22	10,07
Alimento natural	3.50	26,94	4,11	6,51	10,05 ^a	16,16 ^a	32,25	15,86	9,91
Coletas									
1	1.96 ^e	27,94 ^c	5,30 ^a	6,74 ^d	9,58 ^a	13,42 ^{abc}	17,17 ^f	6,80 ^e	9,72 ^{bcdef}
2	2.02 ^e	26,82 ^{ef}	4,54 ^{abcde}	6,76 ^d	9,50 ^{ab}	11,17 ^{cd}	17,33 ^f	6,60 ^e	4,18 ^f
3	2.20 ^e	24,77 ⁱ	4,80 ^{abcd}	5,75 ^e	7,64 ^{cde}	13,42 ^{abc}	18,42 ^{ef}	8,92 ^{de}	4,44 ^{ef}
4	2.42 ^e	28,54 ^{ab}	4,92 ^{abc}	5,60 ^{ef}	6,79 ^e	11,17 ^{cd}	18,83 ^{ef}	10,62 ^{cde}	4,72 ^{ef}
5	6.64 ^a	28,18 ^{bc}	4,96 ^{abc}	5,55 ^{ef}	8,66 ^{abc}	12,25 ^{bcd}	19,42 ^{ef}	8,81 ^{de}	6,95 ^{cdef}
6	6.75 ^a	27,77 ⁱ	5,12 ^{ab}	5,65 ^{ef}	7,53 ^{cde}	12,25 ^{bcd}	18,42 ^{ef}	18,23 ^{ab}	8,02 ^{cdef}
7	2.96 ^d	28,62 ^{ab}	3,95 ^{defg}	5,69 ^e	8,05 ^{bcde}	12,17 ^{bcd}	18,42 ^{ef}	12,06 ^{bcde}	6,31 ^{cdef}
8	2.87 ^d	28,57 ^{ab}	4,42 ^{bcdef}	5,36 ^f	7,08 ^{de}	12,67 ^{abcd}	25,41 ^{def}	12,85 ^{bcde}	5,42 ^{def}
9	3.06 ^{cd}	28,46 ^{ab}	3,68 ^{ghij}	5,79 ^e	9,00 ^{abc}	13,25 ^{abc}	30,92 ^{cde}	15,01 ^{abcd}	7,22 ^{cdef}
10	3.49 ^{bc}	26,85 ^{ef}	3,71 ^{efghij}	5,69 ^e	8,50 ^{abcd}	10,58 ^d	34,08 ^{bcd}	16,45 ^{abc}	11,45 ^{bcd}
11	3.49 ^{bc}	27,08 ^{de}	3,88 ^{efgh}	5,63 ^{ef}	8,00 ^{cde}	12,67 ^{bcd}	34,33 ^{bcd}	16,21 ^{abc}	10,26 ^{bcdef}
12	3.79 ^{bc}	26,91 ^{ef}	3,77 ^{efghi}	5,54 ^{ef}	7,75 ^{cde}	14,00 ^{ab}	32,83 ^{bcd}	13,67 ^{bcd}	12,78 ^{abc}
13	3.49 ^{bc}	28,32 ^{abc}	2,94 ^{ijk}	7,59 ^{bc}	7,72 ^{cde}	10,67 ^d	32,75 ^{bcd}	13,78 ^{abcd}	10,51 ^{bcdef}
14	3.81 ^b	28,63 ^a	3,33 ^{ghij}	8,06 ^a	8,92 ^{abc}	14,42 ^{ab}	41,58 ^{abc}	18,35 ^{ab}	12,81 ^{abc}
15	4.01 ^b	25,83 ^g	4,26 ^{cdef}	7,52 ^c	7,75 ^{cde}	13,17 ^{abc}	48,08 ^a	20,28 ^a	19,07 ^a
16	3.96 ^b	26,57 ^f	3,07 ^{hijk}	7,68 ^{bc}	8,67 ^{abc}	13,00 ^{abcd}	37,00 ^{abcd}	15,38 ^{abcd}	12,32 ^{bc}
17	3.73 ^b	27,49 ^d	2,31 ^k	7,77 ^{abcd}	9,58 ^a	14,75 ^a	39,33 ^{abc}	14,45 ^{abcd}	10,91 ^{bcde}
18	3.81 ^b	25,67 ^g	3,23 ^{ghij}	7,73 ^{bc}	7,75 ^{cde}	13,83 ^{ab}	43,83 ^{ab}	14,69 ^{abcd}	12,00 ^{bcd}
19	3.69 ^b	25,22 ^h	2,88 ^{jk}	8,06 ^{ab}	7,08 ^{de}	12,08 ^{bcd}	41,25 ^{abc}	12,46 ^{bcde}	16,20 ^{ab}

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

Continuação Tabela 2

Estatísticas	Amônia (µg/L)	Nitrato (µg/L)	Nitrito (µg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Nitrogênio Dissolvido (mg/L)	Fósforo Total (µg/L)	Fósforo Dissolvido (µg/L)	Ortofosfato (µg/L)
Tratamentos (T)	0,27 ^{NS}	1,80 ^{NS}	7,05*	1,01 ^{NS}	2,92 ^{NS}	51,57**	10,44**	68,28**
Coletas (C)	2,58**	3,90**	4,71**	2,00*	1,90 ^{NS}	3,19**	4,23**	5,38**
Interação T X C	1,15 ^{NS}	1,45 ^{NS}	1,41 ^{NS}	1,41 ^{NS}	1,38 ^{NS}	3,38**	1,54*	2,67**
CV (tratamento)	87,09	59,44	31,04	40,66	33,83	38,93	57,91	55,79
CV (coleta)	93,06	63,57	23,74	32,98	40,05	42,89	56,99	78,21
Tratamentos	Médias							
Peletizada	6,55	44,75	6,23 ^b	0,35	0,22	56,22 ^b	23,95 ^b	7,42 ^a
Extrusada	6,41	45,35	7,52 ^a	0,35	0,22	48,22 ^b	22,21 ^b	5,97 ^a
Farelada	5,79	55,56	6,02 ^b	0,33	0,20	50,30 ^b	23,14 ^b	7,69 ^a
Alimento natural	6,18	46,65	6,24 ^b	0,31	0,20	96,65 ^a	36,24 ^a	15,62 ^b
Coletas								
1	9,10 ^{ab}	36,27 ^{bc}	6,37 ^{abcde}	0,31 ^{ab}	0,22	57,40 ^{abc}	22,19 ^{bcd}	9,72 ^{bc}
2	4,86 ^b	36,96 ^{bc}	6,92 ^{abcd}	0,32 ^{ab}	0,20	50,62 ^{bc}	18,92 ^{cd}	5,41 ^c
3	7,94 ^{ab}	54,48 ^{abc}	6,85 ^{abcd}	0,31 ^{ab}	0,22	72,82 ^{abc}	20,44 ^{bcd}	10,63 ^{bc}
4	5,88 ^{ab}	40,74 ^{bc}	7,43 ^{abc}	0,42 ^a	0,28	91,33 ^a	19,40 ^{bcd}	6,99 ^{bc}
5	5,68 ^{ab}	45,32 ^{abc}	7,40 ^{abc}	0,34 ^{ab}	0,22	57,10 ^{abc}	20,54 ^{bcd}	8,09 ^{bc}
6	11,16 ^{ab}	78,83 ^{ab}	8,03 ^a	0,38 ^{ab}	0,20	72,03 ^{abc}	16,75 ^d	10,69 ^{bc}
7	5,58 ^{ab}	46,01 ^{abc}	7,25 ^{abc}	0,33 ^{ab}	0,20	88,93 ^{ab}	20,84 ^{bcd}	8,82 ^{bc}
8	4,73 ^b	52,04 ^{abc}	7,61 ^{ab}	0,33 ^{ab}	0,24	43,34 ^c	18,13 ^d	6,54 ^{bc}
9	3,75 ^b	61,79 ^{abc}	6,64 ^{abcde}	0,32 ^{ab}	0,16	59,96 ^{abc}	24,66 ^{abcd}	8,78 ^{bc}
10	4,56 ^b	89,83 ^a	6,84 ^{abcd}	0,29 ^{ab}	0,20	38,28 ^c	21,80 ^{bcd}	7,81 ^{bc}
11	4,19 ^b	31,87 ^c	6,61 ^{abcde}	0,30 ^{ab}	0,20	68,28 ^{abc}	31,44 ^{abcd}	13,64 ^{abc}
12	3,56 ^b	62,27 ^{abc}	6,29 ^{abcde}	0,27 ^{ab}	0,18	51,03 ^{bc}	29,11 ^{abcd}	4,73 ^c
13	3,53 ^b	32,74 ^c	6,71 ^{abcde}	0,39 ^{ab}	0,17	56,83 ^{abc}	22,44 ^{bcd}	4,58 ^c
14	6,03 ^{ab}	48,92 ^{abc}	5,69 ^{bcde}	0,32 ^{ab}	0,17	65,39 ^{abc}	29,89 ^{abcd}	10,96 ^{bc}
15	3,63 ^b	32,31 ^c	4,73 ^{de}	0,32 ^{ab}	0,24	63,41 ^{abc}	35,13 ^{abcd}	9,06 ^{bc}
16	5,99 ^{ab}	33,42 ^c	5,23 ^{cde}	0,26 ^b	0,16	69,15 ^{abc}	40,47 ^{abc}	10,03 ^{bc}
17	7,35 ^{ab}	19,85 ^c	5,67 ^{bcde}	0,41 ^{ab}	0,23	71,21 ^{abc}	45,83 ^a	17,07 ^a
18	13,40 ^a	63,76 ^{abc}	4,50 ^e	0,36 ^{ab}	0,25	47,39 ^c	21,55 ^{bcd}	6,60 ^{bc}
19	7,48 ^{ab}	46,93 ^{abc}	6,66 ^{abcde}	0,37 ^{ab}	0,24	66,53 ^{abc}	41,34 ^{ab}	14,26 ^{abc}

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

Quanto ao tempo de residência não se observaram diferenças entre os tratamentos ($P < 0,01$), condição necessária para que este parâmetro não interferisse no estudo realizado. O tempo médio de residência da água nos viveiros variou de 1,96 a 4,01 dias, com exceção nas coletas 5 e 6, onde foram de 6,64 e 6,75 dias. Neste período ocorreu um problema na represa de abastecimento e a vazão da canaleta (0,46 L/s) ficou abaixo da média registrada nas demais coletas (1,14 L/s).

Os valores de temperatura da água dos efluentes (Tabela 2) apresentaram diferenças entre as coletas ($P < 0,01$), sendo os menores valores médios registrados na terceira (24,77°C) e os maiores na décima quarta coleta (28,63°C). Durante todo o período experimental pode-se observar que a temperatura da água dos efluentes foi superior à água de abastecimento (Figura 2A).

As concentrações de oxigênio dissolvido (Tabela 2), durante o período de criação, variaram entre as coletas ($P < 0,01$). No tratamento com ração peletizada esta variação foi de 2,00 a 5,50 mg/L, no tratamento com ração extrusada foi de 1,33 a 5,93 mg/L, no tratamento com ração farelada foi de 2,30 a 5,23 mg/L e no tratamento alimento natural foi de 3,00 a 5,10 mg/L. Apesar das diferenças ocorridas entre as coletas, o tratamento alimento natural foi o que apresentou menor variação ao longo da criação e nas últimas quatro coletas foi significativamente superior ($P < 0,01$) aos demais tratamentos (Figura 2B). Durante todo o estudo a concentração de oxigênio dissolvido foi superior na água de abastecimento (6,00 a 7,6 mg/L).

Os valores médios de pH dos tratamentos mantiveram-se entre 5,36 a 8,06 durante o período de criação (Tabela 2). Embora sem variação entre tratamentos, pode se observar um aumento do pH a partir da décima segunda semana (Figura 2C). O mesmo foi observado na água de abastecimento, onde se registrou valor de 6,78 na primeira e 7,86 na última coleta.

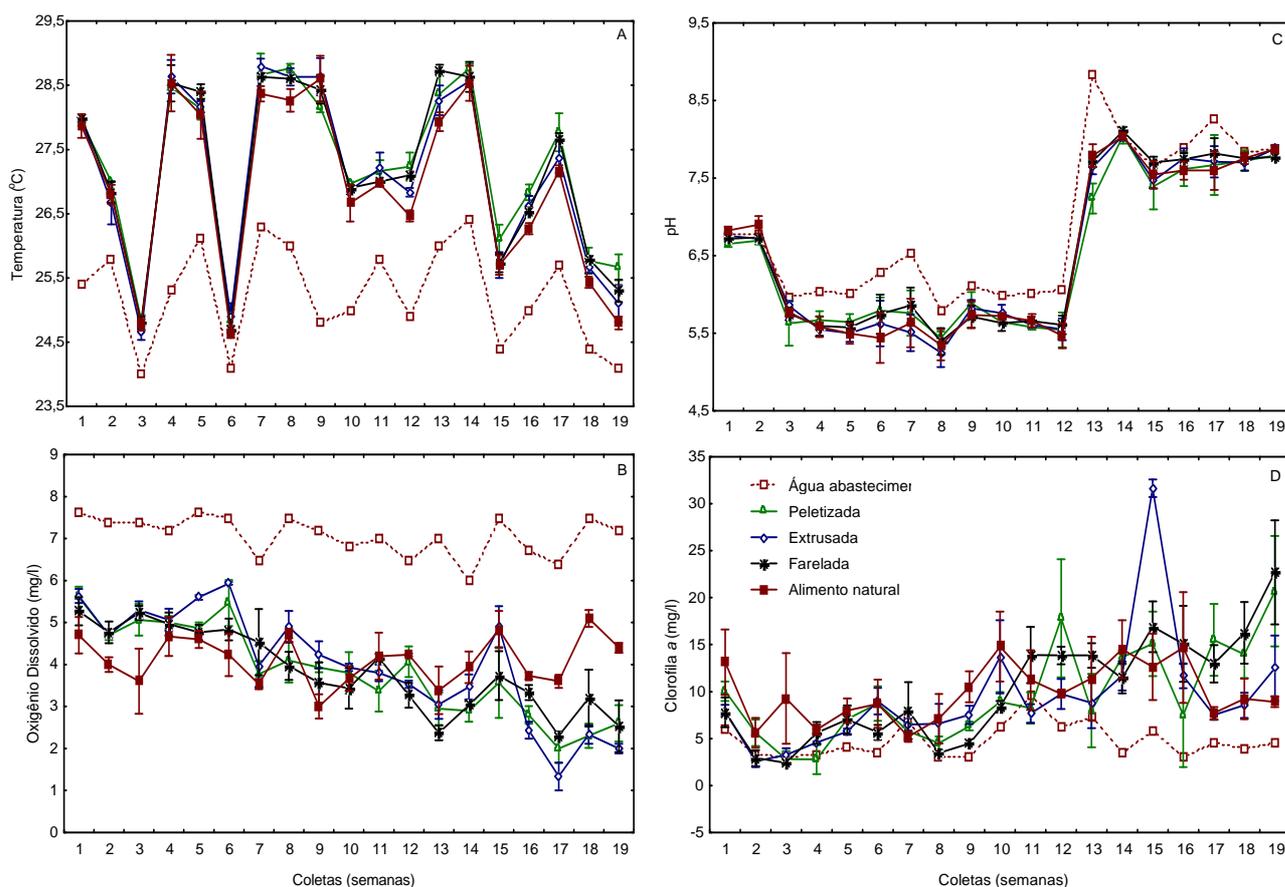


Figura 2. Médias e desvios padrão de temperatura (A), oxigênio dissolvido (B), pH (C) e clorofila a (D) dos efluentes dos viveiros de criação de tilápia do Nilo (*O. niloticus*)

As concentrações de clorofila a foram diferentes ($P < 0,01$) ao longo do período de criação para os tratamentos com ração peletizada, extrusada e farelada (Tabela 2). Pode se observar, por meio da Figura 2D, aumento de 10,04 a 20,69 $\mu\text{g/L}$, de 7,94 a 15,64 $\mu\text{g/L}$ e de 7,79 a 18,58 $\mu\text{g/L}$,

respectivamente. Nos efluentes do tratamento alimento natural, esta tendência não foi observada.

Maiores valores médios de alcalinidade total (10,05 mg/L) e condutividade elétrica (16,16 $\mu\text{S}/\text{cm}$) foram observados na água dos efluentes dos viveiros adubados ($P < 0,01$). Embora tenha havido diferenças entre coletas para todos os tratamentos (Tabela 2), somente o alimento natural apresentou queda de 15,33 para 6,33 mg/L e de 25,67 a 10,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos valores de alcalinidade total e condutividade elétrica, respectivamente, ao final do período experimental (Figura 3A e 3B).

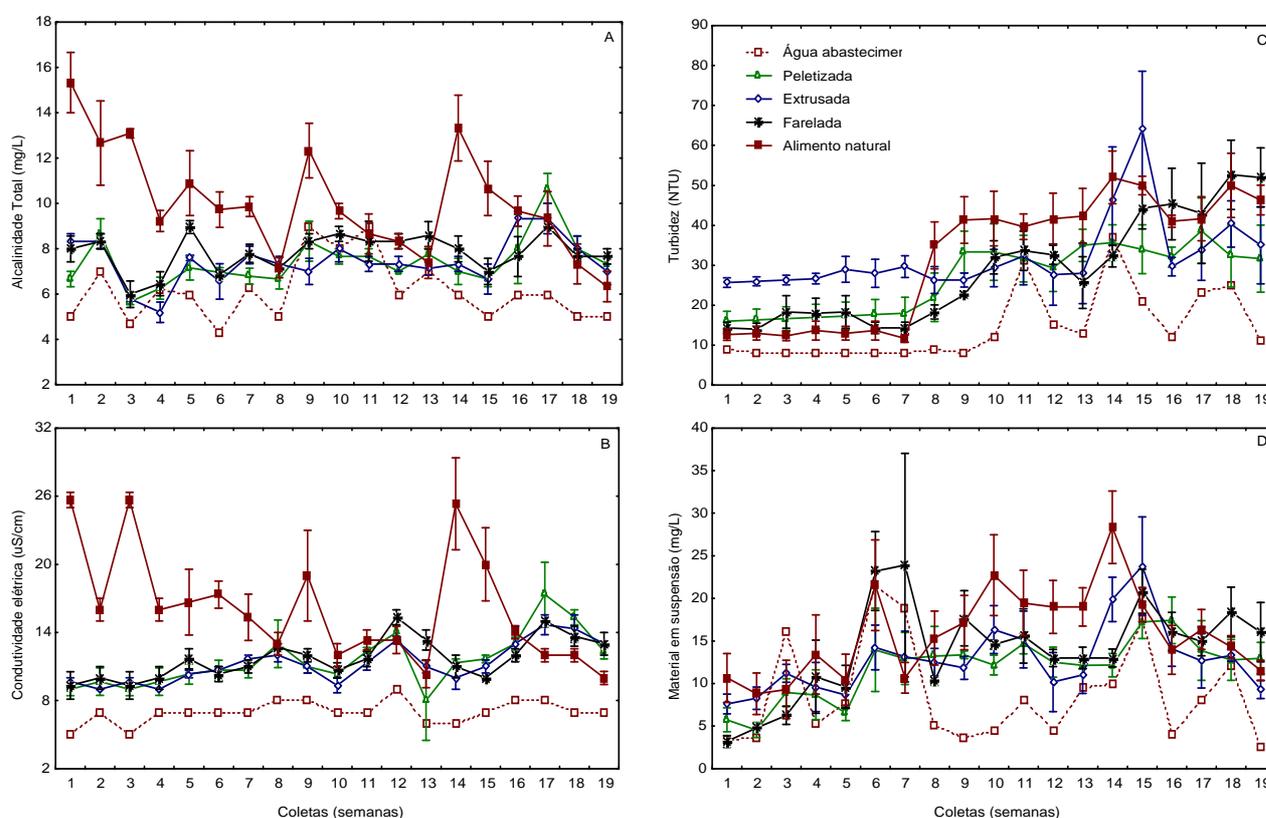


Figura 3. Médias e desvios padrão de alcalinidade total (A), condutividade elétrica (B), turbidez (C) e material em suspensão (D) dos efluentes dos viveiros de criação de tilápia do Nilo (*O. niloticus*)

No decorrer do experimento, os valores médios de turbidez aumentaram de 17,17 (coleta 1) para 41,25 NTU (coleta 19) em todos os tratamentos

(Tabela 2). Entretanto, maiores valores médios de turbidez (27,33 NTU) foram registrados no tratamento com ração extrusada até a sétima coleta (Figura 3C), enquanto nos demais tratamentos, a média observada foi de 15,41 NTU.

Os valores de material em suspensão não apresentaram diferenças entre os tratamentos ao longo do período experimental (Tabela 2). Entre as coletas pode se observar, de maneira geral, aumento médio de 6,80 para 12,46mg/L de material em suspensão, correspondendo ao acréscimo médio de 83,24% em todos os tratamentos ($P < 0,01$). Da décima até a décima quarta semana (Figura 3D), os valores de material em suspensão nos efluentes dos viveiros adubados foram significativamente maiores, com pico de 28,35 mg/L.

Os níveis dos compostos nitrogenados não apresentaram diferenças significativas em função do manejo alimentar (Tabela 2), com exceção do nitrito que foi superior na água dos efluentes do tratamento com ração extrusada (11,12 $\mu\text{g/L}$) ao final do período de criação ($P < 0,05$). Embora, diferenças significativas tenham sido detectadas entre as coletas nos demais tratamentos, não se observou uma clara tendência de aumento ou diminuição nas concentrações finais destes compostos em relação à concentração inicial (Figura 4).

De maneira geral os valores das diferentes formas de fósforo na água dos efluentes gerados dos viveiros adubados foram superiores aos demais tratamentos até a décima coleta (Figura 5). Entretanto, observaram-se quedas significativas ($P < 0,01$) nos níveis de destes compostos ao longo do período experimental. Comportamento inverso foi evidenciado nos tratamentos com ração peletizada, extrusada e farelada, os quais apresentaram, em média, aumento de 39,06 $\mu\text{g/L}$ de fósforo total, 36,53 $\mu\text{g/L}$ de fósforo dissolvido e 9,01 $\mu\text{g/L}$ de ortofosfato, respectivamente, ao final do criação de tilápia do Nilo.

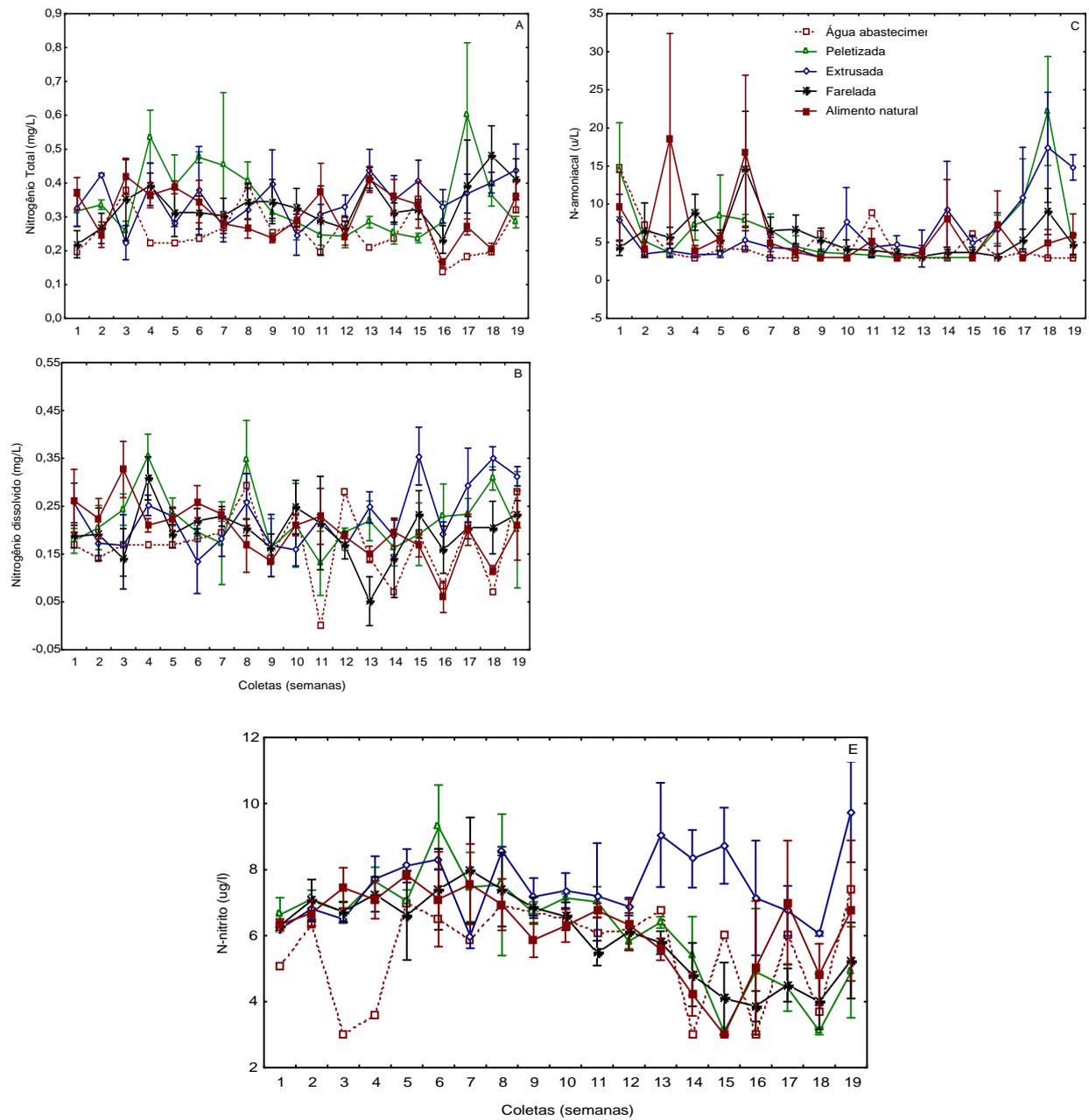


Figura 4. Médias e desvios padrão de nitrogênio total (A), nitrogênio dissolvido (B), N-amoniacoal (C), N-nitrato (D) e N-nitrito (E) dos efluentes dos viveiros de criação de tilápia do Nilo (*O. niloticus*)

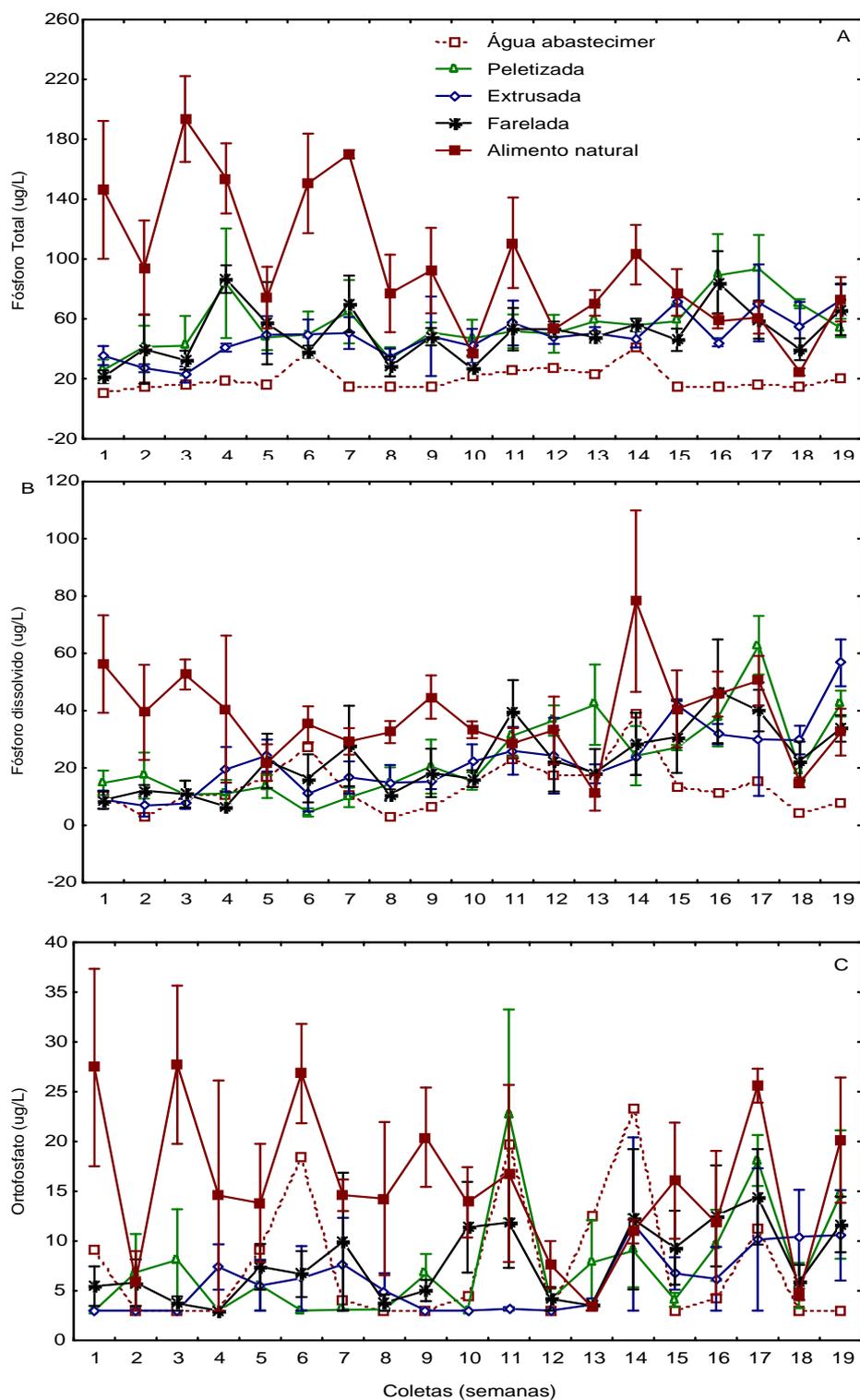


Figura 5. Médias e desvios padrão de fósforo total (A), fósforo dissolvido (B) e ortofósforo (C) dos efluentes dos viveiros de criação de tilápia do Nilo (*O. niloticus*)

Os resultados das variações nictemerais da temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica da água dos efluentes da criação da tilápia do Nilo (*O. niloticus*) são apresentados na Figura 6.

Nas três avaliações realizadas, os valores médios de temperatura da água dos efluentes foram superiores aos da água de abastecimento. Embora, a temperatura média da água dos efluentes, na primeira e terceira avaliação, tenha sido semelhante, 29,40 e 29,65°C, respectivamente, as diferenças observadas com relação a água de abastecimento, foram maiores na primeira (3,69°C) do que na terceira avaliação (2,47°C). Na segunda avaliação foi observada a menor diferença, 0,91°C e, também, as menores temperaturas, provavelmente devido ao tempo nublado e chuvoso, com pouca radiação solar, onde a média registrada para água dos efluentes foi de 25,80°C.

As variações nictemerais do oxigênio dissolvido não apresentaram grandes diferenças entre os tratamentos, com picos às 15:00 e 18:00 horas. Durante as avaliações realizadas, não foram observadas anoxias nos efluentes, porém as menores concentrações ocorreram às 6:00 horas, na terceira avaliação onde se registrou níveis de 1,80 mg/L no tratamento com ração peletizada, 2,80 mg/L no tratamento com ração extrusada, 2,43 mg/L no tratamento com ração farelada e 2,37 mg/L no tratamento alimento natural. Na terceira avaliação, durante todo o período de 24 horas, os valores de oxigênio dissolvido da água de abastecimento foram superiores a dos efluentes.

Com relação ao pH, durante a primeira, segunda e terceira avaliação, pode se observar variação de 5,55 para 7,09, de 5,54 para 6,72 e de 7,51 a 8,69, respectivamente, na água dos efluentes.

Nos efluentes dos viveiros arraçoados, os valores de condutibilidade elétrica não apresentaram grandes variações entre os tratamentos e entre as avaliações realizadas. O tratamento alimento natural apresentou os maiores valores médios, principalmente na terceira coleta (25,19 μ S/cm). A adição de adubo provavelmente foi responsável por este aumento, uma vez que, realizou-se esta prática, quinze dias antes da primeira e uma semana antes da terceira coleta. Os valores da água de abastecimento foram menores em todas coletas.

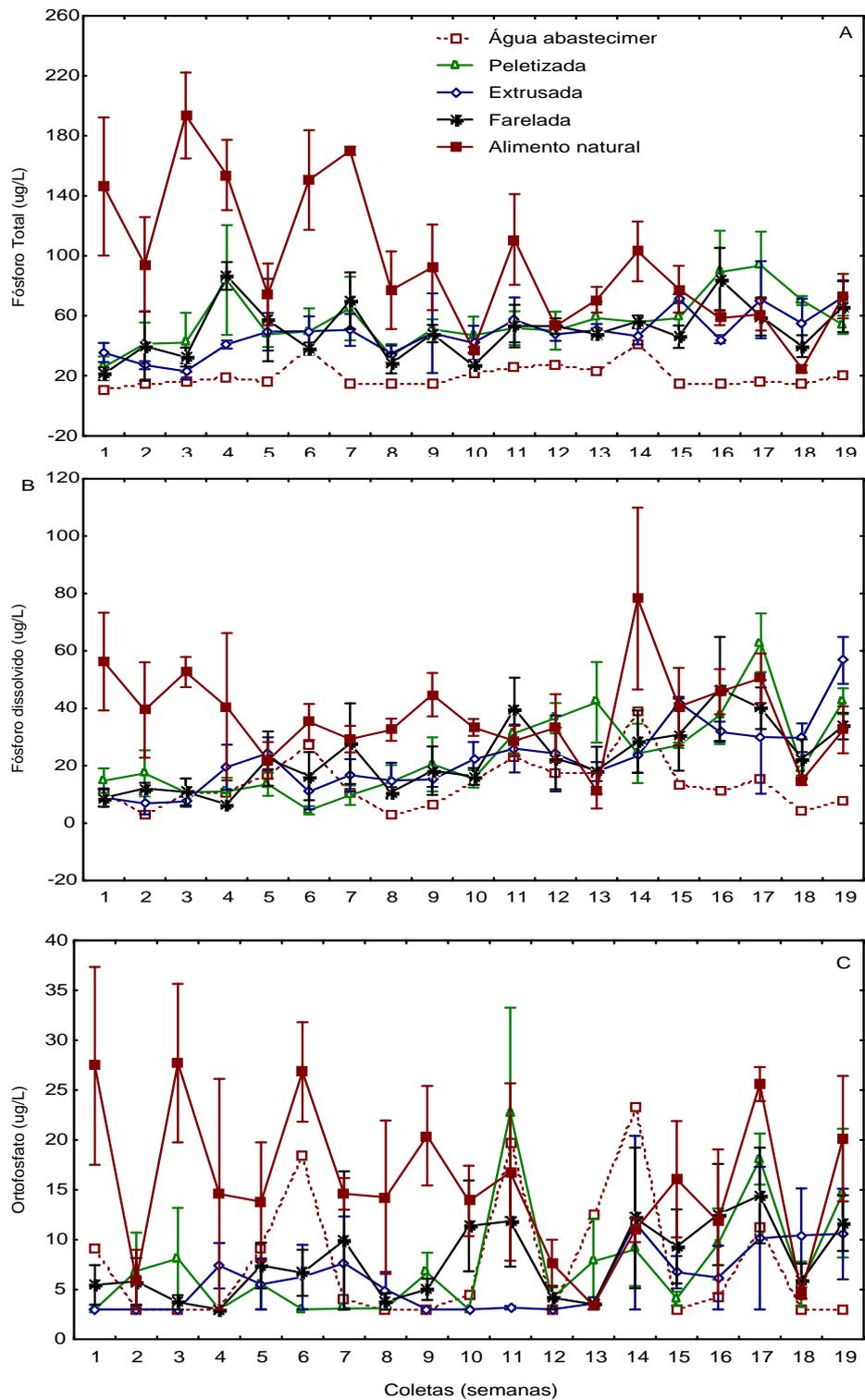


Figura 6. Variação nictemeral da temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica da água dos efluentes de criação de tilápia do Nilo (*O. niloticus*)

Discussão

A qualidade do efluente depende da qualidade inicial da água, da quantidade e qualidade das rações fornecidas aos peixes, da estratégia de emissão de efluentes e do tempo de residência da água nos viveiros de criação (MIREs, 1995).

A água de abastecimento apresentou, neste estudo, características diferentes daquelas dos efluentes, evidenciando o impacto ambiental do manejo empregado o que poderia causar a eutrofização dos corpos d'água receptores.

Maiores valores de temperatura foram registradas na água dos efluentes quando comparados a água de abastecimento durante o período de criação e nas três avaliações nictemerais. Isto provavelmente seja devido à incidência dos raios solares que aqueceram a água dos viveiros de criação e conseqüentemente dos efluentes. A diferença de temperatura é muitas vezes um fator poluente muito importante. Como é sabido, a solubilidade dos gases diminui com o seu aumento e, a atividade bioquímica dobra a cada 10°C de incremento de temperatura (ARANA, 1997). Este tipo de aquecimento pode causar um impacto térmico nos corpos d'água receptores e influenciar toda a comunidade nativa.

A concentração de oxigênio dissolvido nos efluentes dos viveiros de criação, em todo o período experimental, foi inferior ao registrado na água de abastecimento. O mesmo foi descrito por BOAVENTURA et al. (1997) em criações de truta arco-íris. A água que entra em um sistema tem características próprias que podem ser alteradas a partir dos processos que normalmente ocorrem nos sistemas de criação, como por exemplo, redução nos níveis de oxigênio dissolvido devido à ação de bactérias sobre a matéria orgânica presentes no meio aquático.

Com o incremento da biomassa (Figura 1), pode ser observado redução gradativa das concentrações de oxigênio dissolvido (Figura 2B), de 5,5 a 2,53mg/L, e aumento nos valores de turbidez, de 18,67 a 39,64 NTU, e material em suspensão, de 5,51 a 12,38mg/L nos efluentes dos viveiros arraçoados, provavelmente devido ao aumento da quantidade de ração fornecida aos

peixes, ao aumento de produção de dejetos e à decomposição de matéria orgânica. De fato, no presente estudo a quantidade final de ração, em média, foi 15 vezes maior que a inicial, e a biomassa de peixes aumentou de 7,03 para 179,66kg no tratamento com ração peletizada, de 6,40 para 162,87kg no tratamento com ração extrusada e de 6,78 para 110,75kg no tratamento com ração farelada. YOSHIDA (1996), em criações de tilápia do Nilo em tanques com renovação contínua de água, também obteve aumento nos valores de material em suspensão de 1,28 a 105,52 mg/L e redução nos valores de oxigênio dissolvido, de 3,75 a 1,19 mg/L, ao final do período. De acordo com o mesmo autor, o contínuo aporte de matéria orgânica, sob a forma de ração, se não for controlado, pode levar a índices inadequados de qualidade da água.

Durante o experimento a alcalinidade total e a condutividade elétrica aumentaram nos tratamentos arraçoados. Isto pode ser devido ao acúmulo de íons oriundos da mineralização dos restos de ração e das excretas dos peixes, como foi observado por VERANI (1987) e FROSSARD (1993). Já os maiores valores observados nos efluentes dos viveiros adubados, no início do período experimental, provavelmente estejam relacionados com a quantidade de matéria orgânica adicionada de uma só vez durante as adubações, uma vez que estes foram detectados nas semanas subseqüentes a esta prática. Sabe-se que na decomposição da matéria orgânica, ocorre aumento na concentração de íons e liberação de dióxido de carbono, responsáveis pelo aumento da condutividade elétrica e alcalinidade total da água, respectivamente (BOYD, 1990).

Mesmo com os picos nos valores de alcalinidade total, estes ficaram abaixo de 30 mg/L. Águas com alcalinidade abaixo deste valor, permitem variação diária do pH (BOYD, 1997) e mesmo que o valor absoluto esteja dentro da faixa de tolerância, 5,0 a 9,5, a maioria das espécies de peixes não sobrevive a grandes variações, mesmo que o valor absoluto esteja dentro da faixa de tolerância (CECCARELLI et al., 2000). No presente estudo não foram observadas grandes variações nos valores desta variável no período de 24 horas, nas três avaliações nictemerais. Entretanto, com o decorrer do período experimental houve um incremento nos valores de pH na água de

abastecimento que conseqüentemente influenciou os valores na água dos efluentes gerados de todos tratamentos. Segundo ESTEVES (1998) as comunidades aquáticas podem elevar os valores de pH do meio através da assimilação do CO₂, durante o processo fotossintético, fato especialmente freqüente em água com baixa alcalinidade.

Com a aplicação de adubos orgânicos nos viveiros para a produção de alimento natural, era de se esperar que em seus efluentes a concentração de clorofila *a* fosse maior. A tilápia nilótica é um peixe onívoro que apresenta grande habilidade em filtrar partículas do plâncton (HASSAN et al, 1997). Segundo PERSCHBACHER e LORIO (1993), tilápias estocadas em densidades superiores a 5.000 peixes/ha promoveram controle biológico efetivo sobre o fitoplâncton. Portanto, provavelmente o consumo de fitoplâncton pelos peixes, no presente estudo, não permitiu um maior crescimento desta comunidade.

Durante o período de criação, pode se observar diferenças no tempo de residência da água dos viveiros de criação. Corpos d'água com tempo de residência relativamente curto, não permitem a transformação de nitrogênio pelas bactérias ou assimilação pelas algas nos sistemas de criação e todos os nutrientes são eliminados nos efluentes (MIREN, 1995) e os altos fluxos podem carrear as bactérias nitrificadoras (HARGREAVES, 1998). Talvez as diferenças observadas nos tempos de residência da água dos viveiros sejam responsáveis pela grande flutuação observada nos compostos nitrogenados, durante o período experimental.

Quanto aos teores de nitrito, estes podem ser altos quando há poluição orgânica ou quando o teor de oxigênio dissolvido é baixo (HARGREAVES, 1998). O tratamento com ração extrusada obteve valores de nitrito, ao final do período experimental, significativamente superior aos demais tratamentos e paralelamente os menores de oxigênio dissolvido o que pode ter proporcionado o acúmulo deste elemento nos viveiros e conseqüentemente nos efluentes.

As concentrações analisadas dos compostos fosfatados apresentaram perfil de comportamento semelhante entre os tratamentos arraçoados, sendo que os valores destes na décima nona semana, foram significativamente superiores aos valores obtidos na primeira semana. Esse

aumento também foi observado por HENRY-SILVA (2001) em criação de tilápia do Nilo.

Maiores valores de fósforo foram observados nos efluentes dos viveiros adubados no início da criação. Provavelmente, isto seja devido a liberação destes compostos pela decomposição da matéria orgânica, acumulada nos viveiros, oriunda das adubações. A matéria orgânica é facilmente degradada no sedimento na presença de oxigênio. Essa oxidação além de causar déficit na concentração de oxigênio dissolvido no sedimento, provoca modificações nas condições químicas para a coluna d'água, acelerando o processo de eutrofização (MIREs, 1995). Os picos observados, mais uma vez evidenciam a influência da água de abastecimento.

Embora, a quantidade adicionada de adubo orgânico não tenha variado ao longo do período experimental, foram registradas quedas nos valores de fósforo, condutividade elétrica e alcalinidade totais. Isto provavelmente ocorreu devido ao aumento da capacidade de assimilação e reciclagem da matéria orgânica, nestes sistemas, a partir da estabilização das comunidades bacteriana e fitoplanctônica.

O aumento da produtividade das criações de peixes depende basicamente do suplemento alimentar, seja na forma de ração, ou de alimentação natural. Entretanto, essa introdução de alimentos nos viveiros de criação afeta a qualidade da água. Tais condições diminuem o desempenho produtivo dos peixes o que resulta em sérios prejuízos econômicos aos criadores e ecológicos, uma vez que geram efluentes e águas de má qualidade são devolvidas ao ambiente natural (KUBITZA, 2000).

Quedas na qualidade da água foram mais evidentes ao final do período de criação nos efluentes dos viveiros arraçoados, enquanto que nos efluentes dos viveiros adubados, isto ocorreu um maior proporção no início da criação. Essas diferenças de qualidade dos efluentes ao longo da criação podem dificultar o tratamento dos mesmos, uma vez que as quantidades de resíduos lançados não são constantes, o que poderia acarretar ociosidade do sistema de tratamento.

Portanto, os manejos alimentares utilizados neste estudo influenciaram a qualidade da água dos efluentes gerados, uma vez que a qualidade da água de abastecimento foi superior, evidenciando o impacto ambiental causado por esta prática.

Agradecimentos

Somos gratos a FAPESP pelo suporte financeiro (Processo: 98/16458-4), ao Dr. Osmar Ângelo Cantelmo, pesquisador do CEPTA/IBAMA, pelo apoio logístico para o desenvolvimento do experimento, ao Prof. Dr. Euclides Braga Malheiro pelo apoio nas análises estatísticas e ao técnico Carlos Fernando Sanches pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Referências Bibliográficas

- ARANA, L.V. **Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura**. Ed. da UFSC, Florianópolis, SC, 166 p. 1997.
- BEARDMORE, J.J.; MAIR, G.C.; LEWIS, R.I. Biodiversity in aquatic systems in relation to aquaculture. **Aquaculture Research**, 28:829-839. 1997.
- BOAVENTURA, R.; PEDRO, A.M.; COIMBRA, J.; LENCASTRE, E. Trout farm effluents: characterization and impact on the receiving streams. **Environmental Pollution**, 95(3): 379-387. 1997.
- BOYD, C.E. Water Quality in Ponds for Aquaculture. International Center for Aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, AL, USA. 482p. 1990.
- BOYD, C.E. **Manejo do solo e da qualidade da água em viveiro para aqüicultura**. Auburn University, Alabama, 55p. 1997.
- BOYD, C.E. Aquaculture sustainability and environmental issues. **World Aquaculture**, 30:10-13, 71-72. 1999.
- CARNEIRO, P.R.F. A cobrança pelo uso das águas e a aqüicultura. **Panorama da Aqüicultura**, 9(56):19-22.1999.

- CECCARELLI, P.S.; SENHORINI, J.A.; VOLPATO, G.L. **Dicas em piscicultura; perguntas e resposta**. Botucatu: Santana Gráfica Editora, 274p. 2000.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 602p. 1998.
- FOLKE, C.; KAUTSKY, N.; TROELL, M. The costs of eutrophication from salmomon farming: implications for policy. **Journal of Environmental Management**, 40:173-182. 1994.
- FROSSARD, H. **Fatores limnológicos limitantes ao desenvolvimento do pacu, *Piaractus mesopotamicus*, em experimentos de cultivo semi-intensivo**. São Carlos: UFSCar, 59p. 1993 (dissertação de mestrado).
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. London: IBP, Blackwell Sci. Pub. 213p. 1978.
- HARGREAVES, J.A. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. **Aquaculture**, 166:181-212. 1998.
- HASSAN, S.; EDWARDS, P.; LITTLE, D.C. Comparison of tilapia monoculture and carp polyculture in fertilised earthen ponds. **Journal of the World Aquaculture Society**, 28(3): 268-274. 1997.
- HENRY-SILVA., G.G. **Utilização de macrófitas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidade de aproveitamento da biomassa vegetal**. Jaboticabal, CAUNESP - UNESP, 79 p. 2001. (dissertação de mestrado).
- IWAMA, K.G. Interactions between aquaculture and the environment. **Critical Reviews in Environmental Control**, 21(2)>177-216. 1991.
- KOROLEFF, F. Determination of nutrients. *In*: GRASSHOFFK (ed). **Methods of seawater Analysis**. Verlag Chemie Weinheim, 117-181. 1976.

- KUBTIZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial.** Jundiaí. 285p. 2000.
- LIMA, J.S.G. **Ocorrência de “off flavor” e processo de depuração em peixes de água doce cultivados.** Jaboticabal, CAUNESP – UNESP, 54p. 2001. (dissertação de mestrado).
- MACKERETH, F.J.H., HERON, J. & TALLING, J.F. **Water Analyses.** London: Freshwater Biological Association. 120p. 1978.
- MIRES, D. Aquaculture and the aquatic environment: mutual impact and preventive management. **The Israeli of Aquaculture – Bamidgeh**, 47(3-4): 163-172. 1995.
- MUDROCH, A.; MACKNIGHT, S.D. **CRC Handbooks of techniques for aquatic sediments sampling.** CRC Press Inc. 210p. 1991.
- NUSH, E.A. Comparison of different methods for Chlorophyll and phalopigments determination. **Arch. Fur. Hydrobiology**, 14:14-36. 1980.
- PERSCHBACHER, P.W.; LORIO, W.W. Filtration rates of catfish pond phytoplankton by Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, 24(3): 434-437. 1993.
- ROSENTHAL, H. Aquaculture and the environment. **World Aquaculture**, 25(2):4-11. 1994.
- VALENTI, W.C. **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável.** Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia. 399p. 2000.
- VERANI, J.R. **Análise quantitativa aplicada em experimentos de cultivo intensivo e semi-intensivo do curimatá, *Prochilodus scrofa* STEINDACHNER, 1818 (Characiformes – Prochilodontidae).** São Carlos: UFSCar, 151p. 1987. (tese de doutorado).
- YOSHIDA, C.E. **A dinâmica dos fatores físico-químicos em três tanques de piscicultura com renovação contínua, sem renovação da água e aeração artificial.** Jaboticabal, Centro de Aqüicultura, UNESP. 91p. 1996. (dissertação de mestrado).

Capítulo 3. Implicações econômicas do uso de diferentes rações e adubo orgânico na criação de tilápia do Nilo

Resumo

Com o objetivo de analisar os custos com alimentação e mão de obra, utilizando três tipos de rações e adubo orgânico, foram coletados dados de uma criação experimental de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), conduzida no CEPTA-IBAMA, localizado no município de Pirassununga, SP. Viveiros povoados com alevinos machos de tilápia, sexualmente revertidos, com peso médio de $13,35 \pm 0,59\text{g}$, na densidade de $1,7$ peixes/m², foram divididos em quatro tratamentos: alimento natural, ração peletizada, ração extrusada e ração farelada. As rações experimentais de mesma formulação (30% de proteína bruta e 3.000kcal de energia digestível), foram fornecidas duas vezes ao dia. Nos viveiros adubados foi aplicado esterco de galinha poedeira, a cada 20 dias. Os tratamentos arraçoados apresentaram os maiores custos com alimentação e mão de obra, sendo o tratamento com ração farelada responsável pelo maior valor (R\$1,41/kg) e o tratamento com ração peletizada o menor (R\$1,29). Os menores custos com alimentação e mão de obra foram obtidos no tratamento alimento natural (R\$0,57/kg). O uso de ração nos sistemas de criação contribuiu para o aumento dos custos operacionais totais.

Palavras chave: piscicultura, adubo orgânico, ração, análise econômica

Summary

With the objective of evaluating the costs with feeding and hand of work of the use of rations and organic fertilizer, data of an experimental Nile tilapia farm (*Oreochromis niloticus*) were collected, drive in CEPTA-IBAMA. Ponds with young male tilápia, sexually reverted, weighing $13.35 \pm 0.59\text{g}$, at densities of 1.7 fish/m^2 , they were divided in four treatments: natural food, pellet, extruded and minced. The rations trials with same formulation (30% CP and 3,000kcal of DE), differences processing methods (pellet, extruded and minced) were supplied twice a day. In the fertilized ponds manure of chicken was applied, to every 20 days. In general, the treatments pellet, extruded and minced presented the largest costs with feeding and work hand, being the treatment responsible minced for the largest value (R\$1.41/kg) and the treatment pellet the smallest (R\$1.29/kg). The smallest costs with feeding and work hand were obtained in the treatment natural food (R\$0.57/kg). The ration use in the culture systems contributes to the increase of the total operational costs.

Key words: fish farm, organic fertilizer, ration, economic feasibility

Introdução

Durante a última década tem se observado um aumento expressivo no uso de dietas extrusadas na alimentação de peixes, devido sua melhor estabilidade na água e flutuabilidade, o que permite um melhor controle do consumo dos peixes pelos produtores. Entretanto, o alto custo destas rações em relação aos peletes convencionais, rações fareladas ou mesmo alimentação natural produzidas nos próprios viveiros de criação, faz com que no Brasil, o uso destas rações aumente os custos com alimentação.

Vários trabalhos têm comparado o efeito do método de processamento (peletizada x extrusada) sobre desempenho produtivo dos peixes, e perdas de nutrientes (SLINGER et al., 1979; HILTON et al., 1981; BALLESTRAZZI et al., 1998), enquanto outros têm comparado uso de adubo orgânico com o uso de ração ou com uso de sistema misto sobre os mesmos parâmetros (DIANA et al., 1991; GREEN, 1992). Porém, são poucos os trabalhos que avaliam os custos totais destas práticas. Segundo SCORVO FILHO et al., (1998), os custos de alimentação na piscicultura são responsáveis por 24,85 a 36,40% do custo total de produção.

O maior interesse do piscicultor está no lucro de sua propriedade do que na produção propriamente dita. Isto envolve dois fatores além da produção: retorno da venda dos peixes e o custo de produção destes (SCORVO FILHO, 1999). Para se obter bons lucros, o acompanhamento econômico durante o manejo deve ser feito para testar se a atividade está lucrativa ou para examinar como implementar o lucro (HEPHER e PRUGININ, 1981).

As técnicas de criação de algumas espécies, já têm um grau de domínio que permitem a atividade ser desenvolvida com alguma segurança pelo aquicultor (CASTAGNOLLI, 1992; PROENÇA e BITTENCOURT, 1994), estando hoje a pesquisa preocupada em procurar aprimorar estas técnicas a fim de, melhorar a produtividade e reduzir custo de produção. Assim, estudos sobre manejo alimentar buscando o melhor desempenho produtivo, associado a custos baixos, são necessários para tornar a criação de peixe economicamente viável.

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo analisar os custos com alimentação e mão de obra em função do uso de diferentes rações e adubo orgânico na criação de tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Material e Métodos

Os dados utilizados no presente estudo foram coletados numa criação experimental de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), conduzida no Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais, CEPTA-IBAMA, localizado na cidade de Pirassununga, SP, no período de novembro de 1999 a abril de 2000. Os viveiros foram povoados com alevinos machos de tilápia, sexualmente revertidos, com peso médio de $13,35 \pm 0,59\text{g}$, na densidade de $1,7$ peixes/m².

Foram comparadas as produções de peixes em sistemas com baixa densidade de estocagem, com diferentes formas de alimento: alimento natural, ração peletizada, extrusada e farelada. As rações experimentais com mesma formulação (30% de proteína bruta e 3.000kcal de energia digestível) diferenciando apenas na técnica de processamento, foram fornecidas duas vezes ao dia. Nos viveiros adubados foi aplicado esterco de galinha poedeira, na proporção de 150g/m^2 a cada 20 dias.

Para o cálculo do custo parcial de alimentação foram consideradas as seguintes variáveis: ciclo produtivo, peso médio final, taxa de sobrevivência, biomassa final (kg de peixes produzidos por tratamento), quantidade de ração experimental e adubo orgânico utilizados na produção de peixes, preço da ração experimental (R\$0,74 + custo da técnica de processamento – R\$0,07/kg extrusada; R\$0,04/kg peletizada; R\$0,015/kg farelada), preço do adubo orgânico (pesquisa de mercado), preço médio de venda (preço médio em reais (R\$) do quilo de peixe obtido em pesquisa de mercado), mão de obra utilizada na atividade piscícola calculada com base no número de horas por ciclo produtivo (custo hora deste trabalhador foi calculado a partir do salário pago na região de Ribeirão Preto = R\$288,10, acrescidos dos encargos sociais diretos que correspondem a 36% do salário – www.iea.sp.gov.br/anuário01.htm), receita líquida (diferença entre preço médio de venda dos peixes e o custo total) e custo total (soma do custo com alimentação e mão de obra). Neste

experimento considerou-se somente os custos com alimentação e mão de obra, pois os demais itens de custo não diferenciaram entre os tratamentos.

Resultados e Discussão

Os parâmetros técnicos da criação experimental da tilápia do Nilo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros técnicos da criação experimental da tilápia do Nilo (*O. niloticus*)

Parâmetros técnicos	Tratamento			
	Peletizada	Extrusada	Farelada	Alimento natural
Ciclo de produção (dias)	128	128	128	128
Peso médio final (g)	393,12	351,77	249,99	101,93
Taxa de sobrevivência (%)	89,61	90,72	86,80	78,63
Biomassa final (kg)	538,98	482,28	342,75	139,74
Quantidade de ração (kg)	678,95	598,18	414,86	-
Conversão alimentar aparente	1,45	1,41	1,69	-
Quantidade de adubo orgânico (kg)	-	-	-	810,00
Preço da ração (R\$/kg)	0,78	0,81	0,76	-
Preço adubo orgânico (R\$/kg)	-	-	-	0,08
Mão de obra (h/ciclo)	73,5	73,5	73,5	6,4
Valor da hora trabalhada (R\$/h)	2,2654	2,2654	2,2654	2,2654
Custo com a mão de obra (R\$)	166,51	166,51	166,51	14,27
Custo de peixe produzido (R\$/kg)	1,29	1,35	1,41	0,57

Nos tratamentos com ração os peixes apresentaram maior peso médio final e conseqüentemente maior biomassa (Tabela 1).

Os tratamentos arraçoados apresentaram os maiores custos com alimentação e mão de obra (Tabela 1), sendo que o tratamento com ração farelada foi responsável pelo maior valor do custo de produção parcial (R\$1,41/jg). Considerando que sua produção em termos de biomassa foi 36,41% e 28,93% menor que os tratamentos com ração peletizada e extrusada, respectivamente, nota-se que este tratamento não foi economicamente e tecnicamente eficiente. Além disso, o peso médio final dos peixes deste tratamento foi de 249,99g, fato que dificulta a comercialização, pois, no

mercado não há procura por peixes nesta faixa de peso não havendo, portanto, preço de venda determinado.

Quanto ao tratamento com ração peletizada, embora a quantidade de ração fornecida (Tabela 1) tenha sido maior do que a fornecida no tratamento com ração extrusada, o custo com alimentação e mão de obra por quilo de peixe produzido foi de R\$1,29 contra R\$1,35 do tratamento com ração extrusada.

Estimando um preço médio de venda de R\$1,80/kg, a receita líquida parcial obtida por quilo de peixe foi de R\$0,51 para o tratamento com a ração peletizada e R\$0,45 para o tratamento com ração extrusada, demonstrando que o uso de ração peletizada proporcionou um melhor rendimento. SCORVO FILHO et al., (1998) observaram que a intensificação da criação leva a um aumento da participação da ração nos custos, uma vez que, maior volume produzido consiste em maior consumo de ração, mas, com menores custos por quilograma de peixe vivo produzido.

Os menores custos com alimentação e mão de obra foram obtidos no tratamento alimento natural (R\$0,57/kg). Devido o crescente desenvolvimento de criações de tilápias em tanques-rede, há uma grande demanda por peixes com peso entre 80 a 100g, atingindo um preço médio de venda de R\$2,20/kg. Uma vez que, os peixes do tratamento alimento natural alcançaram um peso médio final de 101,93g, poderiam, em se tratando de uma propriedade em escala familiar ter sua produção direcionada para o mercado de juvenis para tanques-rede. Este tratamento possibilitou uma receita líquida parcial de R\$1,63/kg, sendo a maior obtida no presente estudo. Porém, para produzir esta biomassa de peixe (139,74kg) foram necessários 128 dias de produção, enquanto que nos tratamentos arraçoados foram necessários 44 dias, em média, para produzir a mesma biomassa.

O uso de ração nos sistemas de criação contribuiu para o aumento dos custos operacionais parciais. No presente estudo, as rações foram confeccionadas com ingredientes adquiridos no mercado varejista, o que pode ter encarecido seu preço que foi estimado em R\$0,74, mais os custos de processamento (Tabela 1).

Em pesquisa realizada no mercado varejista de rações na região de Ribeirão Preto, SP, em novembro de 2001, obteve-se valores médios de R\$0,48/kg, R\$0,41/kg e R\$0,34/kg para a ração extrusada, peletizada e farelada, respectivamente. Aplicando-se estes valores na produção obtida no presente estudo, tem-se uma redução nos custos com alimentação de 40,74% para tratamento com ração extrusada, 47,44% para a ração peletizada e 55,26% para a ração farelada. Portanto, o preço de aquisição, quer seja pela escala de aquisição própria, quer pela compra em grupo de produtores, este pode variar muito, indicando que o piscicultor tem que estar atento ao preço deste insumo e sempre associá-lo à qualidade (SCORVO FILHO et al., 1998).

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que o uso de rações nos sistemas de criação contribui para o aumento dos custos operacionais parciais, entretanto a produção obtida foi superior ao tratamento sem ração. Dentre os tratamentos arraçoados, os tratamentos com ração peletizada e extrusada apresentaram os melhores índices de produção. Porém, o custo com alimentação na ração extrusada foi maior. Portanto, o uso de ração peletizada, na fase de engorda da tilápia do Nilo em baixas densidades, é economicamente o mais recomendado.

Agradecimentos

A FAPESP, Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro, viabilizando a execução deste trabalho. Ao CEPTA, Centro de Pesquisa de peixes Tropicais, onde foram executados os ensaios. Ao Dr. João Donato Scorvo Filho pelo apoio na realização da análise econômica do trabalho.

Referências Bibliográficas

- BALLESTRAZI, R.; LARANI, D.; D'AGARO, E. Performance, nutrient retention efficiency, total ammonia and reactive phosphorus excretion of growing European sea-bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) as affected by diet processing and feeding level. **Aquaculture**, 161:55-65. 1998.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. FUNEP/FCAVJ/UNESP " Campus de Jaboticabal, SP. 189 pp. 1992.
- DIANA, J.S.; LIN, C.K.; SHREEBERGER, P.J. Relationships among nutrient inputs, water nutrient concentrations, primary production, and yield of *Oreochromis niloticus* in ponds. **Aquaculture**, 92:323-341. 1991.
- GREEM, B.W. Substitution of organic manure for pelleted feed in tilapia production. **Aquaculture**, 101: 213-222, 1992.
- HEPHER, B.; PRUGININ, Y. **Commercial fish farming**. A Wiley Interscience Publication, John Winwey & Sons, New York, 261p. 1981.
- HILTON, J.W.; CHO, C.Y.; SLINGER, S.J. Effect of extrusion processing and steam pelleting diet on pellet durability, pellet water absorption, and the physiological response of rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). **Aquaculture**, 25:185-194. 1981.
- PROENÇA, C.E.M.; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília, IBAMA. 196p. 1994.
- SCORVO-FILHO, J.D.; MARTIN, M.B.; AYROZA, L.M.S. da. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. **Informações Econômicas**, 28(3):41-60. 1998.
- SCORVO FILHO, J.D. **Avaliação técnica e econômica das piscigranjas de três regiões do estado de São Paulo**. Jaboticabal, CAUNESP – UNESP. 120p. 1999 (tese de doutorado).

SLINGER, S.J.; RAZZAQUE, A.; CHO, C.Y. Effect of feed processing and leaching on the losses of certain vitamins in fish diets. In: HALVER, J.E.; TIEWS, K. (eds.), **Finfish Nutr. Fish feed Technol.**, vol II. Heenemann, Berlin, pp. 425-434. 1979.