

UTILIZAÇÃO DE ALIMENTOS NATURAIS POR *OREOCHROMIS NILOTICUS* EM TANQUES DE TERRA COM ARRAÇAMENTO*

Zuleika BEYRUTH ¹; Cleide S. Romeiro MAINARDES-PINTO ²; Sandra M. FUSCO ¹; Fabiana C. FARIA ¹; Alexandre L. SILVA ²

RESUMO

Informações sobre o uso de alimentos naturais pela tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, cultivada em tanques de terra, em regime semi-intensivo, podem contribuir para melhorar o manejo, diminuindo os custos da produção. Hipóteses: a) A tilápia *O. niloticus* utiliza alimentos naturais de forma considerável, mesmo quando cultivada com ração; b) Há horários preferenciais para ingestão desses alimentos; c) Há itens preferenciais dentre esses alimentos. Teste das hipóteses: avaliação quantitativa dos itens alimentares no trato digestório anterior (esôfago e estômago) de 208 animais, empregando-se os métodos numérico, volumétrico de deslocamento e gravimétrico. Em novembro/1997 e março/1998 foram realizadas duas amostragens de 24 horas, com coletas a cada 4 horas, no Tanque 1, para avaliação da cronologia alimentar, sendo a primeira, para determinar um horário representativo da ingestão de alimentos naturais, que orientaram mais quatro amostragens quinzenais nos Tanques 1 e 2, para avaliação quantitativa da ingestão dos alimentos naturais endógenos. Para investigar a ingestão dos alimentos disponíveis foram utilizados e comparados os resultados dos índices: repleção, eletividade e preponderância alimentar. Os resultados mostram: existência de horários preferenciais; ingestão considerável de alimentos naturais (até > 80%); que a dieta consistiu de ração, detritos, plantas vasculares, algas, micro e macroinvertebrados. *O. niloticus* apresentou hábito onívoro, mostrando preferência por microalgas e larvas de Chironomidae. A validação das hipóteses indica que o manejo pode ser aprimorado, com melhor aproveitamento do alimento natural, para diminuir os custos financeiros e ambientais da produção.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*; alimento natural; conteúdo estomacal; aquicultura; tropical; cronologia alimentar

THE USE OF NATURAL FOOD BY *OREOCHROMIS NILOTICUS* RAISED IN EARTH PONDS WITH RATION

ABSTRACT

Information about natural feeding of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, raised in semi-intensive farming system in earth ponds, may contribute to improve the management in order to decrease production costs. Hypothesis: a) *O. niloticus* ingest considerable amount of natural food even when raised with ration; b) There are preferential feeding schedules for ingestion; c) There are preferential food items among the natural ones. Hypothesis test: The quantitative evaluation of food items from the gut content of 208 animals was carried out using numeric, displacement-volumetric and gravimetric methods. Data were obtained from two 24 hours samplings realized in November 1997 and March 1998, at Pond 1, at each 4 hours, the first one in order to determine a schedule representative of ingestion and to evaluate the feeding chronology. From November to March, four biweekly samplings were done in Ponds 1 and 2, to complete the quantitative evaluation of endogenous natural food items ingestion. The following indices were applied: repletion, electivity and preponderance. Results show that there are preferential schedules of natural food ingestion and that the amount ingested was considerable. The diet consisted of ration, detritus, vascular plants, algae, micro and macroinvertebrates, indicating that the tilapia behaved as omnivorous species, with preference for microalgae and Chironomidae larvae. The hypothesis validation indicates that management can be improved through a better use of the natural food, in order to decrease environmental and financial production costs.

Key words: *Oreochromis niloticus*; Nile tilapia; natural food; gut content; aquaculture; tropical; feeding chronology

Artigo Científico: Recebido em 10/04/2003 - Aprovado em 13/07/2004

¹ Instituto de Pesca – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (apta) - Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo (SAA) - e-mail: zbeyruth@uol.com.br

² Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Vale do Paraíba - Departamento de Descentralização do Desenvolvimento – apta - SAA

* Auxílio Pesquisa Cooperação CNPq-FAPESP - Processo CNPq: 522022/95-2(NV) Processo FAPESP: 1996/5813-2

INTRODUÇÃO

Oreochromis niloticus (LINNAEUS, 1757), espécie popularmente conhecida como tilápia-do-Nilo, pertence à família Cichlidae do grupo dos Perciformes, constituído por 70 famílias e 700 espécies espalhadas por todo o mundo. Esta espécie, proveniente da África, foi introduzida no Brasil em 1971, por técnicos do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) - Fortaleza, Ceará, com a finalidade de melhorar a produção por área. Trata-se de espécie rústica, muito resistente, de crescimento rápido e hábito alimentar onívoro. É bem aceita pelo consumidor, por apresentar carne saborosa, com apenas 2,1% de gordura, o que favorece a salga, secagem e congelamento, permitindo que seja armazenada por até 12 meses a -15 °C (MAINARDES-PINTO, 1988), e ter rendimento de filé em torno de 36% (SOUZA *et al.*, 1999).

No Estado de São Paulo, a tilápia-do-Nilo foi introduzida por pescadores em muitas represas e lagoas artificiais, sendo atualmente a espécie de ocorrência mais comum nesses ambientes. A pequena influência das glaciações na região neotropical resultou na escassez de lagos naturais, sendo as lagoas marginais aos rios as únicas exceções (PÉREZ, 1992). Em consequência, as espécies nativas de peixes, adaptadas a ambientes lênticos, são raras, e esta situação é responsável pelo sucesso da introdução de espécies exóticas de peixes, como *Oreochromis niloticus*, aptas a aproveitarem os recursos pouco explorados pelas espécies nativas deste tipo de ambiente. Esta espécie vive preferencialmente em ambientes lênticos, raramente apresentando hábitos reofílicos. Alimenta-se de detritos, fragmentos de macrófitas, plâncton, silte (TADESSE, 1999; GETACHEW, 1993). Ocorre numa ampla gama de variações ambientais, suportando limites extremos de temperatura e oxigênio bem como a presença de poluentes de natureza variada. As facilidades encontradas em seu manejo e os poucos problemas de impacto ambiental até agora observados têm incentivado seu cultivo (MAINARDES-PINTO, 1988) em tanques e facilitado sua dispersão para os ambientes naturais.

A produção semi-intensiva da aqüicultura tropical perfaz aproximadamente 70% da produção mundial de pescado. Esta produção é composta de, aproximadamente, uma dezena de espécies de ciprinídeos que se alimentam na base da cadeia trófica, segundo TACON e DE SILVA (1997). Estes mesmos autores relatam que as espécies de peixes

onívoras/herbívoras dominam a produção de pescado, com ciprinídeos de água doce constituindo 70,1% da produção total, enquanto peixes carnívoros de água doce representam apenas 1,5% da produção. As quantidades de trabalhos de pesquisa publicados sobre nutrição e sobre aqüicultura de salmonídeos são, respectivamente, 1,58 e 2,11 vezes maiores que para ciprinídeos. Esta lacuna de conhecimentos retarda o melhoramento desses sistemas, restringindo a sustentabilidade da atividade. A demanda crescente por recursos básicos, como terra e água, a exigência de manter a integridade ambiental e o aumento do custo da produção, em nível mundial, tornam urgente a necessidade de ampliar o conhecimento científico sobre sistemas de cultivo sustentáveis, em particular os que se referem a nutrição e alimentação do pescado onívoro/herbívoros.

A seleção dos ingredientes da alimentação de organismos aquáticos cultivados é usualmente ditada pela disponibilidade e custo, mais do que pela qualidade ou valor nutritivo (Jantrarotai e Jantrarotai, 1993; Nuov e Nandeesh, 1993, *apud* TACON, 1995). Desta forma, o suprimento e a disponibilidade de alimentos naturais existentes nos ecossistemas de cultivo semi-intensivo têm grande influência na alimentação dos organismos cultivados (TACON, 1994; TACON, 1995; TACON e DE SILVA, 1997).

A importância nutricional e econômica dos organismos-alimento endógenos em tanques de cultivo tem sido bem documentada por pesquisadores de Israel (TACON, 1995), porém pouca atenção tem sido dada a este fato por pesquisadores de outros países, embora o incremento da utilização de alimentos naturais em tanques de cultivo seja uma das formas mais eficientes, em termos de custo/benefício, para diminuir o custo e os impactos ambientais da aqüicultura (BEYRUTH *et al.*, 1998a, b, c, d; BEYRUTH e TANAKA, 2000).

A quantidade de alimento natural num corpo d'água pode ser estimada diretamente através do estoque e quantidade de alimento consumido (HEPHER, 1990).

Este trabalho avalia a gestão de itens alimentares naturais endógenos aos sistemas de cultivo e sua importância relativa na dieta da tilápia *Oreochromis niloticus*, em cultivo semi-intensivo em tanques de terra e com alimentação artificial, com o objetivo de gerar conhecimento necessário para subsidiar tecnologias que diminuam os custos ambientais e financeiros da produção.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa faz parte de um projeto mais amplo, intitulado "Determinação das condições limnológicas e da disponibilidade e utilização de alimentos naturais em tanques de aquíicultura", realizado com Auxílio Pesquisa Cooperação CNPq-FAPESP-Processo CNPq: 522022/95-2(NV) e Processo FAPESP: 1996/5813-2, através do qual foram realizadas, simultaneamente, avaliações limnológica da qualidade da água, do fitoplâncton, zooplâncton, macrofauna bentônica, assim como avaliações da utilização dos alimentos pelos organismos cultivados (BEYRUTH *et al.*, 1998a, b, c, d; BEYRUTH e FUSCO, 1999; FARIA *et al.*, 1999; FUSCO e BEYRUTH, 1999; MONTEIRO JÚNIOR e BEYRUTH, 1997, 2003; MONTEIRO JÚNIOR *et al.*, 2001a, b; TANAKA *et al.*, 1999, TANAKA e BEYRUTH, 1998; BEYRUTH e TANAKA, 2000). As investigações foram realizadas na Estação Experimental de Aquíicultura do Instituto de Pesca, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento - SP, em Pindamonhangaba, situada a 147 km da cidade de São Paulo, SP (22° 55' 55" S e 45° 27' 22" W) e a uma altitude de 530 a 550 metros. Tanques escavados utilizados para manejos rotineiros de crescimento e engorda de machos de *Oreochromis niloticus* foram selecionados para a realização do estudo, por permitirem a inclusão da macrofauna bentônica e as situações mais freqüentemente encontradas em cultivos semi intensivos desta espécie. Como o objetivo do trabalho foi produzir conhecimento útil para aprimorar o manejo usual, não houve interferência no planejamento e execução do cultivo, exceto aquela decorrente da coleta das amostras, no intuito de verificar o que acontece nas situações usuais de cultivo comercial.

A pesquisa foi realizada em dois tanques de 1.500 m² cada um, com profundidade média de 1,30 m e vazão aproximada de 60 L.minuto⁻¹, com diferentes densidades iniciais de peixes. No Tanque 1 (T1) foram colocados 4.500 alevinos (3 por m²) e no Tanque 2 (T2), 3.000 alevinos (2 por m²). O manejo anterior dos dois tanques foi semelhante, permitindo supor qualidade ambiental inicial também semelhante nos dois tanques. Ração peletizada, com 28% PB, foi ministrada diariamente às 8h e às 16h, na proporção de 3% do peso vivo.dia⁻¹.

A determinação do período de estudo baseou-se nos resultados de estudos prévios (1996/1997) limnológicos e da alimentação, realizados num ciclo anual em tanques de cultivo de tilápia, que indicaram

o verão como a época mais propícia à investigação. No verão, a produção de alimentos naturais e a atividade alimentar foram maiores, decaindo nos meses mais frios (BEYRUTH *et al.*, 1998a, c; BEYRUTH e TANAKA, 2000).

A identificação dos ciclos e ritmos da cronologia alimentar é essencial nos estudos sobre alimentação (ZAVALA-CAMIN, 1996). Desta forma, para determinar se havia e quais os horários preferenciais de ingestão dos alimentos naturais, analisaram-se os conteúdos dos tratos digestórios das tilápias do Tanque 1, obtidas em duas amostragens de 24 horas. Estas coletas foram realizadas nos dias 12/nov./97 e 9/mar./98, ou seja, com intervalo de 118 dias, para comparação dos resultados, e iniciaram-se às 23h, prosseguindo a cada quatro horas: 3h, 7h, 11h e 15h, e finalizando às 19h.

Coletas quinzenais foram realizadas nos dois Tanques, nos dias 12/nov./97, 2/dez./97, 29/dez./97, 12/jan./98, 26/jan./98 e 9/mar./98, às 23h. O horário para as coletas quinzenais foi estabelecido a partir dos resultados da primeira amostragem de 24 horas, através dos quais observou-se que o horário das 23h apresentou-se entre os de maior consumo relativo de alimentos naturais endógenos. Sempre que possível foram examinados 10 exemplares da espécie cultivada, por tanque de cultivo e por coleta, porém, com o aumento do esforço de pesca, os peixes tornavam-se mais ariscos, escapando da rede. Para evitar estresse e perturbações adicionais que influiriam negativamente nas coletas subseqüentes, aceitou-se trabalhar com oito animais, se, após 30 minutos de esforço de coleta, realizada em toda a área do tanque, não fosse possível obter os 10 exemplares desejados. No total, obtiveram-se 88 peixes nas coletas quinzenais e 130 peixes nas duas amostragens de 24 horas, totalizando 218 animais.

Após a captura, efetuada com rede de arrasto, os peixes foram imediatamente colocados em gelo, para evitar que regurgitassem, e levados ao laboratório, onde se determinou o peso e o comprimento dos animais e o peso do trato digestório completo. A partir destas variáveis calculou-se o índice de repleção. Avaliou-se a taxa de crescimento, como o aumento em peso, por dia, entre os períodos de amostragem. Os animais foram dissecados para retirada do trato digestório.

Do trato digestório dos peixes, foram examinadas a parte anterior = esôfago e a média = estômago, por conterem os organismos ingeridos que apresentaram

melhores condições de identificação. Seus conteúdos foram cuidadosamente removidos e preservados em formalina 4% (LIND, 1974) neutralizada com NaOH. A adição de NaOH evita a dissolução de estruturas de carbonato de cálcio presentes, necessárias à identificação de alguns invertebrados: algumas lentilhas de NaOH são adicionadas à formalina 4%, após adição da fenolftaleína, necessária para determinar o ponto de viragem do pH. Quando e enquanto se observar a cor rósea, a formalina estará neutralizada e poderá ser utilizada (Dra. G.Y. Shimizu, Depto. Ecologia, IB-USP: comunicação pessoal). Este material, colocado em placas de contagem de organismos bentônicos, foi triado e quantificado em microscópio estereoscópico Nikon, para exame do zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e fragmentos de macrófitas aquáticas. O exame dos microinvertebrados, algas e ração foi realizado em microscópio invertido Leitz. Além do registro do número encontrado de cada item, foram realizadas determinações volumétricas para avaliar as proporções dos diversos alimentos ingeridos. A densidade de cada organismo no ambiente foi avaliada por BEYRUTH *et al.* (1998a, b, c); FARIA *et al.* (1999); TANAKA *et al.* (1999). Utilizando estas variáveis, foi possível avaliar os resultados dos índices de *eletividade*, calculado tanto a partir do método numérico, como do volumétrico, e de *preponderância*, que combina os métodos numérico e volumétrico num só índice (HYNES, 1950; BISWAS, 1993; ZAVALA-CAMIN, 1996).

A metodologia utilizada para estimar o volume das espécies de comunidades naturais é descrita para algas por WETZEL e LIKENS (1995), mas também pode ser empregada para organismos do zooplâncton e da macrofauna bentônica (Dr. Moshe Gophen – Israel: comunicação pessoal). A partir das medições de biovolume das espécies do fitoplâncton, zooplâncton e macrobentos do ambiente, foi possível estimar, por extrapolação, o volume ingerido pelos peixes, após a contagem de tais itens nos conteúdos estomacais. O mesmo método de medição foi aplicado para estimar o volume de ração, de macrófitas aquáticas e de partículas inorgânicas do conteúdo do trato digestório dos organismos cultivados.

Devido à dificuldade de discriminar entre ração e detritos, na matéria orgânica amorfa do conteúdo do trato digestório, optou-se por denominar esta fração de ração-detrito. Testes preliminares realizados pelos autores mostraram que o volume de ração varia muito

em função da pressão (que diminui quando se libera o conteúdo das paredes do trato digestório) e da hidratação (que aumenta devido à preservação em meio líquido). Para diminuir o erro desta avaliação, o volume de ração-detrito foi calculado subtraindo, do volume total do trato digestório, a somatória dos volumes dos demais itens, denominando-se esta fração de ração-detrito calculada.

Para medir o volume da parte anterior do trato digestório e de seu conteúdo, os órgãos com seus conteúdos e depois apenas suas paredes vazias foram imersos separadamente em água, determinando-se o volume deslocado, com seringa graduada, obtendo-se assim, por subtração, o volume do conteúdo estomacal.

A repleção do trato digestório e a intensidade da atividade alimentar foram estimadas através de escores atribuídos ao volume do estômago contendo o alimento, sendo os resultados, em valores mensais, apresentados em porcentagem. A repleção do estômago foi estimada também através do cálculo do Índice de Repleção, ou Grau de Saciedade: $IR = \text{peso do conteúdo estomacal} \cdot 10^4 \cdot \text{peso do peixe}^{-1}$ (BISWAS, 1993).

Nem sempre é possível avaliar a velocidade de ingestão e produção de cada item alimentar, por isso, costuma-se aplicar índices que levam em consideração a taxa de busca pelo alimento, estimada pela razão entre a disponibilidade e a utilização de um alimento em particular, num dado instante (Neil, 1938 e Allen, 1941, *apud* BISWAS, 1993). Para este cálculo, Ivlev (1961), *apud* BISWAS (1993), propôs o Índice de Eletividade (E): $E = (r_i - p_i) \cdot (r_i + p_i)^{-1}$, onde r_i = porcentagem do item no conteúdo estomacal, relativo ao conteúdo total; p_i = porcentagem do item alimentar no ambiente, relativo ao total de outras formas de alimento. A eletividade mostra preferência ou rejeição, variando entre -1 e +1. Se positiva, indica preferência e seletividade pelo item alimentar, e, se negativa, rejeição daquele item. Quando o resultado é zero, não há seletividade. Neste trabalho utilizou-se a *eletividade*, calculada a partir tanto do método numérico como do volumétrico.

Para integrar as duas abordagens, numérica e volumétrica, aplicou-se o Índice de Preponderância (IP), que estabelece uma gradação acurada dos diferentes itens alimentares (Natarajan e Jhingran, 1961, *apud* BISWAS, 1993) e pode ser expresso como: $IP = (Vi/Oi) \cdot (\sum Vi/Oi)^{-1} \cdot 100^{-1}$, onde: V_i e O_i representam as porcentagens, respectivamente, do

volume e da abundância numérica de um item alimentar particular (*i*).

Os resultados dos diferentes métodos de análise, ainda que, em parte, redundantes, são comparados para determinar o grau da informação fornecida por eles neste estudo.

As relações entre os parâmetros biométricos foram determinadas através de correlações não paramétricas de Spearman (SIEGEL, 1975), consideradas significativas quando $r_s^3 [0,50]$ e $p > 0,050$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

HYNES (1950), BISWAS (1993) e ZAVALA-CAMIN (1996) descrevem os seguintes métodos de avaliação para estudos de alimentação de peixes: da ocorrência (presença-ausência), numérico (abundância numérica), da dominância, volumétrico

e gravimétrico, da repleção e dos pontos. A associação entre os métodos numérico e volumétrico permite relacionar a quantidade de alimento ingerido àquela disponível no ambiente, e, desta forma, imprimir maior abrangência e precisão às avaliações. Esta conjugação foi utilizada no presente trabalho, porém com uma modificação, que consistiu no uso de dados de volume, comumente empregados em estudos limnológicos, para avaliação de comunidades aquáticas. O volume médio da espécie no ambiente, multiplicado pela densidade numérica da mesma espécie na amostra, conjuga os dados de densidade e biomassa.

Os resultados das análises biométricas dos espécimes estudados na primeira ($n = 60$) (início) e na segunda ($n = 70$) (final) coleta de 24 horas são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Valores mínimo, máximo, médio e do desvio padrão de variáveis biométricas da tilápia *Oreochromis niloticus*, no início e no final do experimento

Variável	INÍCIO				FINAL			
	Mín.	Máx.	Méd.	Desvio Padrão	Mín.	Máx.	Méd.	Desvio padrão
Peso (g)	60,00	274,00	144,35	56,98	217,80	716,80	413,53	96,22
Comprimento (cm)	15,50	26,00	19,89	2,72	23,00	34,00	27,68	2,18
Peso conteúdo trato digestório (g)	0,09	20,43	3,75	3,89	0,03	25,95	4,22	5,97
Volume conteúdo trato digestório (mm³)	0,10	17,68	5,09	3,14	0	35,94	6,53	6,78
Índice de repleção	1380,41	6,25	263,90	242,67	612,09	0,57	95,83	129,16

A taxa de crescimento média (TCM) foi 2,28 g.dia⁻¹. DIANA *et al.* (1996) registraram valores de TCM de 1,17 g.dia⁻¹, em condições ótimas de fertilização, e de 3,10 g.dia⁻¹, com fertilização e ração, observando que estes valores são comparáveis ou mais elevados que aqueles relatados na literatura. BROWN *et al.* (2000), no 150º dia do experimento, ao compararem os efeitos de iniciar a oferta de ração aos 45 ou aos 75 dias de cultivo, encontraram valores de TCM de 1,09 e 1,01g.dia⁻¹, para uma e outra situação, respectivamente. SIPAÚBA-TAVARES *et al.* (2000) relatam médias de crescimento de 1,11 e 1,89g.dia⁻¹, em cultivo estático e de fluxo contínuo, respectivamente. Estes dados indicam que o desempenho dos cultivos nos Tanques 1 e 2 deste estudo foi satisfatório.

Dentre as variáveis analisadas, apresentaram correlação significativa ($p \geq 0,050$; $n = 218$): peso e comprimento ($r_s = 0,96$; $p = 0$); peso do conteúdo do trato digestório e volume do mesmo ($r_s = 0,67$; $p = 0$); peso do conteúdo do trato e peso do conteúdo do

esôfago ($r_s = 0,16$; $p = 0,02$); peso do conteúdo do trato e peso do conteúdo do estômago ($r_s = 0,99$; $p = 0$). Portanto, o peso do estômago constituiu a maior contribuição para o peso do trato digestório.

A grande amplitude de variação do Índice de Repleção deve-se aos horários sem nenhuma ingestão até os horários preferenciais da ingestão, nas coletas de 24 horas. Seus valores diminuem da primeira para a última coleta, pois o aumento relativo do conteúdo estomacal não acompanha o do peso total dos animais.

A contribuição dos alimentos naturais foi considerável, tanto no volume como no número de itens ingeridos. A contribuição volumétrica variou entre 8,08 e 79,07% nas amostragens de 24 horas, com média de contribuição maior na primeira (46,16%) que na segunda amostragem (18,21%), e, entre 5,74 e 75,77% nas quinzenais, com médias semelhantes nos Tanques 1 (32,81%) e 2 (35,34%).

As figuras 1 a 8 mostram a variação da contribuição dos itens alimentares nos tratos digestórios.

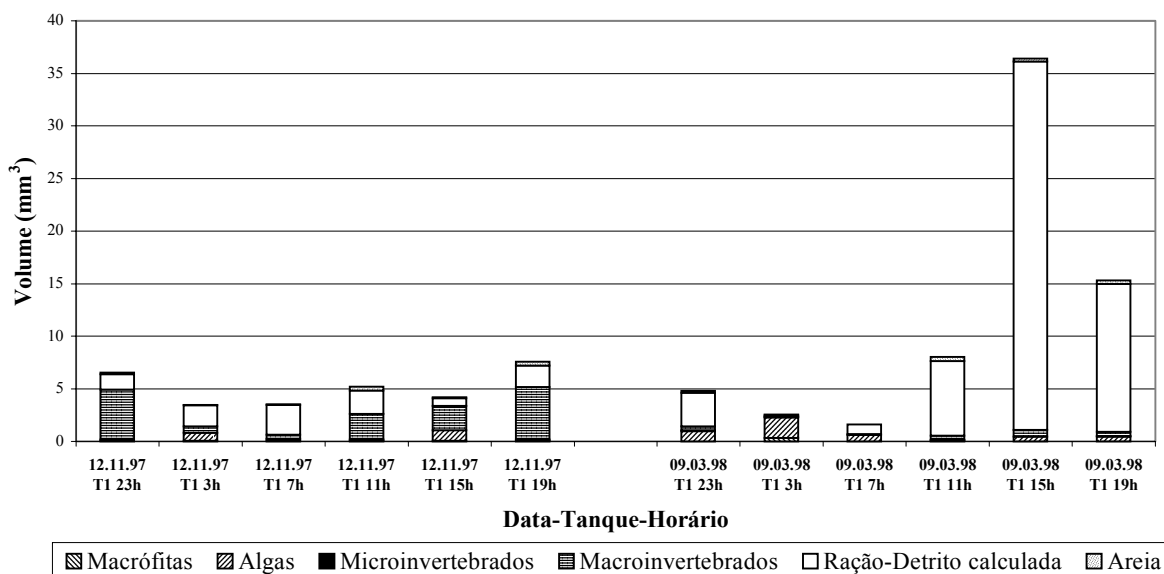


Figura 1. Variação da contribuição volumétrica (mm³) dos itens da dieta da tilápia *Oreochromis niloticus*, cultivada no Tanque 1 (T1), nas duas amostragens de 24 horas

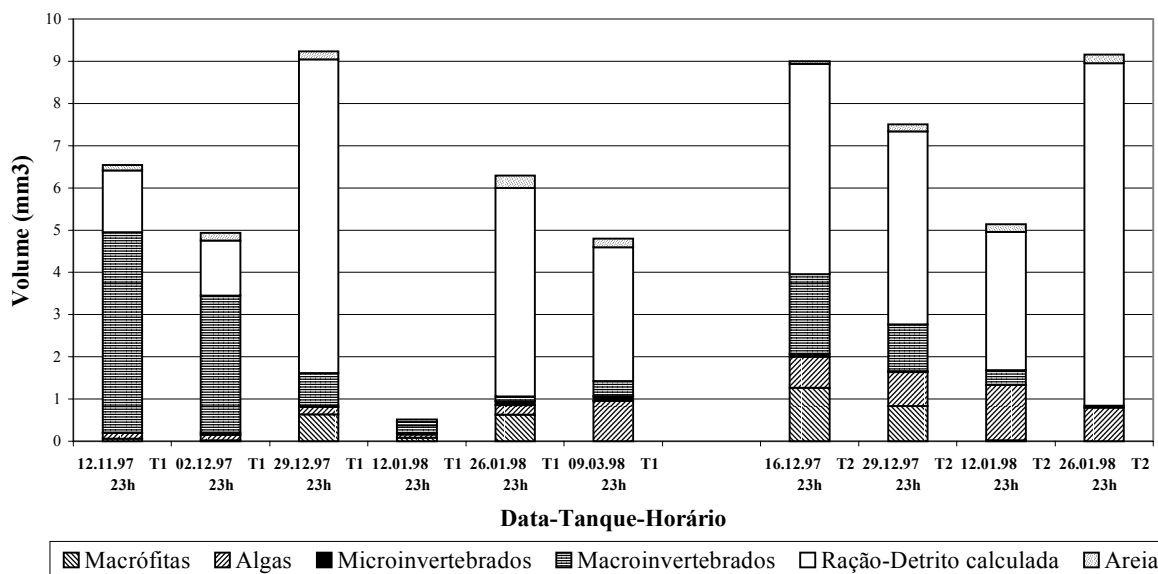


Figura 2. Variação quinzenal da contribuição volumétrica (mm³) dos itens da dieta da tilápia *Oreochromis niloticus*, cultivada no Tanque 1 (T1) e no Tanque 2 (T2)

Na primeira amostragem de 24 horas observou-se elevada contribuição dos alimentos naturais nos tratamentos digestórios dos peixes coletados às 23h, 15h e 19h (Figura 1). Na segunda amostragem de 24 horas, às 15h e 19h, mostraram uma contribuição de ração-detrimento 3,5 vezes maior que nos demais horários. Em geral, entre 3h e 7h, a atividade alimentar foi menor e, entre 11h e 19h, maior (Figura 1). Estes resultados estão de acordo com os de outros estudos sobre a

periodicidade alimentar (MORIARTY e MORIARTY, 1973; FOCKEN *et al.*, 2000), que relatam para *O. niloticus* maior atividade diurna. A exceção foi o horário das 23h, em que houve abundância relativa elevada de alimentos naturais endógenos nos tratamentos digestórios. Nestas amostragens, a variação da contribuição dos diversos itens naturais foi elevada, mas com amplitude bem menor que a registrada na segunda amostragem de 24 horas (Figura 1).

Segundo TOGUYENI *et al.* (1997), a luz parece ser o principal fator de controle da atividade alimentar de *O. niloticus*, encontrando-se picos no amanhecer (entre 6h30 e 7h30) e no entardecer (entre 16h30 e 18h30) e regularidade e constância no período diurno restante, embora ligeiramente mais elevado à tarde que pela manhã. Neste estudo, maiores valores observados no entardecer e menores no amanhecer mostram haver outros fatores influenciando, como, por exemplo, a temperatura, importantes para a utilização eficiente do alimento disponível. Os ecossistemas aquáticos tropicais são considerados muito produtivos, não apenas pela elevada produtividade primária, mas também pela eficiência com que peixes e demais organismos aquáticos utilizam os alimentos (GETACHEW, 1993), sendo a temperatura um dos determinantes dessa eficiência.

O comportamento alimentar depende de preferências geneticamente determinadas, da fase de maturação sexual, ou estágio hormonal, e dos diferentes padrões de ingestão voluntária de alimento, que ocorrem graças a interações sociais ou ao comportamento sexual. Nos machos, o aumento de interações sociais durante a maturação sexual pode afetar a ingestão do alimento (Legendre, 1986; Mélard *et al.*, *apud* TOGUYENI *et al.*, 1997). Essas interações parecem ter ocorrido nas situações estudadas, pois a ingestão de alimentos naturais foi relativamente elevada (> 30%) no período noturno (23h). Essa

atividade noturna pode ser explicada pelas interações sociais: em grupos monossexuados de machos, os indivíduos podem compensar a baixa ingestão diurna, devida ao comportamento territorial e a interações com outros machos, com a atividade alimentar noturna complementar, preenchendo, nestes horários, as necessidades metabólicas não satisfeitas durante o dia (TOGUYENI *et al.*, 1997).

A figura 3 mostra que as algas Chlorophyceae Chlorococcales foram dominantes em termos de biovolume durante todas as amostragens, tanto nas de 24 horas como nas quinzenais.

Pela figura 4 constata-se que Chironomidae foi o item dominante na maior parte das amostragens, exceto às 23h da segunda coleta de 24 horas e na sexta coleta quinzenal no Tanque 1, quando Rotifera foi dominante (50%). No Tanque 2, Chironomidae também foi dominante, exceto na última amostragem, quando Cladocera dominou (100%).

A contribuição volumétrica relativa dos macroinvertebrados bentônicos vai se reduzindo e a dos vegetais (algas e vegetais superiores), aumentando ao longo do tempo (Figuras 1 e 2). Nos sistemas de cultivo semi-intensivos, a diferença entre a biomassa dos organismos cultivados e a do alimento natural aumenta, como resultado da ampliação do déficit de proteína natural (Hepher *et al.*, 1971; Hepher, 1975, *apud* TACON e DESILVA, 1997). Esta passagem

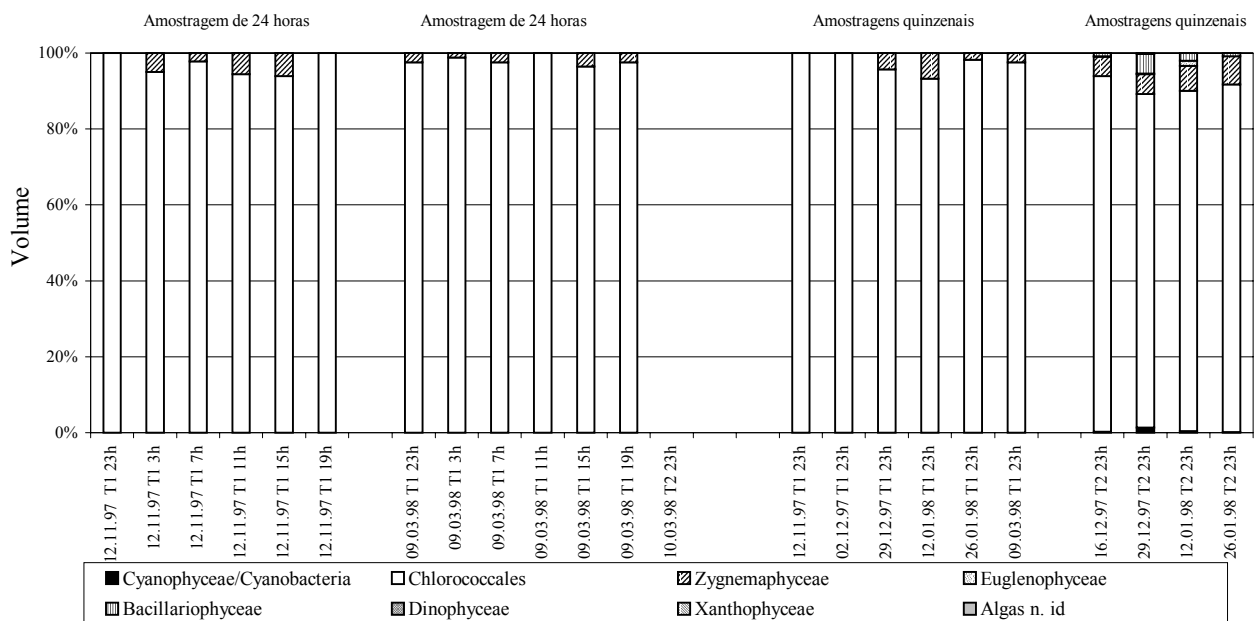


Figura 3. Variação volumétrica relativa (%), em 24 horas e quinzenal, da contribuição das algas na dieta da tilápia *O. niloticus*, cultivada no Tanque 1 (T1) e no Tanque 2 (T2)

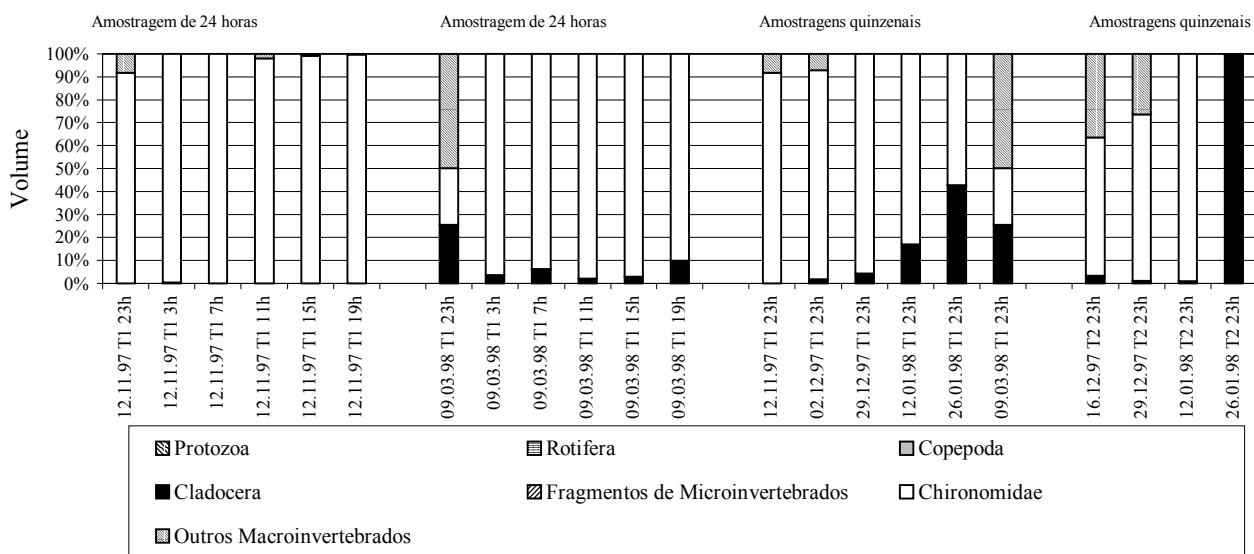


Figura 4. Variação volumétrica relativa (%), em 24 horas e quinzenal, da contribuição dos invertebrados na dieta da tilápia *O. niloticus*, cultivada no Tanque 1 (T1) e no Tanque 2 (T2)

de carnívoro para herbívoro pode estar ocorrendo por imposição do ambiente: a biomassa de macroinvertebrados bentônicos vai se tornando escassa devido à predação, e a de algas, mais abundante, em razão da eutrofização do sistema, ou pode estar refletindo a passagem de uma fase onívora para uma planctívora. Na avaliação simultânea da comunidade bentônica dos tanques deste estudo constatou-se redução da densidade e biomassa dos macroinvertebrados, mostrando que houve tendência ao esgotamento deste recurso alimentar, nos dois tanques, ao longo do período de estudo (FARIA *et al.*, 1999).

A maior abundância de organismos macrobentônicos no trato digestório dos peixes foi de Chironomidae, e, em relação às macrófitas, a maior abundância foi de fragmentos de *Salvinia auriculata*, provenientes do manancial que abastece os tanques.

Na segunda coleta de 24 horas, a presença de areia nos tratos digestórios (Figura 1) poderia indicar preferência dos animais por alimento bentônico, porém a correlação positiva ($r_s = 0,79$; $p = 0,0062$) entre a quantidade de areia nos tratos digestórios e o teor de sólidos em suspensão na coluna d'água (MONTEIRO JÚNIOR e BEYRUTH, 1997, 2003) foi elevada, permitindo supor que os peixes poderiam estar buscando alimento na coluna d'água, e que esta areia, ou parte dela, seria proveniente do material em suspensão na água.

As figuras 5, 6, 7 e 8 mostram a variação da contribuição numérica dos alimentos naturais, expressa em número encontrado para cada item, na dieta da tilápia *O. niloticus* cultivada.

Quando se considera a abundância numérica, as figuras 5 e 6 evidenciam uma situação diferente da encontrada para volume: as algas tornam-se o alimento natural mais importante, sendo que as macrófitas e os invertebrados passam a ser não representativos.

A figura 7 mostra que nas coletas de 24 horas houve contribuição mais expressiva de Chlorococcales e Zygnemaphyceae. As Cyanophyceae foram melhor representadas nas amostragens quinzenais. A diversidade de grupos foi maior no Tanque 2 que no Tanque 1 e que nas amostragens de 24 horas. A figura 8 mostra a importância do volume dos Chironomidae na dieta dos peixes.

Os dados de ocorrência numérica mostram que, nas coletas quinzenais, Chlorococcales, Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Chironomidae e Cladocera foram contribuintes importantes da dieta dos peixes. Dentre as Chlorococcales destacam-se *Scenedesmus opoliensis*, *Coelastrum pseudomicroporum*, *Crucigenia tetrapedia* e *C. astroideum*, e dentre as Zygnemaphyceae, espécies de *Staurodesmus*.

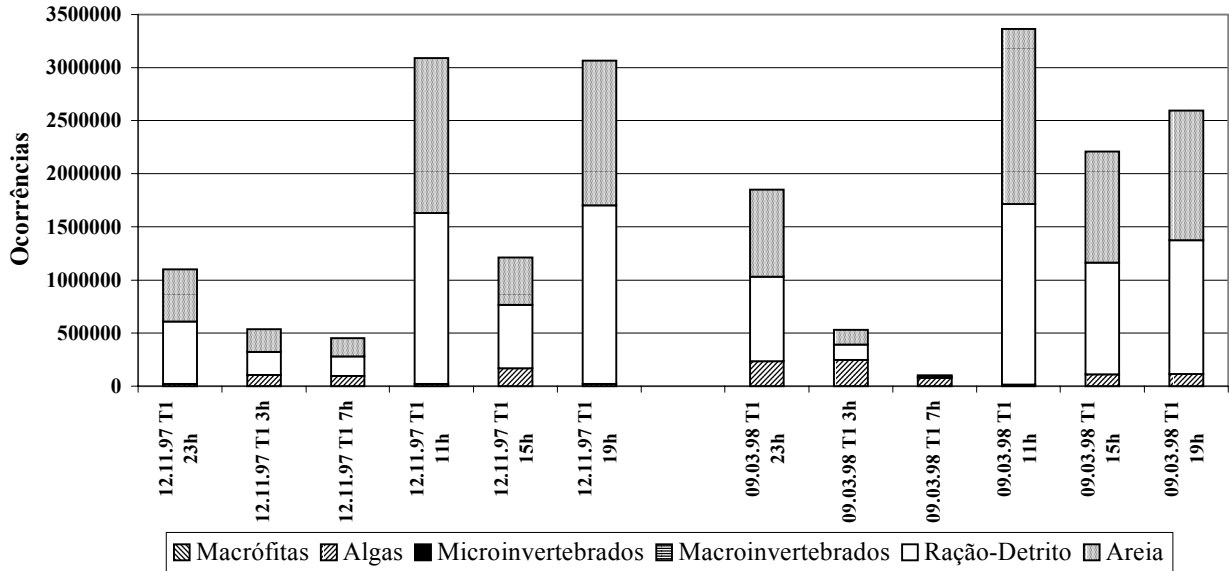


Figura 5. Variação da contribuição numérica dos itens da dieta da tilápia *O. niloticus*, nas coletas de 24 horas, no Tanque 1 (T1) e no Tanque 2 (T2)

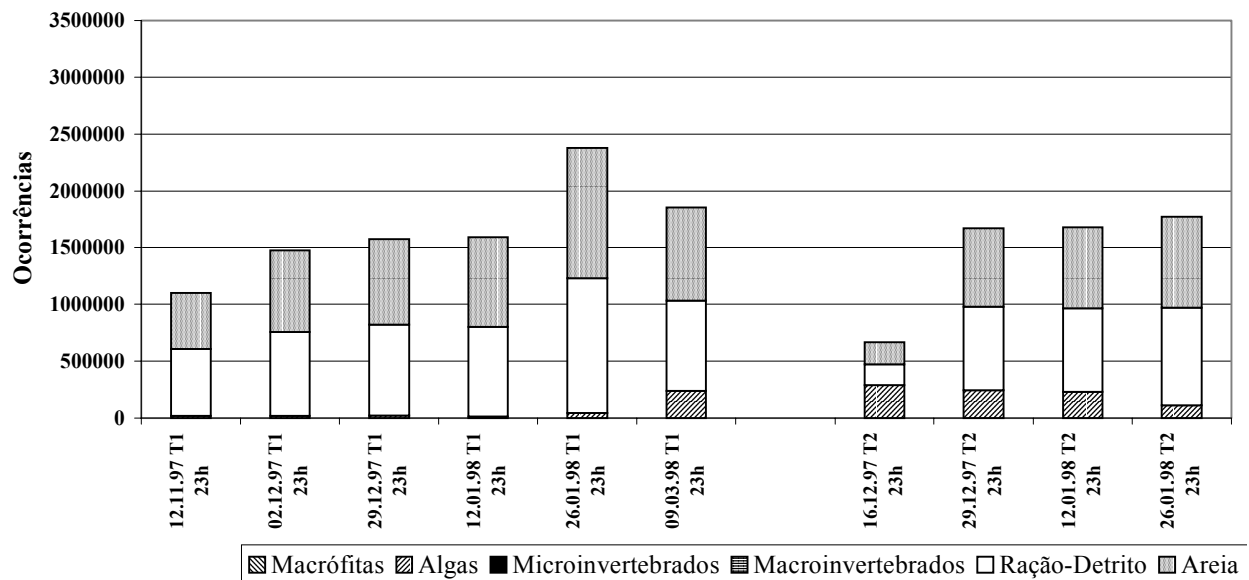


Figura 6. Variação quinzenal da contribuição numérica dos itens da dieta da tilápia *O. niloticus*, no Tanque 1 (T1) e no Tanque 2 (T2)

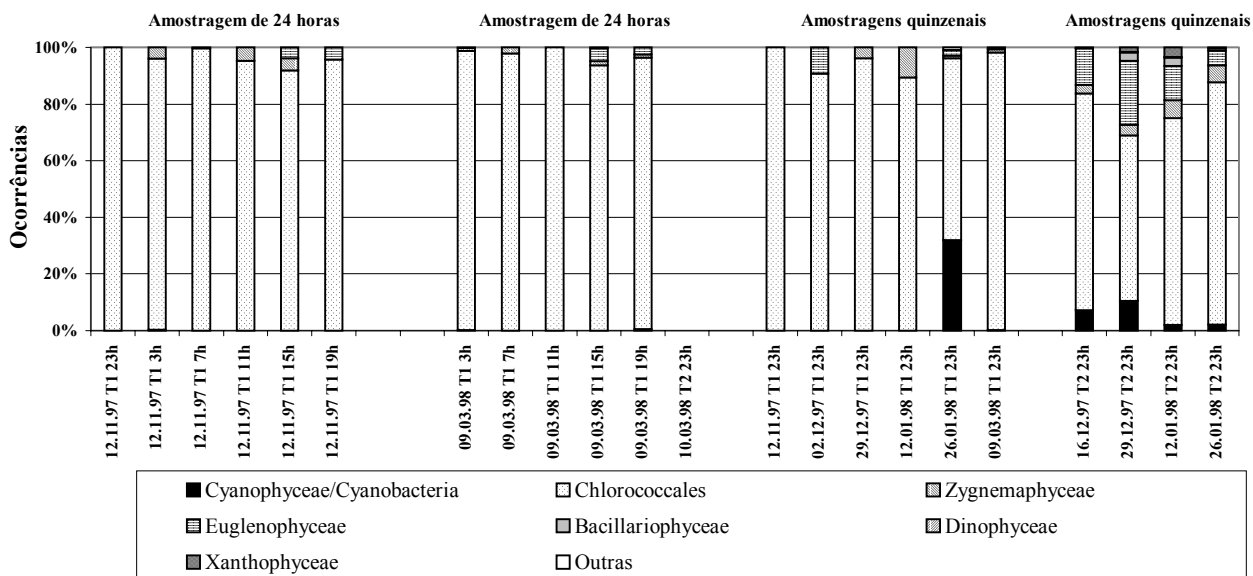


Figura 7. Variação, em 24 horas e quinzenal, da frequência numérica relativa das algas de cada grupo na dieta da tilápia *O. niloticus*, no Tanque 1 (T1) e no Tanque 2 (T2)

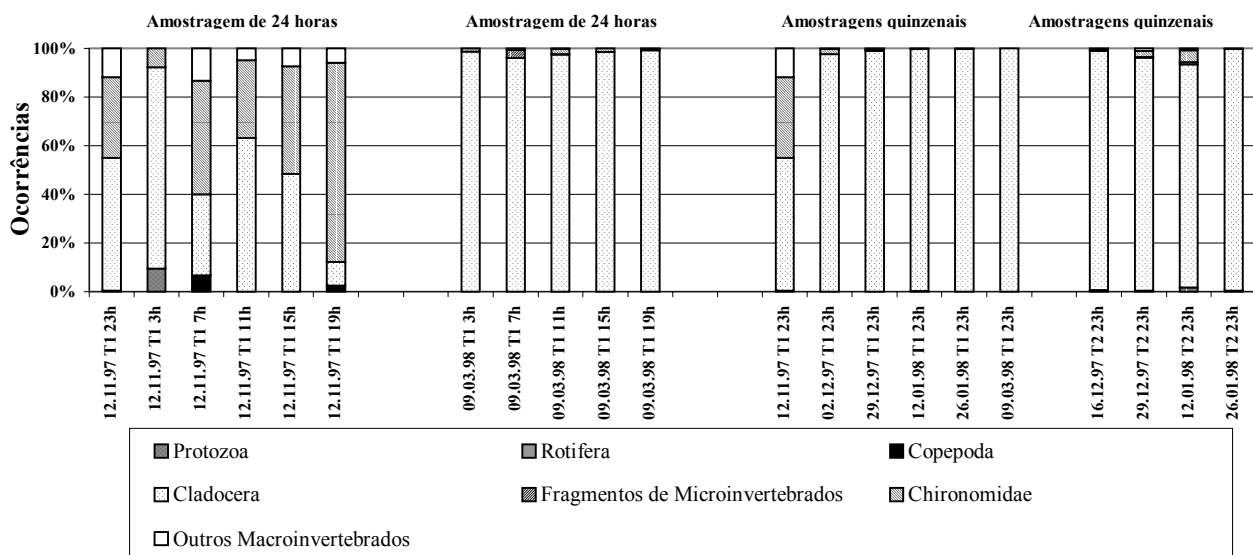


Figura 8. Variação, em 24 horas e quinzenal, da frequência numérica de invertebrados na dieta da tilápia *O. niloticus* no Tanque 1 (T1) e no Tanque 2 (T2)

Os Chironomidae, outros macroinvertebrados e Cladocera apresentaram contribuição expressiva, diminuindo a partir da segunda coleta no Tanque 1 e não aparecendo na última coleta no Tanque 2. A diminuição drástica dos Chironomidae no ambiente (FARIA *et al.*, 1999) parece ter levado ao aumento da ingestão de Cladocera, principalmente *Moina micrura* e *Daphnia* sp. Dentre as algas (Figura 7), as Chlorococcales continuam importantes na contribuição numérica, mas a contribuição relativa das Zygnemaphyceae diminui, se comparada à

contribuição em biomassa – volumétrica (Figura 3), e a das Cyanophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae e Xanthophyceae aumenta. Quanto aos demais organismos (Figura 8), aumenta a contribuição relativa de Cladocera e, de uma forma bem menos acentuada, a de Protozoa e Copepoda.

Uma das dificuldades de trabalhar com conteúdos estomacais, da forma tradicional, sem utilizar corantes diferenciados, é a impossibilidade de avaliar a taxa de ingestão, o que impede que se avalie com precisão, apenas pelo conteúdo estomacal, o quanto cada item

contribuiu para o desenvolvimento dos animais cultivados, ou seja, quanto cada item foi realmente assimilado. O Índice de Eletividade amplia o nível de

informação, por indicar a preferência. Assim, aplicando-se o Índice de Eletividade aos resultados numéricos, tem-se (Tabela 2):

Tabela 2. Valores do Índice de Eletividade alimentar apresentado pela tilápia *O. niloticus*, calculados a partir dos valores da abundância numérica dos alimentos naturais, no Tanque 1 (T1) e no Tanque 2 (T2)

(Data Tanque)	Eletividade em densidade	Cyanophyceae/Cyanobacteria	Chlorococcales	Zygnemaphyceae	Euglenophyceae	Bacillariophyceae	Dinophyceae	Xanthophyceae	Outras Algas (n.ident.)	Microinvertebrados Total	Protozoa	Rotifera	Copepoda	Cladocera	Ceratopogonidae	Chironomini	Macroinvertebra dos Total
17/11/97 T1	-	1,00	0,25	1,00	-	1,00	-	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00
02/12/97 T1	-	1,00	0,21	1,00	0,87	1,00	-	1,00	1,00	-	1,00	1,00	0,77	1,00	1,00	0,01	-1,00
29/12/97 T1	-	1,00	0,06	0,86	-	-	-	-	1,00	-	1,00	1,00	0,27	1,00	1,00	1,00	-1,00
12/01/98 T1	-	1,00	0,02	0,78	1,00	1,00	-	-	1,00	-	1,00	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	-1,00
26/01/98 T1	-	0,07	0,10	0,97	0,24	1,00	1,00	-	0,84	-	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98	-1,00
09/03/98 T1	-	0,98	0,25	0,58	0,04	1,00	-	-	1,00	-	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	-1,00
16/12/97 T2	-	0,77	0,19	0,42	0,91	0,36	-	-	0,99	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00
29/12/97 T2	-	0,86	0,08	0,01	0,94	0,61	0,73	0,39	1,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00
12/01/98 T2	-	0,97	0,24	0,14	0,65	0,73	0,65	1,00	1,00	1,00	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00
26/01/98 T2	-	0,85	0,30	0,62	0,87	0,00	0,65	-	1,00	1,00	1,00	-	1,00	-	-	1,00	1,00
Média T1	-	0,84	0,14	0,86	0,04	1,00	1,00	1,00	0,97	-	1,00	1,00	0,83	0,67	1,00	0,17	-1,00
Média T2	-	0,86	0,11	0,23	0,84	0,25	0,67	0,69	1,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	0,50	-0,50
Média T1+T2	-	0,85	0,04	0,61	0,44	0,45	0,76	0,15	0,98	1,00	0,33	1,00	0,10	0,78	1,00	0,30	-0,80

O índice calculado a partir dos resultados numéricos (Tabela 2) indica: preferência dos peixes por Euglenophyceae, Bacillariophyceae e Xanthophyceae, dentre as algas; por Protozoa e Copepoda, dentre os organismos menores, e por Chironomini, dentre os macroinvertebrados; rejeição a Cyanophyceae, Zygnemaphyceae, Dinophyceae, algas não identificadas, Cladocera, Ceratopogonidae e macroinvertebrados, exceto Chironomini; e que o uso de Chlorococcales deu-se ao acaso, ocorrendo em menos de 50% dos casos.

O índice calculado a partir dos resultados volumétricos (Tabela 3) indica preferência das tilápias por Bacillariophyceae e algas não identificadas, dentre as algas, e, dentre os demais organismos, especialmente por Protozoa, Rotifera, Cladocera e, eventualmente, Ceratopogonidae, Chironomini e demais macroinvertebrados.

O Índice de Preponderância (Tabela 4) indica resultados diferentes do Índice de Eletividade. As Chlorococcales passam a ser o item alimentar mais expressivo nos dois tanques de *O. niloticus*. Os tanques apresentaram diferenças quanto à contribuição dos demais itens. Zygnemaphyceae foi o segundo item mais importante no Tanque 2, e o total de macroinvertebrados, no Tanque 1. O terceiro item mais importante no Tanque 1 foi Chironomidae, e no Tanque 2, Bacillariophyceae, e assim por diante.

Os conteúdos estomacais de *O. niloticus*, considerando-se o Índice de Preponderância, mostram que, dentre as algas, no Tanque 1 mais eutrófico (BEYRUTH e TANAKA, 2000), as Chlorococcales foram as mais importantes. Com relação às fontes heterotróficas, além de ração-detrito foram importantes, pelo volume encontrado, o total de macroinvertebrados, destacando-se Chironomidae, e

Tabela 3. Valores do Índice de Eletividade alimentar apresentado pela tilápia *O. niloticus*, calculados a partir dos valores de volume dos alimentos naturais no Tanque 1 (T1) e no Tanque 2 (T2)

Data Tanque	Eletividade em volume																
	Cyanophyceae/ Cyanobacteria	Chlorococcales	Zygnemaphyceae	Euglenophyceae	Bacillariophyceae	Dinophyceae	Xanthophyceae	Outras Algas (n.id.)	Microinvertebrados	Protozoa	Rotifera	Copepoda	Cladocera	Ceratopogonidae	Chironomini	macroinvertebrados total	Outros Macroinvertebrados
17/11/97 T1	-1,00	-0,98	-1,00				-1,00	-0,10	-1,00		-1,00	-1,00	-1,00	1,00	-0,23	-0,19	0,68
02/12/97 T1	-1,00	-0,98	-1,00	-1,00			-1,00	-0,24	0,84		-1,00	-1,00	-0,93	-1,00	0,91	-0,57	-0,96
29/12/97 T1	-1,00	-0,97	-0,99					-0,22	1,00		-1,00	-1,00	-0,51	-1,00	-0,02	-0,88	-1,00
12/01/98 T1	-1,00	-0,86	-0,94	-1,00				0,95	1,00		-1,00	-1,00	-0,78	-1,00	0,07	-0,76	-1,00
26/01/98 T1	-1,00	-0,91	-1,00	-1,00		-1,00		-0,19	-0,98		-1,00	-1,00	-0,94	-1,00	-0,12	-0,77	-1,00
09/03/98 T1	-0,99	-0,80	0,29	-1,00				0,98	1,00		-1,00	-1,00	-0,91	-1,00	-0,51	-0,92	-0,94
16/12/97 T2	-0,99	-0,91	-0,60	-0,99	1,00			0,25	1,00	1,00	1,00		1,00	-1,00	-0,32	-0,79	-0,90
29/12/97 T2	-0,99	-0,85	-0,75	-0,99	1,00	-0,99	-0,99	0,49	1,00	1,00	1,00		1,00	-1,00	-0,69	-0,84	-0,93
12/01/98 T2	-0,99	-0,71	-0,05	-0,91	1,00	-1,00	1,00	0,25	-1,00	1,00			1,00	-1,00	-0,81	-0,89	-1,00
26/01/98 T2	-0,99	-0,86	-0,88	-1,00	1,00	-1,00		0,62	1,00	1,00	1,00		1,00			1,00	1,00
Média T1	-1,00	-0,92	-0,77	-1,00		-1,00	-1,00	0,20	0,31		-1,00	-1,00	-0,85	-0,67	0,02	-0,68	-0,70
Média T2	-0,99	-0,83	-0,57	-0,97	1,00	-1,00	0,00	0,40	0,50	1,00	1,00		1,00	-1,00	-0,61	-0,38	-0,46
Média T1+T2	-0,99	-0,88	-0,69	-0,99	1,00	-1,00	-0,50	0,28	0,39	1,00	-0,33	-1,00	-0,11	-0,78	-0,19	-0,56	-0,61

Tabela 4. Valores do Índice de Preponderância (IP) para alimentos naturais, apresentados pela tilápia *O. niloticus*, cultivada com arraçoamento, no Tanque 1 (T1) e no Tanque 2 (T2)

Item alimentar	IP (T1 e T2)	Escores	IP (T1)	Escores	IP (T2)	Escores
Cyanophyceae/Cyanobacteria	0,034	IX	0,0039	IX	0,0796	IV
Chlorococcales	98,610	I	98,1925	I	99,2363	I
Zygnemaphyceae	0,288	II	0,1805	VII	0,4499	II
Euglenophyceae	0,030	X	0,0002	XI	0,0746	V
Bacillariophyceae	0,038	VIII	0,0000		0,0958	III
Dinophyceae	0,000	XIII	0,0000		0,0002	X
Xanthophyceae	0,000		0,0000		0,0001	XI
Outras algas	0,171	VII	0,2510	VI	0,0509	VI
Protozoa	0,000		0,0000		0,0000	
Rotifera	0,000		0,0000		0,0000	
Copepoda	0,000		0,0000		0,0000	
Cladocera	0,187	VI	0,3077	V	0,0053	VII
Ceratopogonidae	0,000	XII	0,0004	X	0,0000	
Chironomidae	0,191	IV	0,3180	III	0,0007	IX
Microinvertebrados	0,187	V	0,3081	IV	0,0053	VII
Macroinvertebrados	0,261	III	0,4335	II	0,0014	VIII
Outros Macroinvertebrados	0,002	XI	0,0040	VIII	0,0001	X

o total de microinvertebrados, principalmente Cladocera. No Tanque 2, menos eutrofizado, destacaram-se, dentre as fontes autotróficas, em ordem decrescente de importância: Chlorococcales, Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae, Cyanophyceae e Euglenophyceae, e dentre as fontes heterotróficas, além da fração ração-detrito, os micro e os macroinvertebrados.

Em relação às comunidades endógenas de alimentos naturais, a contribuição volumétrica evidenciou a importância dos organismos maiores, de ciclo de vida mais longo e taxa de renovação mais lenta no sistema, os quais podem ser chamados “k-estrategistas”, geralmente com distribuição gregária e bentônicos. A contribuição numérica ressaltou a importância dos organismos menores, de ciclo de vida

mais curto e renovação mais rápida no sistema: os “r-estrategistas”, geralmente com distribuição uniforme e planctônicos. Enquanto os k-estrategistas, por sofrerem predação pelos peixes e por sua forma de vida, tendem a se esgotar no ambiente com o tempo de consumo, os r-estrategistas continuam a manter seu estoque em número elevado.

Teoricamente, qualquer organismo aquático tem seu valor nutritivo aumentado, quando há disponibilidade de ração no ambiente (TIDWELL *et al.*, 1997). Havendo preferência pelo alimento natural e quando seu uso é intenso, o alimento suplementar, a ração, passa a agir principalmente como fertilizante, enriquecendo o suprimento de alimento natural (BEYRUTH e TANAKA, 2000). A eutrofização devida ao excesso de ração teoricamente favoreceria igualmente todos os níveis tróficos (BEYRUTH e TANAKA, 2000; BEYRUTH *et al.*, 1998b; FARIA *et al.*, 1999; BEYRUTH *et al.*, 1996). O que determina a maior abundância dos microprodutores primários (r-estrategistas), a curto prazo, é seu tempo de geração, o qual é muito menor que o dos organismos dos níveis tróficos superiores na cadeia alimentar. A prazos mais extensos, os demais níveis tróficos também devem ser favorecidos, de acordo com seus respectivos tempos de geração, se as outras condições permanecerem favoráveis. O estoque de macroinvertebrados e de outros organismos bentônicos tende a diminuir com a predação, enquanto aquele de microalgas planctônicas tende a manter-se estável ou aumentar, em razão da eutrofização.

Considerando que: a ração é oferecida duas vezes ao dia; a ingestão da ração ocorreria apenas 2-3 horas após a oferta (FOCKEN *et al.*, 2000); e, em todo o período, o alimento natural está disponível e sua ingestão tende a ser mais eficiente, obedecendo a padrões que são produto da evolução conjunta dos organismos aquáticos, até mesmo um pequeno e rápido fluxo de alimentos naturais pode constituir uma fração considerável do alimento ingerido, maior que aquela eventualmente sugerida por uma observação momentânea.

A disponibilidade e a distribuição do alimento são fatores importantes tanto para a atividade alimentar quanto para determinar a quantidade de alimento ingerido. Estes fatores e a fase de vida e maturidade das tilápias, ainda que não sejam objeto deste estudo, podem explicar algumas das diferenças encontradas entre os resultados obtidos nos dois tanques, nas duas coletas de 24 horas, diferenças essas, mais acentuadas

em relação à abundância numérica e que podem ser explicadas pela ocorrência de alterações da disponibilidade dos alimentos naturais. A disponibilidade contínua do alimento permite ao peixe ajustar a ingestão e o suprimento nutricional às suas necessidades metabólicas. O aumento da frequência alimentar resulta num suprimento nutritivo mais regular, com aumento da eficiência da digestão e do metabolismo dos nutrientes (Boujard e Leatherland, 1992, *apud* TOGUYENI *et al.*, 1997).

A partir do conhecimento das etapas de produção-utilização-esgotamento, do valor nutritivo de cada recurso alimentar endógeno e de seu consumo pelos organismos cultivados, pode-se propor um cronograma mais econômico de alimentação. DIANA *et al.* (1996) propõem a fertilização na fase inicial e a adição de ração a partir do momento em que os animais atingem 100-150 gramas. Os experimentos de BROWN *et al.* (2000) mostram que o atraso em 45 ou 75 dias na oferta de ração reduziu o custo de produção (37%), sem, no entanto, comprometer o valor da colheita.

Este trabalho mostra a importância de se estimar o tempo de esgotamento dos recursos bentônicos, que, por sua vez, indica o momento mais oportuno de oferta da ração, mais rica em proteínas, destinada a suprir as necessidades que os macroinvertebrados teriam deixado de atender. O balanço adequado à situação existente, entre tipo e quantidade de alimento utilizado e o de sua produção endógena, deve ser avaliado para garantir a viabilidade econômica da atividade. É indispensável que os insumos sejam adequados às necessidades do ambiente, para evitar alterações deletérias da qualidade da água, em razão da eutrofização intensa que o desperdício de ração pode provocar (BEYRUTH *et al.*, 1998a, c, d; BEYRUTH e TANAKA, 2000), utilizando a ração apenas para suprir as necessidades não atendidas pelos alimentos naturais, com a vantagem, também, de diminuir o custo financeiro do cultivo.

CONCLUSÕES

Os alimentos naturais foram utilizados em proporções consideráveis pela espécie cultivada, a tilápia *Oreochromis niloticus*. O nível de atividade alimentar variou ao longo do dia, como resposta à disponibilidade de alimento, a fatores ambientais (por exemplo: luz, temperatura), diferenças de comportamento e ritmos endógenos do animal. A maior abundância de organismos no trato digestório dos peixes foi, dentre

os macrobênticos, os Chironomidae; dentre as macrófitas, *Salvinia auriculata*; dentre os organismos zooplancônicos, os Cladocera *Moina micrura* e *Daphnia* sp.; e, dentre as algas, *Scenedesmus opoliensis*, *Coelastrum pseudomicroporum*, *C. astroideum*, *Crucigenia tetrapedia*.

Os resultados permitem concluir que o sistema de cultivo empregado no presente estudo pode ser aprimorado através do manejo das comunidades-alimento endógenas, determinando-se o período de declínio das comunidades bentônicas, para, neste momento, elevar a oferta de ração, adequando os insumos às necessidades reais do cultivo. O incremento da disponibilidade de alimentos naturais é outra estratégia que pode contribuir para um melhor aproveitamento econômico destes sistemas de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEYRUTH, Z.; BARBIERI, G.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; TEIXEIRA FILHO, A. 1996 Incentivo às atividades econômicas não impactantes na bacia da represa do Guarapiranga - Pesca e Aqüicultura. In: WORKSHOP SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO GUARAPIRANGA, São Paulo, 1996. FAPESP/SMA: Programa de Recuperação da Qualidade da Água da Represa do Guarapiranga - BIRD - Governo do Estado de São Paulo. p.1-7.
- BEYRUTH, Z.; MONTEIRO JR., A.J.; FARIA, F.C.; TANAKA, F.M.; EVANGELISTA, S.A.S.; SOUZA, R.C.P.; CACAO, R.C.; FUSCO, S.M.M.; MENEZES, L.C.B.; CALEFFI, S.; BRANDIMARTE, A.L. 1998a Diagnóstico limnológico e disponibilidade de alimentos naturais em tanques de aqüicultura. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO DE PESCA, 7., São Paulo, abr./1998. *Resumos...* São Paulo: Instituto de Pesca. p.38.
- BEYRUTH, Z.; FARIA, F.C.; BRANDIMARTE, A.L.; MENEZES, L.C.B. 1998b Fauna bentônica de tanques de aqüicultura. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO DE PESCA, 7., São Paulo, abr./1998. *Resumos...* São Paulo: Instituto de Pesca. p.39.
- BEYRUTH, Z.; FUSCO, S.M.M.; MAINARDES-PINTO, C.S.R.; FARIA, F.C.; MENEZES, L.C.B.; BRANDIMARTE, A.L. 1998c Variação diuturna do conteúdo do trato digestivo de *Oreochromis niloticus* de tanques de cultivo: I. Fauna bentônica e vegetais superiores. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO DE PESCA, 7., São Paulo, abr./1998. *Resumos...* São Paulo: Instituto de Pesca. p.40.
- BEYRUTH, Z.; TUCCI, A.; FERRAGUT, C.; MENEZES, L.B. 1998d Comunidade fitoplanctônica em tanques de aqüicultura. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 10(1): 21-36.
- BEYRUTH, Z. e FUSCO, S.M. 1999 Utilização de alimentos naturais por *Oreochromis niloticus* cultivados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 7., Florianópolis, 18-22/jul./1999. *Resumos...* p.595.
- BEYRUTH, Z. e TANAKA, F.M. 2000 Biovolume of the phytoplankton in aquaculture tropical ponds. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 27(5): 689-695.
- BISWAS, S.P. 1993 *Manual of methods in fish biology*. Delhi: Pub. South Asian Publishers Pvt. Ltd.
- BROWN, C.L.; BOLIVAR, R.B.; JIMENEZ, E.T.; SZYPER, J. 2000 Timing of the onset of supplemental feeding of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in ponds. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., Rio de Janeiro, 3-7/set./2000. *Proceedings...* v.1, p.237-240.
- DIANA, J.S.; LIN, C.K.; YI, Y. 1996 Timing of supplemental feeding for tilapia production. *J. World Aquacult. Soc.*, 27(4): 410-419.
- FARIA, F.C.; BEYRUTH, Z.; MENEZES, L.C.B. 1999 Fauna macrobentônica de tanques de aqüicultura de *Oreochromis niloticus* (Tilápia do Nilo), *Prochilodus scrofa* (Curimatá) e de *Macrobrachium rosenbergii* (Camarão Gigante da Malásia). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 13., São Carlos, 22-26/fev./1999. *Resumos...* p.538.
- FOCKEN, U.; SCHLECHTRIEM, C.; BECKER, K. 2000 Contribution of natural food and compound feed to the gut content of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) in pond culture. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., Rio de Janeiro, 3-7/set./2000. *Proceedings...* v.1, p.157-162.

- FUSCO, S.M. e BEYRUTH, Z. 1999 Macrofauna bentônica e macrófitas no conteúdo estomacal de *Oreochromis niloticus* cultivados. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 13., São Carlos, 22-26/fev./1999. *Resumos...* p.536.
- GETACHEW, T. 1993 The composition and nutritional status of the diet of *Oreochromis niloticus* in Lake Chamo, Ethiopia. *J. Fish Biol.*, 42: 865-874.
- HEPHER, B. 1990 *Nutrition of pond fishes*. Cambridge: Cambridge University Press. 388p.
- HYNES, H.B.N. 1950 The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.*, 19(1): 36-58.
- LIND, O.T. 1974 *Handbook of common methods in limnology*. Saint Louis: The C.V. Mosby Company. 154p.
- MAINARDES-PINTO, C.S.R.M. 1988 Criação de tilápias. *B. Téc. Inst. Pesca*, São Paulo, 10: 1-13.
- MONTEIRO JÚNIOR, A.J. e BEYRUTH, Z. 1997 Determinação das condições limnológicas em tanques de aquicultura. Fatores abióticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 6., São Carlos, 1997. *Resumos...* São Carlos: Sociedade Brasileira de Limnologia. Universidade Federal de São Carlos. p.315.
- MONTEIRO JÚNIOR, A.J. e BEYRUTH, Z. 2003 Impactos da piscicultura na qualidade da água: um estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 9., Juiz de Fora, 20-25/jul./2003. *Resumos...* Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora. p.4.
- MONTEIRO JÚNIOR, A.J.; BEYRUTH, Z.; SOUZA, R.C.P. 2001a Variação das condições limnológicas em tanques de cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 8., João Pessoa, 2-6/set./2001. *Resumos...* p.221.
- MONTEIRO JUNIOR, A.J.; BEYRUTH, Z.; SOUZA, R.C.P. 2001b Variação das condições limnológicas no período de 24 horas em tanque de cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 8., João Pessoa, 2-6/set./2001. *Resumos...* p.236.
- MORIARTY, C.M. e MORIARTY, D.J.W. 1973 Quantitative estimation of the daily ingestion of phytoplankton by *Tilapia nilotica* and *Haplochromis nigripinnis* in Lake George, Uganda. *J. Zool.*, London, 171: 15-23.
- PÉREZ, G.R. 1992 *Fundamentos de limnología neotropical*. Medelín: Ed. Universidad de Antioquia. 529p.
- SIEGEL, S. 1975 *Estatística não paramétrica*. São Paulo: McGraw Hill Inc. 350p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; YOSHIDA, C.E.; BRAGA, F.M.S. 2000 Effects of continuous water exchange on the limnology of tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture tanks. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., Rio de Janeiro, 3-7/set./2000. *Proceedings...* v.1, p.279-287.
- SOUZA, M.L.R.; MACEDO-VIEGAS, E.M.; KRONKA, S.N. 1999 Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre rendimento de carcaça, filé e pele da Tilápia do Nilo (*O. niloticus*). *R. Bras. Zootec.*, 28(1): 1-6.
- TACON, A.G.J. 1994 Dependence of intensive aquaculture systems on fishmeal and other fishery resources. *FAO Aquaculture Newsletter*, 6: 10-16.
- TACON, A.G.J. 1995 Semi-intensive feeding methods for freshwater fish: Concepts and research approaches. In: SIMOENS, J.-J. e MICHA, J.-C. (ed.). *The management of integrated freshwater agro-piscicultural ecosystems in tropical areas*. (SEMINAR: 16-19/May/1994). Brussels: Ed. Royal Academy of Overseas Sciences/Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation/ Food and Agriculture Organization of United Nations. p.485-510.
- TACON, A.G.J. e DE SILVA, S.S. 1997 Feed preparation and feed management strategies with semi-intensive fish farming systems in the tropics. *Aquaculture*, 151: 379-404.
- TADESSE, Z. 1999 The nutritional status and digestibility of *Oreochromis niloticus* L. diet in Lake Langeno, Ethiopia. *Hydrobiologia*, 416: 97-106.

- TANAKA, F.M. e BEYRUTH, Z. 1998 Biovolume of the phytoplankton in aquaculture tropical ponds. In: SIL CONGRESS, 27., Dublin, 1998. *Abstracts...* p.288.
- TANAKA, F.M.; BEYRUTH, Z.; SOUZA, R.C.P. 1999 Crescimento de organismos do perifíton em substratos artificiais implantados em tanques de cultivo de *Oreochromis niloticus* (Tilápia do Nilo) e *Rana catesbeiana* (Rã Touro). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 13., São Carlos, 22-26/fev./1999. *Resumos...* p.537.
- TIDWELL, J.H.; SCHULMEISTER, G.; MAHL, C.; COYLE, S. 1997 Growth, survival, and biochemical composition of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* fed natural food organisms under controlled conditions. *J. World Aquacult. Soc.*, 28: 123-132.
- TOGUYENI, A.; FAUCONNEAU, B.; BOUJARD, T.; FOSTIER, A.; KUHN, E.R.; MOL, K.A., BAROILLE, J-F. 1997 Feeding behavior of food utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus*: effect of sex ratio and relationship with endocrine status. *Physiology and Behavior*, 62(2): 273-279.
- WETZEL, R.G. e LIKENS, G.E. 1995 *Limnological analyses*. 2. ed. New York: Springer-Verlag
- ZAVALA-CAMIN, L.A. 1996 *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes*. Maringá: EDUEM/NUPELIA. 129p.