

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

DEBORA BASTOS DE OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DA DIETA E CRESCIMENTO DE
TILÁPIAS PRODUZIDAS EM RESERVATÓRIOS DE
ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO EM PEQUENAS
PROPRIEDADES RURAIS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL

Dourados/MS
Maio/2017

DEBORA BASTOS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA DIETA E CRESCIMENTO DE
TILÁPIAS PRODUZIDAS EM RESERVATÓRIOS DE
ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO EM PEQUENAS
PROPRIEDADES RURAIS**

ORIENTADORA PROF^a. DR^a. MÁRCIA REGINA RUSSO

Dissertação de mestrado submetida ao programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, como um dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia na área de concentração Ciência Ambiental.

DOURADOS/MS

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

O48a Oliveira, Debora Bastos de

Avaliação da dieta e crescimento de tilápias produzidas em reservatórios de água para irrigação em pequenas propriedades rurais / Debora Bastos de Oliveira -- Dourados: UFGD, 2017.

69f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Dra. Márcia Regina Russo

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Fitoplâncton. 2. *Oreochromis niloticus*. 3. Piscicultura. 4. Reservatório Ionado. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



Termo de Aprovação

Após apresentação, arguição e apreciação pela banca examinadora, foi emitido o parecer APROVADO, para a dissertação intitulada: **“Avaliação da dieta e crescimento de tilápias produzidas em reservatórios de água para irrigação em pequenas propriedades rurais”**, de autoria de **Debora Bastos de Oliveira**, apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados.

Prof.^a Dr.^a Márcia Regina Russo
Presidente da banca examinadora

Prof. Dr. Anderson Ferreira
Membro Examinador (UFGD)

Prof.^a Dr.^a Seila Rojas de Souza
Membro Examinador (UFGD)

Dourados/MS, 28 de abril de 2017.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, ao CNPq, ao programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental e ao corpo docente, pela oportunidade de aprendizado de diversas maneiras, nos conteúdos didático-científicos ou com lições para a vida;

À minha orientadora professora Dr^a. Marcia Regina Russo e ao NUPAQ, pela oportunidade e confiança em desenvolvermos esse trabalho, no qual pude resgatar meus conhecimentos ficológicos;

À banca de qualificação, composta pelo professor Anderson Ferreira e professora Seila Rojas de Souza, pelas excelentes contribuições feitas de forma respeitosa;

Ao Professor Luiz Carlos Gomes, do NUPELIA/UEM, e alunos, em especial à Natalia, que auxiliaram nas análises estatísticas, e deram grande apoio na finalização dessa etapa;

À Dr^a. Susicley Jati, Dr^a. Sueli Train e Dr^a. Luzia Cleide Rodrigues, pelos ensinamentos em Ficologia e Ecologia durante minha graduação e, à essas biólogas queridas, pelo apoio até hoje;

À Dr^a. Tarcila S. de Castro Silva, pelo apoio, amizade e ensinamentos em pesquisa e fora dela;

À Carolina, pela parceria firmada desde o início do estudo, conversas e amizade;

Aos amigos dos laboratórios da UFGD e EMBRAPA, pela parceria e apoio durante o período de estudos, e em especial à Cristiane Vaz Sanches, ex-bolsista, que se dedicou auxiliando nas coletas e início das análises;

Aos amigos, que entenderam minha ausência e torceram por mim, Josi, Andréia, Nathália, entre outros que deixei a convivência de lado durante esse longo período;

À Vanessa Doffinger, que me aconselhou nos momentos de dificuldade e me ajudou de diversas formas;

Ao André, pela paciência, companheirismo e carinho sempre;

À minha família, pelo apoio e motivação sempre demonstrados de diversas formas;

À todas as pessoas que fizeram parte da minha vida nesse período, pois, de alguma forma crescemos e evoluímos espiritualmente, e tivemos a oportunidade de aprendizado de sermos melhores uns com os outros;

À Deus e ao universo, que permitem minha existência, aprimoramento e evolução, para que eu tenha condições de contribuir para um mundo cada vez melhor.

Lista de tabelas

Tabela 1: Características dos reservatórios e densidade estocadas de tilápias produzidas em reservatórios de irrigação de novembro de 2014 a junho de 2015.	25
Tabela 2: Níveis de garantia dos nutrientes que compõem as rações utilizadas.	26
Tabela 3: Autovetores (correlações) das variáveis físico-químicas utilizadas na análise de componentes principais (PCA), autovalores e porcentagem de explicação de cada eixo em função do reservatório e amostragem no tempo do cultivo.	29
Tabela 4: Percentual volumétrico e de frequência de ocorrência dos principais itens encontrados nos conteúdos estomacais de tilápias cultivadas no reservatório de irrigação R1, no período de nov./14 a jun./15 na região da grande Dourados, MS.	32
Tabela 5: Percentual volumétrico e de frequência de ocorrência dos principais itens encontrados nos conteúdos estomacais de tilápias cultivadas no reservatório de irrigação R2, no período de nov./14 a jun./15 na região da grande Dourados, MS.	33
Tabela 6: Percentual volumétrico e de frequência de ocorrência dos principais itens encontrados nos conteúdos estomacais de tilápias cultivadas no reservatório de irrigação R3, no período de nov./14 a jun./15 na região da grande Dourados, MS.	34
Tabela 7: Percentual volumétrico e de frequência de ocorrência dos principais itens encontrados nos conteúdos estomacais de tilápias cultivadas no reservatório de irrigação R4, no período de nov./14 a jun./15 na região da grande Dourados, MS.	35
Tabela 8: Teste de médias do peso das tilápias cultivadas em 4 reservatórios de irrigação durante o período de nov./14 a jun./15 na região da grande Dourados, MS.	38

Lista de figuras

Figura 1: Reservatórios de criação de tilápias em pequenas propriedades no município de Glória de Dourados.....	25
Figura 2: Ordenação das amostras (A – reservatórios; B – temporal; meses) das variáveis físico-químicas utilizadas na análise de componentes principais (PCA). As setas dentro das figuras indicam as variáveis mais importantes para a ordenação (Oxig: oxigênio dissolvido (mg/L); Temp: temperatura da água (oC); Cond.: Condutividade elétrica (μ S/cm); Transp: Transparência da água).....	30
Figura 3: Percentual do volume dos itens alimentares ingeridos pelos peixes ao longo do estudo.	36
Figura 4: Ordenação dos dados espaciais (reservatórios – A) e temporais (ciclo de cultivo – B) de tilápia através do Escalonamento Dimensional não Métrico (nMDS; Eixo 1: NMDS1; Eixo 2: NMDS2).	37
Figura 5: Médias dos pesos das tilápias ao longo do tempo, cultivadas em reservatórios de irrigação durante o período de nov./14 a jun./15 na região da grande Dourados, MS.	38

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL	5
1.1 A aquicultura no Brasil e o cultivo de tilápia.....	5
1.2 O uso de reservatórios revestidos com PVC	6
1.3 Qualidade da água – características limnológicas no cultivo de tilápias.....	7
1.4 Fitoplâncton no cultivo de peixes	8
1.5 Zooplâncton como Alimento Vivo.....	11
1.6 Criação de peixes pela agricultura familiar	13
2 REFERÊNCIAS	15

CAPÍTULO II - ARTIGO

1. INTRODUÇÃO	22
2. MATERIAIS E MÉTODOS	24
2.1. Área de estudo.....	24
2.2. Parâmetros físicos e químicos da água	26
2.3. Dieta dos Peixes.....	26
2.4. Avaliação do crescimento.....	26
2.5. Análise de dados	27
2.5.1. Variáveis físico-químicas	27
2.5.2. Dieta dos peixes.....	28
2.5.3. Ganho de peso	28
3. RESULTADOS	28
3.1. Variáveis físico-químicas	28
3.2. Dieta	30
3.3. Ganho de peso	38
4. DISCUSSÃO	39
5. CONCLUSÃO.....	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
APÊNDICE	
ANEXO	

1. INTRODUÇÃO GERAL

A aquicultura no Brasil e o cultivo de tilápia

O aumento populacional e a diminuição dos estoques pesqueiros em águas continentais são fatores que incentivam o crescimento e desenvolvimento da aquicultura (AGOSTINHO et al., 2007). Devido ao grande potencial que o país possui para a atividade, com clima tropical e subtropical, e pela abundância de recursos hídricos, o cultivo de diversas espécies de peixes é favorecido (BOSCOLO et al., 2001; LUNDSTEDT et al., 2016).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no ano de 2015, a produção da piscicultura, carcinicultura e malacocultura no país atingiu 574.164.713 kg e, toda produção da aquicultura, incluindo alevinagem, entre outros, gerou a receita de 4,39 bilhões de Reais, com a maior parte (69,9%) oriunda da criação de peixes. O Estado de Mato Grosso do Sul contribuiu com 1,4% da produção nacional (17ª. posição entre os outros Estados) comercializando 6.782.724 quilos, obtendo a receita de 35 milhões de reais (IBGE, 2015).

Apesar do crescimento anual no país, algumas regiões produtoras sofreram queda da produtividade. Segundo dados do IBGE (2015) o município de Sorriso (MT) apresentou queda devido aos altos custos produção e a paralisação de um grande frigorífico na região. Esse cenário levou muitos produtores a reduzirem os investimentos ou até mesmo a desistirem da atividade. Acontecimentos como estes também foram verificados em Mato Grosso do Sul, onde a cadeia produtiva enfrenta dificuldades desde o licenciamento ambiental para a produção até dificuldades na comercialização (ZANON et al., 2016). Assim como Mato Grosso do Sul, em geral, a região centro-oeste do país registrou queda de 19,7% em relação a produtividade do ano de 2014 (IBGE, 2015).

Apesar do declínio da produtividade aquícola em algumas regiões, a produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* registrou aumento de 9,7% em relação a 2014. Atualmente é a espécie mais cultivada no Brasil, com 219,33 mil toneladas despescadas em 2015, representando 45,4% do total da despesca nacional, (IBGE, 2015). A espécie pertence à Ordem Perciformes, Família Cichlidae, possui hábito alimentar onívoro e aceita ração com grande facilidade, desde o período de pós-larva até a fase de terminação (BOSCOLO et al., 2001). O baixo pH estomacal e elevado comprimento intestinal constituem importantes características morfofisiológicas do trato digestório de tilápia, que possibilita que ocorra hidrólise ácida da

celulose e maior retenção da digesta, facilitando a assimilação de variados itens alimentares pela distribuição das enzimas ao longo do trato intestinal (LEENHOUWERS et al., 2008).

A criação de tilápias pode ser feita de acordo com a demanda do produtor. O sistema extensivo exige pouca dedicação e manejo, estocagem de 500 a 1.000 alevinos por hectare, tempo de produção superior a um ano, e produtividade de até 500 kg/ano (ZIMMERMANN & FITZSIMMONS, 2004). Os mesmos autores caracterizam a criação em sistema semi-intensivo pelo manejo de adubação associado ao fornecimento de ração com pouca exigência em proteína e pouca troca diária de água. A estocagem para esse sistema é entre 5 a 25 mil alevinos por hectare, e a produtividade é de 2.500 a 12.500 kg/ha/safra em até oito meses. Em sistema intensivo é fornecida ração com 32% de proteína, com manejo ativo e eventual aeração mecânica, as tocas de água são de no mínimo 10% ao dia, estocagem de 25 a 100 mil alevinos/há, e as despescas acontecem a partir de 4 meses (ZIMMERMANN & FITZSIMMONS, 2004).

As características organolépticas favoráveis é fator importante que incentiva pesquisas com o intuito de fornecer melhorias nas técnicas de produção e manejo (FURUYA et al., 2005). Dessa forma, os custos da produção são otimizados e se obtém maior qualidade do pescado, com rápido ciclo de criação, fatores que tornam a espécie atrativa para o cultivo em todo o país.

O uso de reservatórios revestidos com PVC

O uso da água na agricultura é fundamental para a manutenção e crescimento da cultura vegetal e animal e, em determinadas regiões, a composição do solo na propriedade rural é determinante para a escolha do tipo de reservatório a ser construído. Em solos de alta permeabilidade, como os arenosos, a retenção de água depende de revestimento para evitar a infiltração e perda da água, e pode ser feito a partir de lonas de policloreto de vinila (PVC) ou manta de polietileno de alta densidade (PEAD) (ONO & KUBITZA, 2003). Conforme a destinação da água, o reservatório ainda pode ser utilizado para cultivo de peixes, reaproveitando a água que, rica em nutrientes provenientes da alimentação e excretas, fertiliza o solo.

Mulligan e colaboradores (2010) destacam vantagens na utilização de reservatórios lonados, como a facilidade na despesca, porém também citam as desvantagens quanto aos altos custos de instalação e a ausência do sedimento, limitando a troca com nutrientes do solo. Para

minimizar essa limitação, os autores citam que a fertilização é importante para estimular o desenvolvimento organismos potencialmente importantes como alimentos vivos.

Lee e colaboradores (2004) utilizaram tanques lonados para evitar a infiltração de água salgada no sistema de maricultura, o qual era mantido com água salobra. Wamboldt e colaboradores (2015) estudaram isótopos estáveis na dieta de pós-larva de Robalo híbrido cultivado em reservatório impermeabilizado. O estudo teve o intuito de controlar o manejo da fertilização e o desenvolvimento de organismos naturais, isolando o sistema do contato com o solo. À outros estudos, se aplicam o uso de reservatórios ou tanques revestidos, como utilizado por Konnerup e colaboradores (2011) para produzir sistema de cultivo de tilápias em recirculação de água, evitando a descarga de água com alta carga de nutrientes nos corpos aquáticos.

Qualidade da água – características limnológicas no cultivo de tilápias

A qualidade da água para cultivo de peixes possui parâmetros a serem seguidos, estipulados e regulados por órgãos de fiscalização do governo (CONAMA, 2005). Os valores de referência para atividades aquícola devem seguir os parâmetros: Transparência da água (Secchi) (m) 0,40-0,60 metros; Temperatura ideal da água 28-32 °C, porém suporta temperaturas mais amenas; pH 6,5-8,0 (KUBITZA, 1998); e Condutividade Elétrica em torno de 23-71 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (SIPAÚBA-TAVARES, 1994). Os níveis para oxigênio dissolvido (OD) não devem ser inferiores a 5 mg/L (CONAMA, 2005).

No ano de 2015 o município que mais produziu tilápia no Brasil, Jaguaribara (CE), com 13,80 mil toneladas despescadas, teve queda na produtividade. A grande mortandade de peixes no Açude Castanhão em 2015 foi atribuída em virtude da baixa no reservatório de água e da falta de oxigenação (anóxia), fatores que levaram à perda de cerca de 3,00 mil toneladas da espécie. Em casos menos extremos, tilápia pode tolerar concentrações de OD reduzidas em ambientes ricos em nutrientes e com alta produtividade primária (eutrofizados) (BOSCOLO et al., 2001).

A eutrofização é um fenômeno de enriquecimento da fertilidade nos sistemas aquáticos (ESTEVEZ, 2011). Segundo o autor, o termo “trófico” tem sua origem na Grécia antiga como relativo a nutrição ou alimentação, e foi acrescido do prefixo “eu”, que significa muito. O contrário desse termo é Oligotrófico, onde “oligo” significa pouco. Estudos mostram que, frequente nos ambientes de cultivo de peixes, ocorre eutrofização em decorrência do

fornecimento de ração somado à baixa renovação de água (ESTEVES, 1998; AGOSTINHO et al., 2007; DIAS et al., 2011). O processo se inicia com o aumento da produção de algas favorecidas pelo excesso de nitrogênio e fósforo no ambiente.

Segundo Furuya e colaboradores (2008) a excreção de nutrientes pelas fezes dos peixes é a principal fonte de eutrofização em piscicultura. Os autores citam que é comum a fabricação de dietas com valores de fósforo disponível acima das exigências, principalmente pelo fato de serem utilizadas fontes proteicas de origem animal no produto. Esse mineral é um dos nutrientes mais poluentes, e o excesso pode provocar eutrofização, prejudicando a qualidade da água no cultivo de peixes.

Fitoplâncton no cultivo de peixes

O termo plâncton foi dado por Viktor Hensen em 1887, porém a comunidade foi descoberta por Johanner Müller, ao filtrar água do mar em uma rede de malha fina (ESTEVES, 2011). Segundo o autor, no início do século XX as pesquisas sobre organismos aquáticos eram voltadas principalmente para o plâncton, período que também foi identificada a existência de um grupo de organismos fotossintetizantes que habitam a coluna d'água, a comunidade fitoplanctônica. Entre outros autores, Hutchinson e Margalef conduziram muitas pesquisas sobre a comunidade a partir de meados do século XX (ESTEVES, 2011).

O termo alga foi proposto por Lineu em 1753 como uma categoria taxonômica e, desde então sofreu muitas modificações (BICUDO & MENEZES, 2006). Segundo os mesmos autores, Round (1965, 1971), van-der-Hoek et al. (1995) e Graham & Wilcox (2000) estabeleceram os principais sistemas de classificação para identificar fitoplâncton, sendo o primeiro o mais utilizado.

Os organismos aquáticos que compõem o plâncton, como fitoplâncton e microinvertebrados, são grandes contribuintes para o sucesso da produção aquícola que utilizam alimento natural vivo (SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 2003). O estudo desses alimentos ingeridos pelos peixes permite conhecer o comportamento alimentar e os componentes consumidos no ambiente (AGOSTINHO, et al. 1997) otimizando o crescimento das espécies cultivadas.

Abaixo segue a descrição de alguns grupos, segundo Esteves (2011) no sistema de classificação utilizado por Bicudo e Menezes (2006):

- Chlorophyceae – Divisão Chlorophyta (clorófitas ou algas verdes), possuem clorofila a e b e amido como substância de reserva. São as mais frequentes em água doce. Habitam preferencialmente lagos mesotróficos a eutróficos e são cosmopolitas, principalmente pela dispersão pelo vento. As principais ordens lacustres são Chlorococcales (*Scenedesmus*, *Pediastrum*, entre outros) e Volvocales (chlamydomonas, entre outros);
- Zygnemaphyceae habitam preferencialmente água doce, raramente salobra. A ordem Zygnematales compreende o gênero mais conhecido *Spirogyra* que formam filamentos emaranhados e flutuantes. A ordem Desmidiaceae, que compreende gêneros como *Cosmarium*, são unicelulares formadas por duas semicelulas idênticas e habitam preferencialmente ambientes distróficos com pH em torno de 7,0 e oligotróficos ligeiramente alcalinos;
- Euglenophyceae são unicelulares, possuem clorofila a e b e paramilo como reserva e muitos indivíduos realizam fotossíntese, outros fagocitam partículas ou se alimentam por simples difusão. São encontrados comumente em água doce ricos em matéria orgânica. A ordem Euglenales compreende gêneros como *Euglena*, *Phacus*, *Strombomonas*, entre outros;
- Bacillariophyceae (diatomeáceas) são em maioria unicelulares, e constitui o maior grupo de algas eucarióticas. A característica principal do grupo é a parede celular formada por duas metades (frústula) constituídas principalmente de sílica, com diferentes formas. Possui gêneros como *Cyclotella*, *Pinnularia*, *Navicula*, entre outros;
- Dinophyceae (dinoflagelados) são organismos unicelulares, tecados ou não, com dois flagelos, que habitam ambientes de água doce e marinhos. Contém clorofila a e c, porém assimilam compostos orgânicos. Apresentam maior desenvolvimento no período de depleção de nutrientes, em ambientes oligotróficos. O gênero *Peridinium* é um representante desse grupo.
- Cianobacteria (Cyanophyta, Cianobactéria ou algas azuis) é excluído das demais algas por ser procaríoto. Possui clorofila a e glicogênio como substância de reserva. São unicelulares, coloniais ou não, ou filamentosas, com algumas espécies fixadoras de nitrogênio atmosférico, formadoras de estrutura de resistência, e geralmente são protegidas por bainha mucilaginosa. Dentre os gêneros, tem-se *Microcystis*, *Anabaena*, entre outros.

Estudos mostram que as clorófitas são abundantes em sistemas de cultivo e podem ser aliadas à produção por ser boa fonte de nutrientes. A exemplo desse grupo, as algas do gênero *Chlorella*, frequentes em viveiros de cultivo de peixes são amplamente estudadas, inclusive para alimentação humana (FRADIQUE et al., 2010). Possui teores de proteína em torno de 30%, e de 2,6% a 3,0% de lipídeos em sua composição (AZIM et al., 2002), fatores que contribuem para o bom rendimento de filé com baixos teores de gorduras. Foi observado ainda

que a suplementação alimentar de tilápia do Nilo por *Chlorella* aumentou o crescimento dos peixes, bem como melhorou a taxa de sobrevivência de larvas e maximizou o desempenho dos animais (COSTA et al., 2011).

Kent e colaboradores (2015) investigaram a composição centesimal (umidade, cinzas, lipídeos, carboidratos e proteínas), pigmentos, e perfis de aminoácidos e ácidos graxos de algas clorofíceas cosmopolitas. Os valores encontrados pelos autores foram semelhantes aos encontrados para *Spirogyra* e *Chlorella* comerciais, algas que se tornaram amplamente utilizadas nas indústrias alimentícia e farmacêutica. Os perfis bioquímicos se apresentaram ricos em proteínas de alta qualidade, gorduras polinsaturadas (tais como o ácido α -linolenico, ácido araquidônico, ácido eicosapentaenóico) e pigmentos antioxidantes (KENT et al., 2015).

Rocha Loures e colaboradores (2001) indicam que na criação de peixes os horários, quantidade e intervalo de alimentação deverão ser respeitados para ter boa produtividade e atingir o consumo total da ração. Nesse caso, a alimentação natural continua sendo consumida nos intervalos, e o fornecimento de ração nos horários preferenciais dos peixes não gera desperdícios e previne a eutrofização do sistema.

Essa informação pode evitar que o sistema eutrofize, formando floração (*bloom*) de algas indesejáveis, como as cianobactérias. O manejo incorreto da produção pode alterar a dinâmica estrutural da comunidade fitoplanctônica, que possui importância fundamental no equilíbrio e manutenção dos sistemas aquáticos (CALIJURI et. al, 2006). De acordo com os mesmos autores, as variações físicas, químicas e biológicas do ambiente acarretam alteração da dominância de espécies devido a variações de temperatura, taxa de nutrientes no sistema, disponibilidade de luz, variações no pH e herbivoria.

Alguns grupos de animais zooplanctônicos de maior biovolume, insetos aquáticos e as próprias tilápias exercem a herbivoria (*Grazing*) sobre as cianobactérias, equilibrando o sistema, pois possuem resistência à toxicidade da cianotoxina (LAZZARO, et al., 2003; BORGES et al., 2010). Entretanto, em situações de floração dessas algas, seu consumo pode acarretar em diversos prejuízos da produção como a alteração do sabor no filé do peixe, chamado de *off-flavor* (TUKER, 2000; FURUYA et al., 2008). Dessa forma, o consumo de alimentos vivos por tilápias se mostra aliado na manutenção da qualidade da água no sistema de cultivo, pois controla os efeitos decorrentes da alta densidade de peixes e arraçoamento (BORGES et al., 2010), e minimiza os efeitos da falta de conhecimento técnico de produtores.

Zooplâncton como Alimento Vivo

A nutrição da produção de peixes em confinamento é considerada um grande entrave financeiro, pelo custo da ração (FRACALOSSO & CYRINO, 2012). E para otimizar a produção e diminuir custos, estudos foram feitos para avaliar se o consumo de alimentos vivos e detritos do sistema por tilápias, como fonte de nutrientes, pode ser complemento da dieta com ração (FURUYA et al., 1996).

O desenvolvimento de algas e a mudança na estrutura da comunidade planctônica em sistemas de cultivo de peixes é promovido pelo aporte de nutrientes da alimentação artificial e excretas dos peixes (GUO & LI, 2003). Os autores afirmam que esse aumento da biomassa fitoplanctônica resulta no desenvolvimento elevado de invertebrados herbívoros que compõe o zooplâncton.

Os organismos zooplanctônicos são animais de diferentes categorias sistemáticas, como protozoários (flagelados, ameboides e ciliados) e metazoários como Rotíferos (Rotifera), Cladóceros e Copépodos (Crustacea), larva de Diptera (Insecta) da família Chaoboridae (ESTEVEZ, 1998).

As tecamebas, ou amebas tecadas (Protozoa, Rhizopoda) são importantes no ecossistema aquático participando de diversas interações biológicas, como na destruição primárias de celulose e lignina (ALEKPEROV & SNEGOVAYA, 2000). A população de tecamebas é diferente para ambientes lóticos e lênticos, apresentando morfologia característica da carapaça nos diferentes ambientes (VELHO et al., 2003). Os autores encontraram correlação de algumas espécies mais abundantes e frequentes na presença de altas taxas de OD, pH e alcalinidade. Embora apresentem grande diversidade no habitat planctônico, as tecamebas são mais abundantes no sedimento, aderidas à macrófitas aquáticas e outros invertebrados, respectivamente (ALVES et al., 2010).

Wang e colaboradores (2014) estudaram a composição nutricional do zooplâncton composto por diferentes organismos e afirma que, com exceção de um pequeno número de organismos com alto índice lipídico a maioria representa boa fonte para alimentação para lagostas. (79.2–98.1% de umidade, 1,9–54,2% de proteína, 0,4–11,2% de carboidratos e 0,1–27,9% de lipídeos),

Os Rotíferos são frequentemente encontrados em viveiros escavados no Brasil e o gênero *Brachionus* é bastante comum. A composição de proteína e aminoácidos desse gênero foi estudada, baseando-se na ideia de que a proteína solúvel é mais digestível para larvas de

peixe (SRIVASTAVA et al., 2006). Os autores relataram que, nos diferentes tipos de cultivo de *Brachionus*, o rotífero apresentou a taxa de 34 a 41% de proteína bruta e 50,6% desta é considerada proteína solúvel.

O zooplâncton quando consumido pelo peixe também pode contribuir para a elevação dos níveis de proteína no filé (AZIM et al., 2002). Estudos mostram que pós-larvas de curimatá alimentados apenas com ração de 24% ou 30% de proteína bruta na sua composição cresceram significativamente menos que aqueles que receberam plâncton como suplemento nas mesmas quantidades da ração. Além disso, os autores não encontraram diferença significativa no crescimento final entre os peixes alimentados com rações de 24 e 30% de proteína bruta e suplementados com plâncton. Esse resultado sugere que o custo com ração pode ser diminuído, uma vez que a proteína bruta é o ingrediente mais caro da dieta (FURUYA et al., 1999).

As tilápias possuem hábito diurno e predominantemente planctófago – filtrador (OTIENO et al., 2014). Essa espécie produz muco em várias partes da cavidade oral, inclusive nas brânquias. Dessa forma, o plâncton, sendo partícula em suspensão na água, se prende ao muco durante a passagem da água pela boca, formando aglomerados até atingir tamanho que se desprenda para ser deglutido (GERKING, 1994).

Alguns copépodes possuem alta mobilidade, fugindo de ataques dos predadores. O tipo de comportamento desses microcrustáceos afeta a seletividade pelo alimento, principalmente por organismos filtradores ou bombeadores de água, como tilápia, podendo ocorrer em baixos números junto ao conteúdo estomacal (STARLING & ROCHA, 1990; ROCHE & ROCHA, 2005). Em contrapartida, de maneira geral, a alimentação tende a ser menos seletiva quando há baixas densidades de presas (KHADKA & RAO, 1986), ou ainda, se o item alimentar é muito abundante no ambiente, pode ser bastante representativo na dieta do peixe (LAIR et al., 1996).

O comportamento alimentar da tilápia apresenta baixa repetibilidade (MARTINS et al., 2011), provavelmente porque o espectro alimentar é variável, e pode ser influenciado tanto pelas condições ambientais, quanto locais, consumindo o que tem disponível (ABELHA et al., 2001). Portanto, o conhecimento sobre a alimentação natural no ambiente de cultivo de peixes é importante para obter melhor produtividade com manejo alimentar e manter a qualidade da água, equilibrando alimentação artificial e eutrofização do ambiente, e desenvolvimento dos alimentos naturais.

Criação de peixes pela agricultura familiar

A produção de alimentos por pequenas propriedades rurais, tendo a família à frente da gestão e execução das atividades, tem grande importância para o desenvolvimento socioeconômico no Brasil, (RESENDE et al., 2015). Essa modalidade de produção agropecuária em pequenas áreas recebe o termo de “Agricultura familiar” e possui 12,3 milhões de pessoas trabalhando vinculadas à essa atividade, sendo grande responsável pela diminuição do êxodo rural (IBGE, 2006).

Para um empreendimento rural ser considerado agricultura familiar, o agricultor familiar precisa atender, simultaneamente, aos requisitos:

(I) não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; (II) - utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; III - tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

§ 1º O disposto no inciso I do caput deste artigo não se aplica quando se tratar de condomínio rural ou outras formas coletivas de propriedade, desde que a fração ideal por proprietário não ultrapasse 4 (quatro) módulos fiscais. § 2º São também beneficiários desta Lei: I - silvicultores que atendam simultaneamente a todos os requisitos de que trata o caput deste artigo, cultivem florestas nativas ou exóticas e que promovam o manejo sustentável daqueles ambientes; II - aquicultores que atendam simultaneamente a todos os requisitos de que trata o caput deste artigo e explorem reservatórios hídricos com superfície total de até 2 ha. (dois hectares) ou ocupem até 500 m³ (quinhentos metros cúbicos) de água, quando a exploração se efetivar em tanques-rede; III - extrativistas que atendam simultaneamente aos requisitos previstos nos incisos II, III e IV do caput deste artigo e exerçam essa atividade artesanalmente no meio rural, excluídos os garimpeiros e faiscadores; IV - pescadores que atendam simultaneamente aos requisitos previstos nos incisos I, II, III e IV do caput deste artigo e exerçam a atividade pesqueira artesanalmente. (IBGE, 2006)

O tamanho do módulo fiscal varia por microrregiões no Brasil e, entre todos os Estados do país, o Mato Grosso do Sul possui uma das maiores variações em tamanho dos módulos fiscais (LANDAU et al., 2012). Segundo os autores, esse parâmetro é estipulado baseado na capacidade de produção da área e obtenção de renda familiar, como condições de produção, dinâmica de mercado, infraestrutura instalada, disponibilidade tecnológica e de aspectos naturais, como água e solo.

A agricultura familiar de Mato Grosso do Sul tem a produção diversificada, como criação de gado leiteiro, hortifrúti, aves (NASCIMENTO et al., 2016) e, tem sido crescente, a criação de peixes, principalmente tilápia. Embora estudos mostrem que a produção de tilápias em áreas abaixo de 5 hectares é passível de prejuízos (MARTINS et al., 2001), tem sido incentivado pelo órgão de assistência rural do Estado, universidade e órgão de pesquisa como forma de aumentar a renda e produzir mais alimento para região (ZANON et al., 2016).

Contudo, como forma de reduzir custos com insumos da produção vegetal e também evitar gastos e poluição de recursos naturais, o cultivo de tilápias em reservatórios de água de irrigação estão sendo implantados em caráter experimental em um município da região da grande Dourados, MS, especialmente em assentamentos de reforma agrária. A utilização de água de viveiros de piscicultura pode ser alternativa viável para produção de vegetais, embora essa água tenha deficiências de alguns nutrientes (RODRIGUES et al., 2010). Estudos utilizando efluentes de um lago com criação de bagres híbridos para irrigar campos de arroz como fonte de fertilização. A determinação de nutrientes desse efluente resultou que continha 32% de nitrogênio total e 24% de fósforo total, e o experimento mostrou que o rendimento de grãos irrigados com efluentes da lagoa não teve diferença significativa de cultivos de arroz com utilização de fertilizantes inorgânicos convencionais (LAN, 1999 *apud* LIN & YI, 2003). Estudos como estes demonstram o grande potencial que os efluentes da criação de peixes possui para fertirrigar culturas vegetais e minimizar a poluição dos corpos receptores de água de viveiros, aumentar a produtividade vegetal e diminuir a compra de insumos.

Para amenizar os prejuízos decorrentes desse cultivo, uma vez que os custos de produção podem ser maiores que o lucro obtido com a venda da produção de peixes (MARTINS et al., 2001), o apoio de órgãos governamentais na estruturação e repasse de conhecimento técnico são fundamentais à essas famílias. Esse incentivo aliado ao cooperativismo é fundamental e essencial para fortalecer a cadeia produtiva no Estado de Mato Grosso do Sul e, futuramente, suprir as carências como instalação de agroindústrias para processamento de seus produtos (NASCIMENTO et al., 2016), assim como de frigoríficos para o processamento e agregação de valor ao pescado.

REFERÊNCIAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil**. Eduem, 2007.
- ALEKPEROV, I.; SNEGOVAYA, N. The fauna of testate amoebae (Rhizopoda, Testacea) in freshwater basins of Apsheron peninsula. **Protistology**, v. 1, n.4, p. 135-14. 2000.
- ALVES, G. M.; VELHO, L. F. M.; SIMÕES, N. R.; LANSAC-TÔHA, F. A. Biodiversity of testate amoebae (Arcellinida and Euglyphida) in different habitats of a lake in the Upper Paraná River floodplain. **European journal of protistology**, v.46, n. 4, p. 310-318, 2010.
- AZIM, M. E.; VERDEGEM, M. C. J.; KHATOON, H.; WAHAB, M. A.; VAN DAM, A. A.; BEVERIDGE, M. C. M. A comparison of fertilization, feeding and three periphyton substrates for increasing fish production in freshwater pond aquaculture in Bangladesh. **Aquaculture**, v. 212, p. 227-243, 2002.
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. 2ª ed. 502 p. Rima, 2006.
- BORGES, A. P. F.; TRAIN, S.; DIAS, J. D.; BONECKER, C. C. Effects of fish farming on plankton structure in a Brazilian tropical reservoir. **Hydrobiologia**, v. 649, p. 279–291, 2010.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, M.; MEUER, F. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.
- CALIJURI, M.C.; ALVES, M.S.A.; SANTOS, A.C.A. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. Ed. Rima, 118 p., 2006.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em 28 de fevereiro de 2017.
- COSTA, F. T. M.; REIS, F. R. C.; SANTOS, J. M. S.; MACIEL, S. M.; BISERRA, T. S.; MOREIRA, R. L.; FARIAS, W. R. L. Chlorella sp. como suplemento alimentar durante a larvicultura de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 4, p.1103-1115, 2011.
- DIAS, J. D.; TAKAHASHI, E. M.; BONECKER, C. C. Impact of fish cage-culture on the community structure of zooplankton in a tropical reservoir. **Iheringia**, série zool., v. 101. n. 1-2, 2011.

ESTEVEES, F. A. Fundamentos da Limnologia. Rio de Janeiro: Ed. Interciência/FINEP, 602 p., 1998.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 3ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FRADIQUE, M.; BATISTA, A. P.; NUNES, M. C.; GOUVEIA, L.; BANDARRAC, N.; RAYMUNDO, A. Incorporation of *Chlorella vulgaris* and *Spirulina maxima* biomass in pasta products. Part 1: Preparation and evaluation. **J. Science of Food and Agriculture**, v. 90: 1656–1664, 2010.

FRACALOSSI, D. M. & CYRINO, J. E. P. **NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1ª ed. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase juvenil. **Revista Unimar**, 18(2):307-319, 1996.

FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M. SOARES, C. M.; GALDIOLO, E. M. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação, sobre o crescimento e sobrevivência de larvas de curimatá (*Prochilodus lineatus*). **Acta Scientiarum**, v. 21, n. 3, p. 699-703, 1999.

FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R. M. G.; SANTOS, V. G.; SILVA, L. C. R.; SILVA, T. C.; FURUYA, V. R. B.; SALES, P. J. P. Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Redução dos Níveis de Proteína em Dietas para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1433-1441, 2005.

FURUYA, W. M.; FUJII, K. M.; SANTOS, L. D., SILVA, T. D. C., SILVA, L. D., MICHELATO, M. Exigência de fósforo disponível para tilápia-do-nilo (35 a 100 g). **Revista Brasileira de Zootecnia**, V. 37, N. 6, p 961-966, 2008.

GERKING, S. D. **Feeding ecology of fish**. California: Academic Press, 1994.

GUO, L. & LI, Z. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze river basin of China. **Aquaculture**. V. 226, p. 201-212, 2003.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006 – Agricultura Familiar – Primeiros Resultados**. Rio de Janeiro, 267 p., 2006. Acessado em 13 de março de 2017. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro_2006_agricultura_familiar.pdf>.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, v. 43, 47 p., 2015.

KHADKA, R. B. & RAO, R. T. Prey size selection by common carp (*Cyprinus carpio* var. *communis*) larvae in relation to age and prey density. **Aquaculture**, v. 54, n. 1, p 89-96, 1986.

KENT, M.; WELLADSEN, H. M.; MANGOTT A.; LI Y. Nutritional Evaluation of Australian Microalgae as Potential Human Health Supplements. **PLoS ONE**, V. 10(2), 2015.

KONNERUP, Dennis; TRANG, Ngo Thuy Diem; BRIX, Hans. Treatment of fishpond water by recirculating horizontal and vertical flow constructed wetlands in the tropics. **Aquaculture**, v. 313, n. 1, p. 57-64, 2011.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – Parte III (final). **Panorama da Aquicultura**. V. 8 n. 47, 1998.

LAIR, N.; TALEB, H.; REYES-MARCHANT, P. **Horizontal distribution of the rotifer plankton of Lake Aydat** (France). **Aquatic Sciences-Research Across Boundaries**. V. 58, n. 3, p. 253–268, 1996.

LANDAU, E. C.; CRUZ, R. K.; HIRSCH, A.; PIMENTA, F. M.; GUIMARÃES, D. P. Variação geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2012.

LAZARRO, X.; BOUVY, M.; FILHO, R. A. R.; OLIVEIRA, V. S.; SALES, L.T.; VASCONCELOS, A. R. M.; MATA, M.R. Do fish regulate phytoplankton in shallow eutrophic Northeast Brazilian reservoirs? **Freshwater Biology**. v. 48, p.649-668, 2003.

LEE, J. J.; RODRIGUEZ, D.; NEORI, A.; ZMORA, O.; SYMONS, A.; SHPIGEL, M. Nutrient study for the transition from earthen sedimentation ponds to ones lined with pvc in integrated mariculture systems, what needs to be done? **Journal of applied phycology**, v.16, n. 5, p. 341-353, 2004.

LEENHOUWERS, J. I.; PELLIKAAN, W. F., HUIZING, H. F. A., COOLEN, R. O. M., VERRETH, J. A. J.; SCHRAMA, J. W. Fermentability of carbohydrates in an in vitro batch culture method using inocula from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture Nutrition**, v. 14, n. 6, p. 523-532, 2008.

LIN, C. K., YI, Y Minimizing environmental impacts of freshwater aquaculture and reuse of pond effluents and mud **Aquaculture**, 226, p. 57 – 68, 2003.

LUNDSTEDT, L. M.; RODRIGUES, A. P. O.; MORO, G. V. **Manejo Nutricional em Piscicultura**. In: PALHARES, J. C. P. (Org.). Produção animal e recursos hídricos. São Carlos: Cubo, V.1, p. 145-162, 2016.

MARTINS, C. V. B.; OLIVEIRA, D P.; MARTINS, R. S.; HERMES, C. A.; OLIVEIRA, L. G.; VAZ, S. K.; MINOZZO, M G.; CUNHA, M.; ZACARKIN C. E. Avaliação da Piscicultura na Região Oeste do Estado do Paraná. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27 n. 1, p. 77 - 84, 2001.

MARTINS, C. I. M.; CONCEIÇÃO, L. E. C.; SCHRAMA, J. W. Consistency of individual variation in feeding behaviour and its relationship with performance traits in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 133, p. 109– 116, 2011.

MULLIGAN, B. L.; MORRIS, J. E.; CLAYTON, R. D. Chironomid abundance and consumption by juvenile channel catfish in plastic-lined and earthen culture ponds. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 9, p. e234-e238, 2010.

NASCIMENTO, J. S.; BEZERRA, G. J.; SCHLINDWEIN, M. M.; PADOVAN, M. P. Produção agropecuária, agregação de valor e comercialização pela Agricultura Familiar no Estado do Mato Grosso do Sul. **Redes**, v. 21, n. 3, p. 320-334, 2016.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes: Parte 4 – O reaproveitamento da água e o manejo do solo. **Panorama da Aquicultura**, n. 75, 2003.

OTIENO, O.N.; KITAKA, N.; NJIRU, J.M. Some aspects of the feeding ecology of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* in Lake Naivasha, Kenya. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, V. 2, n. 2, p. 01-08, 2014.

RESENDE, G. M.; CRUZ, B. D. O.; MONTEIRO NETO, A.; CASTRO, C. N. D.; BARUFI, A. M. B., COELHO, M. H. P.; OLIVEIRA, C. W. D. A. **Fatos recentes do desenvolvimento regional no Brasil**. IPEA, 2015.

ROCHA LOURES, B. T. R.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L.; MOREIRA, H. L. M.; SUSSEL, F. R.; POVH, J. A.; CAVICHIOLO, F. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001.

ROCHE, K. F. & ROCHA, O. **Ecologia trófica de peixes com ênfase na planctivoria em ambientes lênticos de água doce no Brasil**. Ed. Rima, 2005.

RODRIGUES, D. S.; LEONARDO, A. F. G.; NOMURA, E. S.; TACHIBANA, L.; GARCIA, V. A.; CORREA, C. F. Produção de mudas de tomateiro em sistemas flutuantes com adubos químicos e água residuária de viveiros de piscicultura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.5, n.1, p.32-35, 2010.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Limnologia aplicada à aquicultura. São Paulo: FUNEP Editora, 1994.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. **Produção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. São Carlos: RIMA, 106 p., 2003.

SRIVASTAVA A.; HAMRE, K.; STOSS, J.; CHAKRABARTI, R.; TONHEIM, S. K. Protein content and amino acid composition of the live feed rotifer (*Brachionus plicatilis*): With emphasis on the water soluble fraction. **Aquaculture**, v 254, p. 534-543, 2006.

STARLING, F. L. R. M. & ROCHA, A. J. A. Experimental study of the impacts of planktivorous fishes on plankton community and eutrophication of a tropical Brazilian reservoir. **Hydrobiologia**, v. 200, n. 1, p. 581-591, 1990.

TUCKER, C. Off-Flavor Problems in Aquaculture. **Reviews in Fisheries Science**.V. 8, N. 1, p. 45-88, 2000.

VELHO, L. F. M.; LANSAC- TÔHA, F. A.; BINI, L. M. Influence of environmental heterogeneity on the structure of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) assemblages in the plankton of the upper Paraná river floodplain, Brazil. **International Review of Hydrobiology**, v. 88, n. 2, p. 154-166, 2003.

WAMBOLDT, J. J.; WANAMAKER, A. D.; MORRIS, J. E. Commercial Diets in Phase I Palmetto Bass, *Morone saxatilis* × *Morone chrysops*, Production in Plastic-lined Ponds: Fertilizer or Feed?. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 46, n. 5, p. 490-504, 2015.

WANG, M.; O'RORKE, R.; NODDER, S. D.; JEFFS, A. G. Nutritional composition of potential zooplankton prey of the spiny lobster phyllosoma (*Jasus edwardsii*). **Freshwater Research**, v. 65, n. 4, p.337–349, 2014.

ZANON, R. Z. B.; CAVALCANTI, L. D.; DOS SANTOS SILVA, M. J.; DOS SANTOS COUTINHO, J. C.; MAUAD, J. R. C.; RUSSO, M. R. A Tilapicultura Como Complementação Alimentar E Renda Na Agricultura Familiar. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

ZIMMERMANN, S. & FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical**. São Paulo, SP: TecArt, v. 1, p. 239-266, 2004.

CAPÍTULO II
Artigo nas normas da revista Aquaculture Research
(informações em anexo)

Resumo

AVALIAÇÃO DA DIETA E CRESCIMENTO DE TILÁPIAS PRODUZIDAS EM RESERVATÓRIOS DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS

Debora Bastos de Oliveira*¹, Márcia Regina Russo²

¹Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS;

²Professora na Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS. *E-mail: debora_bastos@hotmail.com

O cultivo de tilápias em reservatório de água revestido de lona estimula o crescimento de organismos naturais devido a eutrofização, uma vez que os fluxos de água são baixos e a alimentação é artificial e completa. Esses organismos são consumidos pelos peixes, que complementa a dieta artificial, e os efluentes da piscicultura também podem ser utilizados para fertirrigação de pastagem no sistema integrado de produção de leite. O objetivo desse estudo foi analisar a dieta e o crescimento das tilápias durante um ciclo produtivo, bem como a qualidade da água do cultivo de tilápias em reservatórios de irrigação. O estudo foi realizado em 4 reservatórios de água, no período de novembro/14 a junho/15. Foram coletados 15 peixes por reservatório/mês, anotadas as medidas morfométricas, retirados os estômagos para análise quali-quantitativa da dieta e calculado o volume e frequência de ocorrência de cada item alimentar. Os parâmetros de qualidade da água avaliados foram oxigênio dissolvido, temperatura, transparência, pH e condutividade elétrica. Os itens da dieta mais consumidos pelos peixes durante o estudo foram ração, que contribuiu com o aporte de nutrientes favoráveis ao crescimento de algas, e algas Chlorophyceae, destacando-se os gêneros *Coelastrum*, *Pediastrum* e *Scenedesmus* e, a esses peixes, atribuiu-se os maiores valores de peso. As tilápias que tiveram baixo ganho de peso consumiram mais dinoflagelados e algas diatomáceas e, durante seu cultivo, foram registrados os menores valores de oxigênio dissolvido. O sistema produziu peixe comercial em tempo e peso semelhantes observados em lagoas escavadas e seus efluentes podem irrigar a grama para uma atividade de gado integrada (produção de leite) na mesma fazenda. Os resultados permitem a produção de tilápia nos reservatórios lonados, mas seguindo as melhores práticas de gestão possíveis.

Palavras-chave: fitoplâncton; *Oreochromis niloticus*; piscicultura; reservatório lonado.

Abstract

EVALUATION OF DIET AND GROWTH OF TILAPIAS PRODUCED IN WATER RESERVOIRS FOR IRRIGATION ON SMALL RURAL PROPERTIES

Debora Bastos de Oliveira*¹, Márcia Regina Russo²

¹MSc in Ciência e Tecnologia Ambiental – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS; ²Professor at the Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS. *E-mail: debora_bastos@hotmail.com

The tilapia farming in lined ponds stimulates aquatic natural organisms populations due to eutrophication as water-flows are very low, and feeding are artificial and complete. These organisms by the fish are consumed complementing the artificial diet, and the fish farming effluents can be used for pasture fertirrigation in integrated milk production system. The objective of this study was to analyze the diet and growth of tilapia during a productive cycle, as well as the water quality of tilapia cultivation in irrigation reservoirs. The study was carried out in four water reservoirs from November / 14 to June / 15. Fifteen fish were collected per reservoir / month, the morphometric measurements were recorded, the stomachs were removed for qualitative quantitative analysis of the diet and the volume and frequency of occurrence of each food item were calculated. The water quality parameters evaluated were dissolved oxygen, temperature, transparency, pH and electrical conductivity. The dietary items most consumed by the fish during the study were artificial feed, which contributed with the contribution of nutrients favorable to the growth of algae and Chlorophyceae algae, especially the genus *Coelastrum*, *Pediastrum* and *Scenedesmus*, and to these fish were attributed the highest values of weight. Tilapia that had low weight gain consumed more dinoflagellates and diatom algae and during their cultivation the lowest values of dissolved oxygen were recorded. The system produced comercial fish at similar time and weight observed in earthen ponds and his effluents could irrigate the grass for a integrated livestock activity (milk production) in the same farm. The results enable the tilapia farming in the lined ponds but following the best possible management practices.

Keywords: Phytoplankton; *Oreochromis niloticus*; Fish farming; Lined pond.

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura continental no Brasil está em crescente desenvolvimento para atender a demanda por alimentos (BRASIL, 2013). Para contribuir com o abastecimento local, o cultivo de tilápias em reservatórios de irrigação pode ser uma alternativa viável para o produtor diversificar a produção e ainda utilizar os resíduos da piscicultura para fertirrigação de culturas vegetais. Esse modelo de produção, aplicável à agricultura familiar, possui apelo socioambiental e necessita de estudos dos aspectos bióticos e abióticos do cultivo de peixes para ser melhor aplicado em pequenas propriedades rurais.

Dentre os peixes mais cultivados, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) se destaca pelo rápido crescimento em diferentes sistemas de criação, rusticidade e seu principal

produto final, o filé, possui grande aceitação no mercado (BOSCOLO et al., 2001; FURUYA et al., 2005). A espécie apresenta ainda tolerância a baixos níveis de oxigênio dissolvido, oscilações de temperaturas e alto teor de amônia na água, que são adversidades encontradas em cultivos de peixes (BOSCOLO et al., 2001).

O fornecimento de ração para peixes é importante pois garante ganho de peso em menor tempo e padrão do produto final para comercialização, porém, esse manejo favorece a eutrofização, que é o enriquecimento em nutrientes do ambiente (BORGES et al., 2010). No entanto, esse processo favorece o desenvolvimento dos organismos aquáticos no cultivo. No caso da tilápia, o hábito alimentar onívoro e baixo nível trófico favorece o consumo de grande variedade de organismos do ambiente, como algas, protozoários, rotíferos, microcrustáceos, insetos, larvas e peixes menores, além de detritos e matéria orgânica em decomposição (OTIENO et al., 2014).

O consumo de alimentos vivos por peixes em sistemas de criação comercial em pequena escala pode contribuir tanto no aspecto ambiental quanto no econômico, pois, de acordo com o volume e qualidade do alimento natural consumido, e do crescimento obtido ao longo do ciclo de criação é possível diminuir o arraçamento e melhorar a qualidade de água (FURUYA et al., 1996). Ainda que alimentadas com ração, estima-se que tilápias possam utilizar os organismos vivos como alimento, contribuindo com até 50% do crescimento dessa espécie (SANTOS & BRANDÃO, 1996).

A produção agropecuária em pequena escala no Brasil é realizada pela agricultura familiar (IBGE, 2006). No Estado de Mato Grosso do Sul, em especial na região do Cone-sul, a grande maioria das áreas rurais são pequenas propriedades com no máximo 4 hectares por propriedade, com pequenas pisciculturas, onde a produtividade varia de 2.000 a 6.500 kg por hectare (VIEIRA FILHO, 2009). Segundo o mesmo autor, o Estado possui grande potencial para produção de pescados e na região da Grande Dourados, com cerca de 1.200 hectares de lâmina d'água, já foi responsável por 60% da produção de pescado do Mato Grosso do Sul.

No município onde foi realizado esse estudo predomina a produção de gado leiteiro pela agricultura familiar (NASCIMENTO et al., 2016), portanto, o aproveitamento de reservatórios de irrigação de pastagem para a produção de peixes se apresenta como modelo de produção sustentável, utilizando estrutura e recursos da propriedade consorciada a outra atividade. Dessa forma, o efluente gerado pela piscicultura substitui parcialmente a adubação química do pasto e se torna uma alternativa para aumentar e diversificar a produtividade no campo (LIN & YI, 2003).

Assim sendo, o presente estudo tem por objetivo (i) avaliar a dieta e crescimento de tilápias cultivadas em reservatórios de irrigação; e (ii) analisar as influências dos parâmetros de qualidade da água sobre o sistema de cultivo, e tem a finalidade de gerar conhecimentos para o manejo adequado deste modelo de produção.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado em quatro propriedades de agricultura familiar no município de Glória de Dourados, localizado na região da Grande Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul ($22^{\circ}25'03.1''\text{S } 54^{\circ}13'46.0''\text{W}$), no período de novembro de 2014 a junho de 2015.

Foi realizado estudo em 4 reservatórios, denominados reservatório 1 (R1), reservatório 2 (R2), reservatório 3 (R3) e reservatório 4 (R4) com amostragens mensais durante 7 meses, que foram categorizadas em T1 (novembro/14), T2 (dezembro/14), T3 (janeiro/14), T4 (fevereiro/2015), T5 (março/15), T6 (abril/15) e T7 (junho/15). Esses reservatórios, que pertencem a propriedades distintas, eram utilizados para armazenar água para irrigação de pastagem de gado leiteiro. A região possui solo arenoso e, por esse motivo, após a escavação foram impermeabilizados com geomembrana sintética de Policloreto de Vinila (PVC) para serem utilizados. Ao iniciar o cultivo de peixes e irrigação da pastagem os reservatórios foram abastecidos com água de poço semi-artesiano (Figura 1).

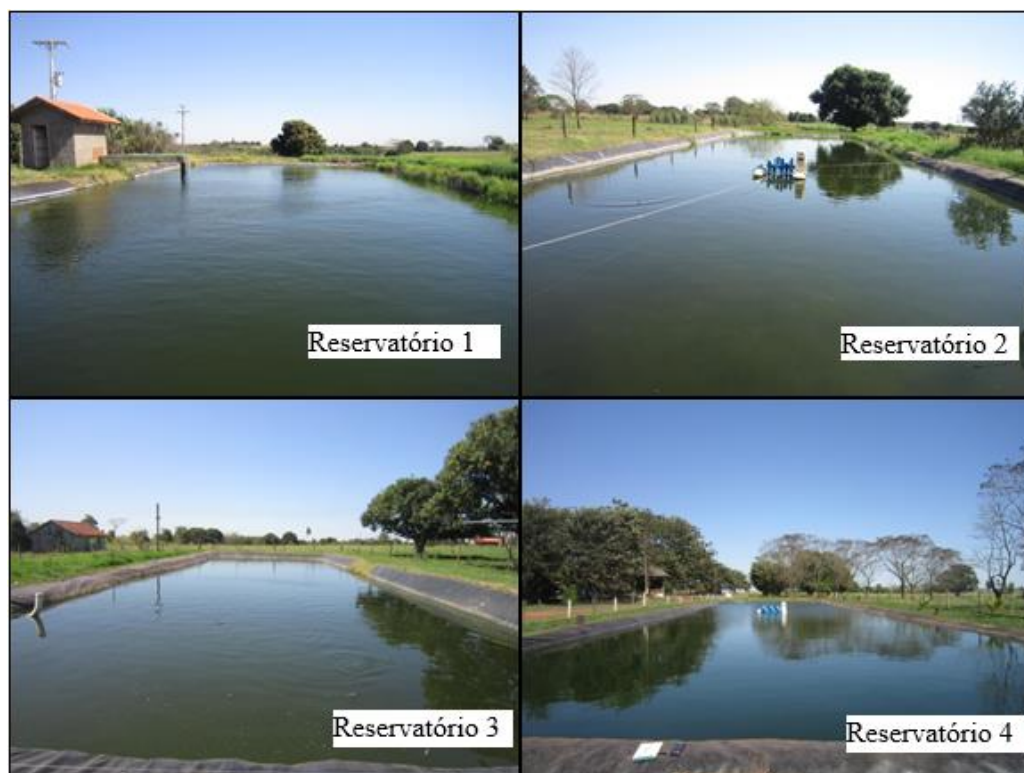


Figura 1: Reservatórios de criação de tilápias em pequenas propriedades no município de Glória de Dourados.

As densidades estocadas foram definidas conforme as dimensões da estrutura dos reservatórios, sob orientação técnica dada a cada produtor por meio de trabalhos de extensão rural da AGRAER e estão descritas abaixo (Tabela 1):

Tabela 1: Características dos reservatórios e densidade estocadas de tilápias produzidas em reservatórios de irrigação de novembro de 2014 a junho de 2015.

Reservatórios	Área (m ²)	Profundidade (m)	Volume (m ³)	Densidade (peixes/m ³)
R1	450,00	2,05	922,50	3,5
R2	540,00	1,65	891,00	4,5
R3	480,00	1,60	768,00	2,0
R4	540,00	1,80	972,00	4,1

Cada reservatório estudado recebeu alevinos de tilápias do mesmo fornecedor e no mesmo dia. Apenas os reservatórios R2 e R4 receberam aeração mecânica em dias nublados. Nos 3 meses finais da produção o R4 manteve o aerador em funcionamento por 9 horas/dia.

O volume de renovação de água variou de acordo com a necessidade do seu uso na pastagem, sendo: (i) semanalmente para R1; (ii) a cada 15 ou 20 dias para R2; (iii) 1 vez ao mês para R3; (iv) 200 mil litros/mês, exceto nos meses de janeiro e maio para R4. Essas informações foram colhidas a campo, relatadas pelos produtores.

2.2. Parâmetros físicos e químicos da água

Os parâmetros físicos e químicos da água foram aferidos a cada coleta em três pontos de cada reservatório. Utilizou-se sonda multiparâmetro da marca Hanna modelo HI9828/4 nas aferições de pH, Temperatura da água (°C) e Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). A Transparência da água (m) foi aferida com Disco de Secchi e níveis de Oxigênio dissolvido (mg/L O_2) com Oxímetro da marca Alfa-Kit.

2.3. Dieta dos Peixes

Os peixes foram alimentados com ração adequadas para cada fase de crescimento, conforme tabela 2 (DOURAMIX, 2017). A quantidade de ração fornecida foi para a fase inicial (0 a 30 gramas) de 8 a 20% da biomassa, divididos em 4 a 8 porções diárias; para a fase juvenil (30 a 200 gramas) de 3 a 5% da biomassa, divididos em 2 a 3 porções diárias; e para a fase de crescimento até terminação (acima de 200 gramas) de 1 a 3%, divididos em 2 a 3 porções diárias. A quantidade recomendada variou de acordo com as condições ambientais (temperatura) e comportamentais do lote no dia.

Tabela 2: Níveis de garantia dos nutrientes que compõem as rações utilizadas.

Composição	Fase inicial	Juvenil	Crescimento
Cálcio (máx.)	35 g/kg	26 g/kg	40 g/kg
Cálcio (mín.)	25 g/kg	22 g/kg	30 g/kg
Extrato Etéreo (mín.)	110 g/kg	60 g/kg	65 g/kg
Fósforo (mín.)	20 g/kg	14 g/kg	20 g/kg
Matéria Fibrosa (máx.)	25 g/kg	60 g/kg	40 g/kg
Matéria Mineral (máx.)	140 g/kg	110 g/kg	140 g/kg
Proteína Bruta (mín.)	400 g/kg	360 g/kg	320 g/kg
Umidade (máx.)	120 g/kg	120 g/kg	120 g/kg

2.4. Avaliação do crescimento

Os dados de crescimento foram obtidos através da biometria de 15 indivíduos coletados mensalmente em cada reservatório. Os indivíduos amostrados foram anestesiados com eugenol na proporção de 50 mg L^{-1} e então transferidos para sacos plásticos com solução de formalina a 4% para posterior biometria e análise dos conteúdos estomacais. No laboratório

foram aferidos o comprimento padrão (CP) e o comprimento total (CT) com auxílio de um paquímetro digital. Cada indivíduo foi pesado com auxílio de uma balança digital e, então, eviscerado para retirada do estômago.

Os estômagos foram preservados em solução de formalina 4% e analisados com auxílio de microscópios estereoscópico óptico para identificação dos itens alimentares até o menor nível taxonômico. A análise quali-quantitativa da dieta foi feita pelo método volumétrico (HELLAWELL & ABEL, 1971) no qual o volume de cada item alimentar foi obtido calculando-se a porcentagem em relação ao volume total dos conteúdos estomacais (HYSLOP, 1980). Estas medidas foram obtidas através de placa milimetrada em que o volume de cada categoria taxonômica foi calculado em mm³ e, posteriormente, transformado em “mL”, ou em proveta para volumes maiores que 1 mL (HELLAWEL & ABEL, 1971), através da fórmula:

$$V = V_i / \Sigma V_j * 100$$

Em que:

V= % volumétrico

V_i= volume do item alimentar _i

V_j = volume total de itens alimentares no estômago

Os organismos foram categorizados em grupos, de acordo com o reino/divisão pertencente quando não identificados até gênero ou espécie; e individualizados em gênero, os itens que se mantiveram presentes ao longo do ciclo. A ocorrência foi calculada somando a presença do item em cada estômago, e dividindo pelo número de indivíduos do lote amostrado para obter o percentual de ocorrência em cada mês. Portanto, 100% de ocorrência significa que todos os peixes amostrados consumiram determinado item e, quando não foi consumido ou não identificado na dieta, foi considerado nulo.

2.5. Análise de dados

2.5.1. Variáveis físico-químicas

Foi aplicada uma Análise de Componentes Principais com o objetivo de sumarizar as tendências nas variáveis ambientais (HOTELLING, 1933). Os eixos retidos para interpretação foram aqueles que apresentaram autovalores maiores que 1 (JACKSON, 1993). Para interpretar os possíveis padrões, foram selecionadas as variáveis que apresentaram maiores autovetores com os respectivos eixos retidos para interpretação. A análise das variáveis ambientais foi feita levando em consideração a escala espacial (reservatórios) e temporal (meses de cultivo).

2.5.2. Dieta dos peixes

Para a sumarização dos padrões de similaridade entre as dietas dos peixes nos reservatórios, foi aplicado o Escalonamento Multidimensional Não Métrico (ANDERSON, 1971). Nessa análise os dados de volume foram logaritmizados e, posteriormente, foi aplicado o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis (Matriz de Semelhança – “Resemblance”). A partir dessa matriz, foi realizada a ordenação com os eixos da nMDS, sendo que uma boa ordenação deve ter stress inferior a 0,20 (McCUNE et al., 2002). Nessa ordenação, as observações com maior similaridade são aquelas que apresentaram proporções similares dos itens na dieta e, similaridade total indica que a dieta é a mesma para os indivíduos analisados.

Os itens que mais contribuíram para os padrões encontrados foram identificados através de correlações de Pearson (r) entre os dados de volume dos itens alimentares com os escores dos eixos retidos para interpretação da nMDS. Correlações positivas indicam que os itens foram mais abundantes nos escores positivos dos eixos; correlações negativas o oposto. A análise da dieta foi feita levando em consideração os diferentes reservatórios e os meses de cultivo.

2.5.3. Ganho de peso

Para avaliar se o ganho de peso das tilápias diferiu entre os reservatórios, foi aplicado teste de médias utilizando Teste t, tendo como fator 1 os 7 tempos, T1 a T7 (onde foram feitas as biometrias), e os reservatórios como fator 2. Foi aplicada recurso para acusar interação significativa, onde letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa (Assistat, 2017).

3. RESULTADOS

3.1. Variáveis físico-químicas

A Análise de componentes principais (PCA) aplicada para sumarizar as tendências nas variáveis físico-químicas apresentou dois eixos com autovalores maiores que 1 (alcançaram o critério de Kaiser-Guttman) e que foram retidos para interpretação. O eixo 1 (PCA1) apresentou autovalor igual a 2,28 (porcentagem de explicação: 42,1%), e o eixo 2 (PCA2) 1,28 (porcentagem de explicação: 37,8%) (Tabela 3). As variáveis mais correlacionadas com o PCA1 foram transparência da água (positivamente) e pH e Oxigênio Dissolvido (negativamente). Para o PCA2 a variável mais correlacionada foi a temperatura da água (positivamente) e Condutividade elétrica (negativamente).

Tabela 3: Autovetores (correlações) das variáveis físico-químicas utilizadas na análise de componentes principais (PCA), autovalores e porcentagem de explicação de cada eixo em função do reservatório e amostragem no tempo do cultivo.

Variáveis	PCA1	PCA2
Temperatura da água (°C)	-0,04	0,60
Oxigênio dissolvido (mg/L)	-0,48	0,41
pH	-0,56	0,30
Condutividade elétrica (µS/cm)	-0,42	-0,51
Transparência	0,53	0,33
Autovalor	2,28	1,28
(% de explicação)	(42,1)	(37,8)

A partir da ordenação (Figura 2) pode ser notada a separação do R1, que foi influenciado negativamente no primeiro eixo pelo pH e Oxigênio dissolvido, oposto ao aumento da transparência, e pela condutividade no segundo eixo. No T4 os valores de O.D. em R1 estavam em média $2,2 \pm 0,3$ mg/L. A ordenação para R4 foi relacionada aos mesmos parâmetros verificados para R1, no entanto observa-se que as amostras posicionadas mais à direita na figura apresentaram maiores valores da transparência da água, que influenciou positivamente, assim como no segundo eixo com relação à temperatura da água. Os maiores valores de transparência da água foram verificados nos primeiros meses de estudo, diminuindo gradualmente ao longo do tempo até se manter entre 0,3 e 0,11 metros. As aferições no reservatório R1 já se iniciaram com 0,4 metros e, portanto, desde o início do estudo esse reservatório apresentou baixa transparência de água.

Em relação a ordenação entre os meses de cultivo e, de acordo os dados das aferições (tabela anexada), os R2, R3 e R4 apresentaram pH abaixo de 7,0 no primeiro mês, e nos demais meses variou de 7,1 a 10. Os valores de oxigênio no R1 foram mais baixos que nos demais, com exceção dos dois primeiros meses. A condutividade elétrica no R1 também respondeu de forma diferente que em R2, R3 e R4, sendo constante desde o início do estudo no R1, e crescente nos demais.

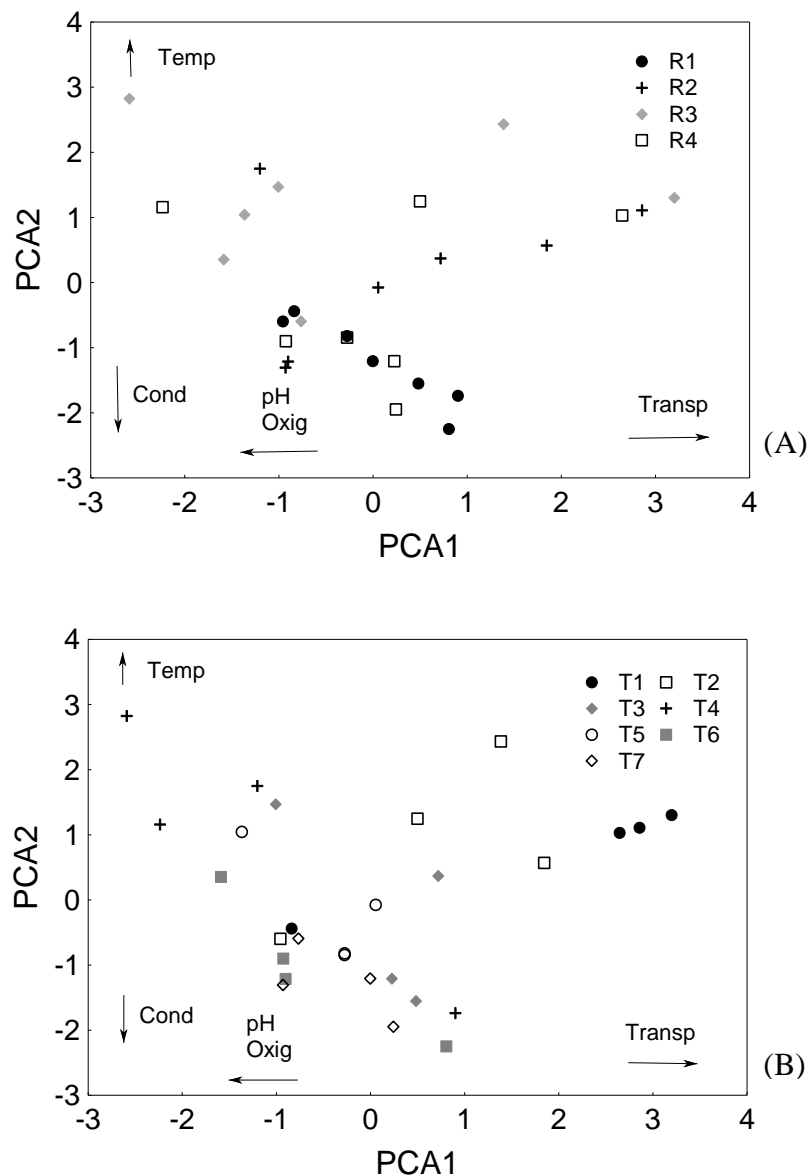


Figura 2: Ordenação das amostras (A – reservatórios; B – temporal; meses) das variáveis físico-químicas utilizadas na análise de componentes principais (PCA). As setas dentro das figuras indicam as variáveis mais importantes para a ordenação (Oxig: oxigênio dissolvido (mg/L); Temp: temperatura da água (oC); Cond.: Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$); Transp: Transparência da água).

3.2. Dieta

O percentual volumétrico e de frequência de ocorrência dos itens alimentares identificados nos estômagos dos peixes foram relacionados nas tabelas 4, 5 6 e 7. Ração representou o principal item da dieta das tilápias estudadas, com exceção das amostragens dos meses T5, T6 e T7 em R1 onde esse item representou 26,7%, 25,2% e 13,9% do volume ingerido respectivamente, em T1 e T5 do R2 com 27,4% e 8,5%, e T6 do R4 com 20,78%. Nas mesmas tabelas pode ser verificado que alguns peixes da amostragem não consumiram

determinado alimento, portanto, para alguns itens como ração, a ocorrência ficou abaixo de 100%, mostrando que nem todos os animais do lote amostrado ingeriram e não tiveram o mesmo comportamento alimentar.

A categoria das algas foi a segunda mais representativa entre os itens, sendo a classe Chlorophyceae a que apresentou o maior percentual de volume, exceto no R1-T4, onde representou 10,2%, e ainda “Outras algas” não identificadas se destacaram com 24,9% dos alimentos ingeridos. Os gêneros *Scenedesmus* e *Desmodesmus* ocorreram ao longo de todo o período estudado, nos quatro reservatórios. Os gêneros *Coelastrum* e *Pediastrum* se destacaram por representarem volume e frequência de ocorrência superiores a outros gêneros, com 25,4% de volume de *Coelastrum* no R1-T1, e 60,15% de volume de *Pediastrum* ingerido no R2-T5. Bacillariophyceae representou maior percentual de volume nas amostragens de R1 nos T6 e T7 com 28,6% e 30,5%, respectivamente dos itens consumidos. Dinophyceae ocorreu exclusivamente no início do ciclo de cultivo (T1), com volumes de 1,7%, 13,25%, 1,25% e 0,005%, com exceção de raras ocorrências apenas no R4 nos T2, T4 e T5. Cyanobacteria ocorreu com maior volume nos R2 (8,42% no T5 e 7,71% no T7) e R3 (4,32% no T7), e também apresentou maior frequência nesses mesmos reservatórios.

Os microinvertebrados representaram menor percentual de volume, com exceção do filo Rotifera, que ocorreram com maior frequência e volume durante o período de cultivo, e representou 33,2% do volume de alimentos ingeridos no R1-T6. Protozoa foi o segundo grupo mais representativo deste grupo (tecamebas). O gênero *Moina* foi o mais encontrado no grupo dos Cladocera, que registrou o maior valor do estudo, com 7,55% do volume da dieta no R2-T2. Copepoda representaram 7,7% do volume no R1-T3. Os insetos aquáticos e terrestres foram agrupados em restos de insetos e o volume ingerido em R1-T3 se destacou com 16,5% do volume da dieta, e 12,15% no R4-T3. Apesar dos altos valores, esta categoria foi pouco representativa na dieta, com baixa frequência de ocorrência.

Tabela 4: Percentual volumétrico e de frequência de ocorrência dos principais itens encontrados nos conteúdos estomacais de tilápias cultivadas no reservatório de irrigação R1, no período de nov/14 a jun/15 na região da grande Dourados, MS.

Amostragens	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7	
Item	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%
Algas														
<i>Coelastrum</i>	25,40	93,3	9,10	100,0	2,30	40,0	0,60	60,0	5,60	66,7	-*	-*	4,70	93,3
<i>Scenedesmus</i>	6,00	66,7	6,30	100,0	0,20	100,0	0,90	100,0	7,50	100,0	2,00	86,7	17,80	100,0
<i>Desmodesmus</i>	1,50	46,7	10,10	100,0	0,20	95,0	0,60	100,0	6,90	93,3	1,50	86,7	16,50	100,0
<i>Pediastrum</i>	-	-	0,05	25,0	0,40	100,0	1,80	13,3	0,50	33,3	0,60	46,7	6,70	100,0
Chlorophyceae	-	-	5,50	35,0	9,80	100,0	6,30	53,3	3,60	60,0	3,40	100,0	0,40	20,0
Zygnemaphyceae	0,50	20,0	-	-	0,04	100,0	-	-	4,70	66,7	0,01	6,7	-	-
Cianobacteria	-	-	-	-	-	-	0,50	20,0	1,00	66,7	-	-	-	-
Bacillariophyceae	0,10	13,3	-	-	10,50	100,0	7,00	60,0	15,20	100,0	28,60	100,0	30,50	100,0
Dinophyceae	1,70	26,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Algas Filamentosas	-	-	<0,01	5,0	0,04	15,0	0,40	6,7	-	-	-	-	-	-
Outras algas	2,00	13,3	2,50	20,0	7,00	100,0	24,90	73,3	12,80	93,3	3,00	100,0	5,80	93,3
Microinvertebrados														
Cladocera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Copepoda	-	-	-	-	7,70	55,0	0,70	13,3	1,00	33,3	-	-	-	-
Rotifera	7,40	60,0	2,20	30,0	5,40	90,0	12,70	66,7	10,90	80,0	33,20	93,0	0,40	53,3
Protozoa	-	-	0,01	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	46,7
Ração/Detritos	46,60	73,3	63,50	100,0	39,90	75,0	39,90	93,3	26,70	100,0	25,20	93,3	13,90	66,7
Restos de insetos	8,70	46,7	0,70	15,0	16,50	75,0	3,70	40,0	3,60	20,0	2,60	80,0	3,30	20,0

O traço - significa nulo

Tabela 5: Percentual volumétrico e de frequência de ocorrência dos principais itens encontrados nos conteúdos estomacais de tilápias cultivadas no reservatório de irrigação R2, no período de nov./14 a jun./15 na região da grande Dourados, MS.

Amostragens	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7	
	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%
Algas														
<i>Coelastrum</i>	-	-	-	-	4,44	100,0	4,42	100,0	5,47	100,0	11,45	100,0	2,47	100,0
<i>Scenedesmus</i>	4,44	100,0	1,07	100,0	1,59	100,0	0,82	100,0	4,72	100,0	0,40	100,0	0,45	100,0
<i>Desmodesmus</i>	0,64	50,0	0,25	100,0	0,64	100,0	0,44	100,0	1,12	100,0	0,69	100,0	0,14	100,0
<i>Pediastrum</i>			0,01	10,0	6,82	100,0	8,52	100,0	60,15	100,0	10,31	100,0	3,26	100,0
Chlorophyceae	16,56	100,0	28,75	100,0	11,31	100,0	1,24	46,6	3,22	100,0	7,65	100,0	14,29	100,0
Zygnemaphyceae	5,30	95,0	<0,01	10,0	-	-	0,82	100,0	-	-	-	-	0,24	100,0
Cyanobacteria	2,15	60,0	0,65	65,0	0,01	6,6	0,61	100,0	8,42	100,0	4,21	100,0	7,71	100,0
Bacillariophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,59	100,0
Dinophyceae	13,25	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Algas Filamentosas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	26,6	-	-
Outras algas	-	-	-	-	-	-	0,12	13,3	0,14	20,0	3,20	100,0	0,80	100,0
Microinvertebrados														
Cladocera	3,73	45,0	7,55	80,0	-	-	-	-	5,99	100,0	-	-	-	-
Copepoda	-	-	0,02	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotifera	15,88	100,0	0,95	55,0	6,93	100,0	4,20	100,0	2,17	100,0	5,48	86,6	-	-
Protozoa	4,58	65,0	-	-	0,01	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Ração/Detritos	27,43	95,0	60,72	100,0	68,24	100,0	78,59	100,0	8,56	80,0	56,21	100,0	69,05	100,0
Restos de insetos	6,04	70,0	0,03	5,0	-	-	0,22	13,3	0,05	6,66	0,07	13,3	0,99	40,0

O traço - significa nulo

Tabela 6: Percentual volumétrico e de frequência de ocorrência dos principais itens encontrados nos conteúdos estomacais de tilápias cultivadas no reservatório de irrigação R3, no período de nov./14 a jun./15 na região da grande Dourados, MS.

Amostragens	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7	
	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%
Algas														
<i>Coelastrum</i>	-	-	-	-	-	-	3,90	100,0	1,00	80,0	-	-	4,06	100,0
<i>Scenedesmus</i>	1,19	25,0	0,81	100,0	0,95	100,0	0,43	100,0	1,46	100,0	8,61	100,0	0,35	100,0
<i>Desmodesmus</i>	0,13	25,0	0,20	100,0	0,27	100,0	0,30	100,0	0,30	80,0	0,51	100,0	0,12	100,0
<i>Pediastrum</i>	-	-	1,40	5,0	5,81	40,0	8,95	100,0	5,44	86,6	8,61	100,0	3,87	100,0
Chlorophyceae	10,15	100,0	32,33	100,0	17,64	100,0	0,05	20,0	4,05	80,0	7,70	100,0	13,03	100,0
Zygnemaphyceae	0,31	55,0	0,02	60,0	0,02	60,0	0,07	100,0	0,40	53,3	-	-	0,16	100,0
Cyanobacteria	3,57	100,0	0,43	20,0	-	-	0,77	100,0	0,72	100,0	1,33	100,0	4,31	100,0
Bacillariophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	100,0
Dinophyceae	1,25	25,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Algas Filamentosas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	6,6
Outras algas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	93,3
Microinvertebrados														
Cladocera	0,33	25,0	0,41	70,0	0,5	73,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Copepoda	-	-	0,02	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotifera	0,92	30,0	1,65	45,0	1,89	40,0	4,29	100,0	0,81	80,0	7,63	100,0	0,38	13,3
Protozoa	0,33	25,0	-	-	-	-	-	-	0,11	40,0	-	-	-	-
Ração/Detritos	80,49	100,0	62,72	100,	72,92	100,0	80,65	100,0	85,70	100,0	65,61	100,0	73,17	100,0
Restos de insetos	1,32	75,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

O traço - significa nulo

Tabela 7: Percentual volumétrico e de frequência de ocorrência dos principais itens encontrados nos conteúdos estomacais de tilápias cultivadas no reservatório de irrigação R4, no período de nov./14 a jun./15 na região da grande Dourados, MS.

Amostragens	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7	
Item	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%	V%	O%
Algas														
<i>Coelastrum</i>	-	-	0,99	60,0	0,76	100,0	2,10	73,3	-	-	-	-	0,03	35,7
<i>Scenedesmus</i>	2,26	85,0	0,73	86,7	1,26	100,0	6,67	100,0	0,07	100,0	0,48	73,3	0,16	92,9
<i>Desmodesmus</i>	2,22	85,0	0,50	60,0	3,98	100,0	2,90	100,0	<0,01	66,7	0,80	66,7	0,22	85,7
<i>Pediastrum</i>	-	-	0,56	53,3	3,01	100,0	8,09	100,0	0,41	93,3	2,85	33,3	0,46	100,0
Chlorophyceae	0,17	30,0	2,04	33,3	11,14	100,0	13,01	93,3	41,30	100,0	66,07	100,0	17,42	100,0
Zygnemaphyceae	6,05	90,0	6,43	100,0	0,57	100,0	0,08	100,0	<0,01	6,6	-	-	2,09	100,0
Cianobacteria	-	-	0,09	46,7	0,08	6,7	-	-	0,16	80,0	0,39	66,7	0,39	100,0
Bacillariophyceae	-	-	2,01	46,7	0,10	6,7	-	-	0,45	100,0	0,25	60,0	1,22	100,0
Dinophyceae	<0,01	30,0	0,62	33,3	-	-	<0,01	26,7	<0,01	6,6	-	-	-	-
Algas Filamentosas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	20,0	-	-
Outras algas	-	-	5,75	60,0	8,22	100,0	19,92	100,0	3,23	80,0	3,92	100,0	1,72	100,0
Microinvertebrados														
Cladocera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Copepoda	-	-	0,75	33,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotifera	2,59	65,0	1,61	46,7	1,89	66,7	5,35	80,0	0,01	13,0	1,99	100,0	4,66	100,0
Protozoa	1,36	60,0	-	-	1,39	60,0	1,68	53,3	0,01	53,3	0,54	26,7	0,76	64,3
Ração/Detritos	83,75	100,0	73,78	100,0	55,38	100,0	40,16	100,0	54,25	100,0	20,78	100,0	68,78	100,0
Restos de insetos	1,56	55,0	4,06	60,0	12,15	73,3	-	-	0,02	20,0	1,88	66,7	2,02	35,7

O traço - significa nulo

A figura abaixo (figura 3) ilustra o percentual do volume de alimentos ingeridos apresentados anteriormente.

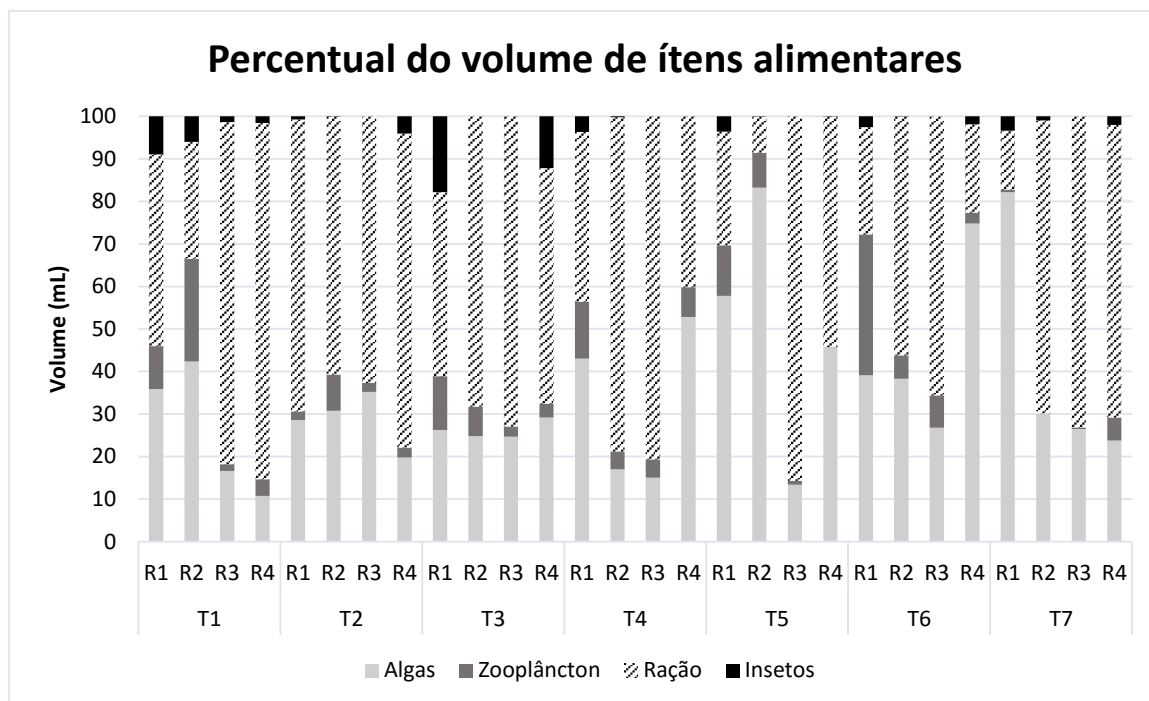


Figura 3: Percentual do volume dos itens alimentares ingeridos pelos peixes ao longo do estudo.

Foram encontrados padrões de similaridade na análise da dieta, entre os diferentes reservatórios e entre os meses de cultivo (espacial e temporal, respectivamente), e estão representados na figura 4. O Stress obtido na nMDS foi 0,16, pouco inferior a 0,20, que é recomendado para excelentes ordenações (CLARKE & GORLEY, 2006). Os itens alimentares que mais se correlacionaram com o eixo 1 positivamente foram Ração e Chlorophyceae, indicando maior abundância, e negativamente foi Dinophyceae, indicando menor abundância. O eixo 2 foi correlacionado positivamente com *Pediastrum* e Bacillariophyceae. No que se refere a ordenação quanto aos reservatórios de maneira geral, percebe-se tendência dos reservatórios R2, R3 e R4 (Figura A) de se acumularem mais à direita da figura, indicando maior consumo de Ração/Detritos e Chlorophyceae, enquanto que o reservatório R1 mais à esquerda, indicando maior correlação com Bacillariophyceae e Dinophyceae. Em relação aos meses amostrados, percebe-se uma concentração das amostragens T3, T4, T5 e T6 no lado positivo do eixo 1. O contrário é

verificado para T1, que teve maior correlação com o lado negativo do mesmo eixo, mostrando-se similares entre si e se correlacionando com Dinophyceae (figura 4B).

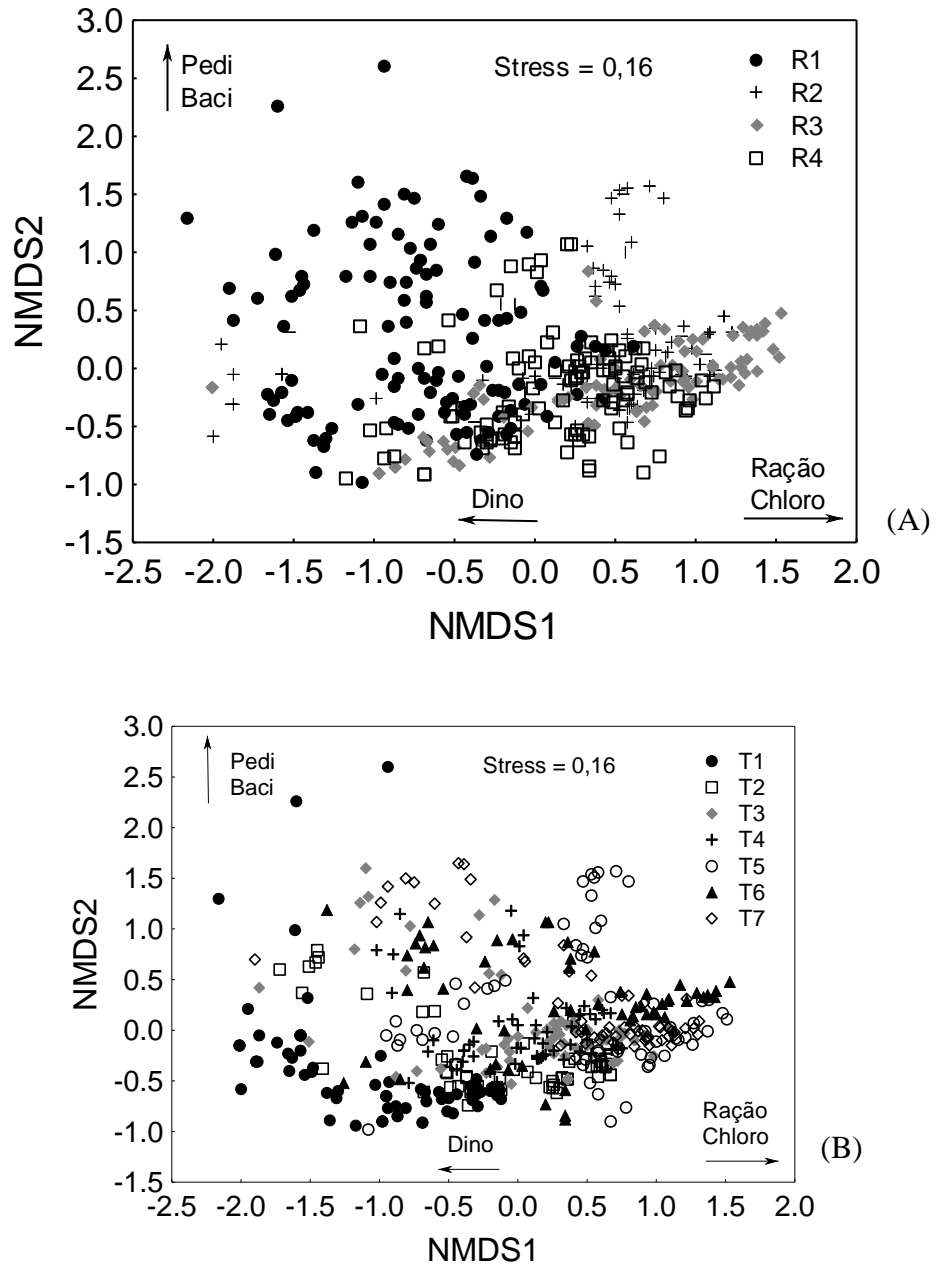


Figura 4: Ordenação dos dados espaciais (reservatórios – A) e temporais (ciclo de cultivo – B) de tilápia através do Escalonamento Dimensional não Métrico (nMDS; Eixo 1: NMDS1; Eixo 2: NMDS2).

3.3. Ganho de peso

O ganho de peso ao longo do tempo foi diferente entre os reservatórios, sendo maior no R4 e menor no R1 (figura 5). Houve diferença significativa entre os reservatórios (Teste t ao nível de 5% de probabilidade), conforme tabela 8 e figura 6.

Tabela 8: Teste de médias do peso das tilápias cultivadas em 4 reservatórios de irrigação durante o período de nov./14 a jun./15 na região da grande Dourados, MS.

	R1	R2	R3	R4
T1	14.9087a	14.3333a	16.6667a	15.3333a
T2	63.7267b	97.6953ab	94.6193ab	116.1140a
T3	129.0000b	153.3333b	216.1333a	211.0000a
T4	224.0000c	241.6667bc	288.6667b	369.5333a
T5	310.0000c	356.0000c	408.6667b	543.0000a
T6	359.3333b	401.0000b	546.6667a	585.3333a
T7	430.6667d	484.6667c	600.6667b	674.6000a

As letras distintas indicam diferença significativa entre os reservatórios. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t ao nível de 5% de probabilidade. CV% = 25.15.

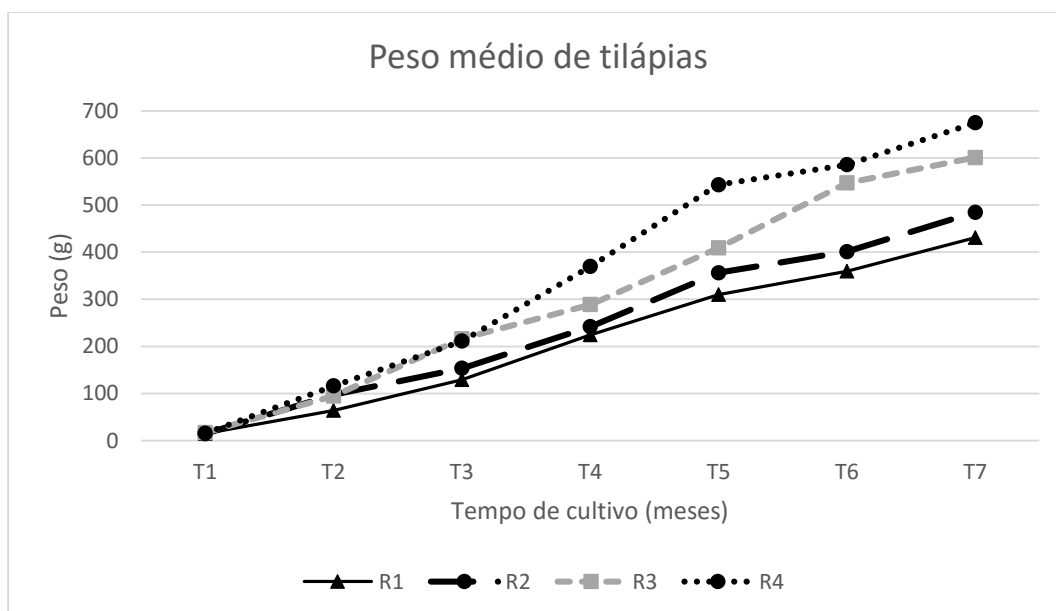


Figura 5: Médias dos pesos das tilápias ao longo do tempo, cultivadas em reservatórios de irrigação durante o período de nov./14 a jun./15 na região da grande Dourados, MS.

4. DISCUSSÃO

A transparência da água e condutividade foram os parâmetros que melhor refletiram o enriquecimento da água durante o ciclo de cultivo nos quatro reservatórios. A correlação positiva da transparência da água das amostragens T1 e T2, e as correlações negativas entre pH e oxigênio dissolvido no primeiro eixo da PCA, e condutividade elétrica no segundo eixo nas últimas amostragens evidenciam esse gradiente. Mesmo para o reservatório R1, que no início do ciclo já apresentava transparência reduzida e condutividade elétrica elevada, esses valores evoluíram ao longo do ciclo de cultivo. A diminuição da transparência em viveiros de cultivo de peixes está diretamente relacionada com o crescimento fitoplanctônico e, com a adição de ração aliada à baixa renovação da água, são práticas que favorecem a eutrofização (MERCANTE et al., 2005).

Em relação ao nível de oxigênio dissolvido, Zonneveld e Fadholi (1991) afirmam que o consumo de alimentos por tilápias pode ser diminuído em ambientes com baixos níveis de O.D.. Portanto, esse parâmetro e também a temperatura, que influenciam diretamente sobre o apetite dos peixes, devem ser monitorados diariamente, ou melhor, mais de uma vez por dia em períodos críticos, pois podem ser utilizadas como critério no arraçamento. Esse monitoramento ajuda a evitar desperdícios e acúmulo de alimentos no sistema que deterioram a qualidade da água, especialmente nesses casos onde a renovação da água foi feita exclusivamente para irrigar a pastagem e não foi controlada com relação ao volume de água retirado e periodicidade.

A respeito da dieta, nos reservatórios R2, R3 e R4 ocorreu maior consumo de Ração e Chlorophyceae. Entre as algas, as clorofíceas foram as mais consumidas neste estudo, destacando-se os gêneros *Coelastrum*, *Scenedesmus* e *Pediastrum*. *Coelastrum* e *Scenedesmus* são abundantes em ambientes rasos e enriquecidos nutricionalmente (REYNOLDS et al., 2002). Mendes e Costa (2016) mostram que *Coelastrum* e *Pediastrum* também foram as clorofíceas mais representativas em corpos d'água alcalinos. Tilápias cultivadas na presença de algas clorofíceas alcançam resultados significativamente superiores quando comparadas às cultivadas em ambientes com predominância de cianobactérias que, neste caso, podem influenciar negativamente no desenvolvimento dos animais (COSTA et al., 2011). Otieno e colaboradores (2014) sugeriram em um estudo que tilápia preferiu ingerir Chlorophyceae e evitou Bacillariophyceae e Cianobacteria.

A correlação negativa de Bacillariophyceae com os reservatórios R2, R3 e R4, onde os animais apresentaram baixa ingestão de diatomáceas, corrobora com Lee e colaboradores (2004), que relacionaram a diminuição da população de diatomáceas em tanques revestidos com PVC devido a deficiência de silício nesse ambiente. Contudo, embora possa haver baixas taxas de Silício nesse tipo de ambiente, no reservatório R1 os peixes ingeriram maiores percentuais de volumes de Bacillariophyceae nos meses T6 e T7 onde os valores de pH estavam próximos do neutro e temperaturas mais baixas do ciclo de cultivo. Outros estudos também mostraram que diatomáceas estão relacionadas a temperaturas amenas (BORGES et al., 2008; BARTOZEK et al., 2014) e a ambientes ácidos, e podem ser indicadoras para essa última variável ambiental (WETZEL et al., 2002; ANDRÉN & JARLMAN, 2008). Já o consumo de Zygnemaphyceae nas amostragens T1 e T2 foi mais alto que nos demais meses. A maior transparência favorece o desenvolvimento de unicelulares ou cenobiais de Chlorophyceae e Zygnemaphyceae (REYNOLDS et al., 2002).

A dieta de tilápias pode ser diversificada de acordo com a disponibilidade de itens no ambiente, como fitoplâncton, zooplâncton, partes de peixe ou peixes menores, insetos, materiais vegetais e detritos. Por ser um peixe onívoro e filtrador, possui vantagens de se alimentar passivamente do material particulado na coluna d'água (GERKING, 1994). Um estudo em lago tropical mostrou contribuição de 56% de algas na dieta, porém, em peixes menores que 16 cm, zooplâncton foi importante na dieta, considerando ainda preferência por cladóceros e copépodos a rotíferos (OTIENO et al., 2014). Santos (2010) estudou predação de zooplâncton por tilápias e encontrou resultados sugerindo a preferência de predação de rotíferos por alevinos, rejeição de copépodos por alevinos e juvenis, e não encontrou preferência alimentar em adultos, que consumiram copépodos, cladóceros e rotíferos.

A diversidade de alimentos disponíveis no habitat e alterações ecológicas influenciam na dieta (NJIRU et al., 2004) e com o fornecimento de ração para os peixes como fonte de proteína e energia completa e balanceada, pode estar suprimindo a necessidade da caça por outros alimentos, como zooplâncton. Dessa forma, o consumo de zooplâncton pelas tilápia pode ser ao acaso da filtração e disponibilidade no ambiente (ROCHA LOURES et al., 2001).

Com relação ao crescimento, os melhores ganhos de peso foram verificados nos reservatórios R2, R3 e R4, onde houve maior consumo de Ração e Chlorophyceae, e os

peixes atingiram peso médio final no tempo de criação semelhantes aos sistemas produtivos de tanque escavado no solo e em tanques-rede (BOECHAT et al., 2015; CARNEIRO et al., 1999; PEDREIRA et al., 2016; SOUZA & MARANHÃO, 2001; FURLANETO et al., 2006). O fornecimento de ração comercial como complemento nutricional é importante em sistemas comerciais de cultivo de peixes principalmente para suprir as exigências do mercado consumidor e atingir as características desejáveis do filé, mesmo que o risco financeiro da produção em pequena escala seja grande (FRACALOSSO et al., 2012).

Porém, nota-se que os reservatórios apresentaram gradiente ambiental de eutrofização característico de um ambiente de cultivo de peixes, corroborando com afirmações de Agostinho e colaboradores (2007), que citam a ocorrência desse processo em pisciculturas. Outros estudos auxiliam a entender que o aporte de nutrientes com origem na eventual sobra de ração e excretas dos peixes, e somados a incidência de luz sobre o reservatório (alta transparência), proporcionaram o aumento da produtividade primária no ambiente (AGOSTINHO et al., 1999; ESTEVES, 2011).

Como alternativa aos altos custos e utilizando da eutrofização do ambiente, a alimentação natural pode permitir a redução da quantidade de ração fornecida, sem prejuízos na engorda do peixe (GARCIA et al., 2016). O mesmo autor afirma em um estudo que, com a inserção de substratos para estabelecimento e crescimento de perifíton, a fim de complementar a dieta de tilápias, pode ser reduzido 32% da quantidade de ração fornecida e encurtar o tempo de abate, ou ainda, quando há maior densidade de peixe, poderá atrasar em 20% o tempo de abate e ainda economizar 30% de ração.

Sendo assim, nesse estudo foi verificado que o manejo adequado dos reservatórios é responsável pelo equilíbrio dos parâmetros físico-químicos e biológicos do sistema. Esse fator reflete diretamente na variação da composição das algas, que pode influenciar a qualidade dos alimentos ingeridos pelos peixes (GETACHEW & FERNANDO, 1989).

5. CONCLUSÃO

Foi constatado que as tilápias produzidas nos reservatórios impermeabilizados de irrigação se alimentaram principalmente de ração e algas durante o período estudado e, dessa forma, o sistema de produção é considerado viável para agricultura familiar e pequenas propriedades. Contudo o manejo deve ser realizado de forma mais eficiente e técnica para manter adequadas as características físico-químicas da água para o cultivo

dos peixes. O trato das tilápias com ração e seu consumo sobre os organismos naturais do sistema produz pescado com peso comercial e fornece água fertilizada para outro sistema de grande importância econômica.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi apoiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Parceria do Núcleo de Pesquisa em Aquicultura de Mato Grosso do Sul (NUPAQ/MS).

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, H. I.; JULIO-JR. H. F. Riscos da implantação de cultivos de espécies exóticas em tanques-redes em reservatórios do Rio Iguaçu. **Cadernos da Biodiversidade**, v. 2, n. 2, p. 1-9, 1999.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil**. Eduem, 2007.

ANDERSON, A.J.B. Ordination Methods in Ecology. **Journal of Ecology**, v. 59, n. 3, p.713-726, 1971.

ANDRÉN, C. & JARLMAN, A. Benthic diatoms as indicators of acidity in streams. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 173, n. 3, p. 237-253, 2008.

ASSISTAT. Assistência estatística. Disponível em: <http://www.assistat.com/indexp.html>. Acesso em: 10 mar. 2017.

BARTOZEK, E. C. R.; BUENO, N. C.; RODRIGUES, L. C. Influence of fish farming in net cages on phytoplankton structure: a case study in a subtropical Brazilian reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 1, p. 145-155, 2014.

BOECHAT, F.P.; RODRIGUES, D.A.; RIBEIRO, G.M.; FREITAS, R.R. Avaliação econômica de uma atividade piscícola de água doce no norte do Espírito Santo, Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 3, n. 2, p. 10-23, 2015.

BORGES, A. P. F.; TRAIN, S. RODRIGUES, L.C. Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. **Hydrobiologia**, v. 607, n. 1, p 63–74, 2008.

BORGES, A. P. F.; TRAIN, S.; DIAS, J. D.; BONECKER, C. C. Effects of fish farming on plankton structure in a Brazilian tropical reservoir. **Hydrobiologia**, v. 649, p. 279–291, 2010.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, M.; MEUER, F. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.

BRASIL. Ministério da Aquicultura e Pesca. **Boletim estatístico da pesca e da aquicultura 2011**. Brasília, DF, 60 p., 2013.

CARNEIRO, P.C.F.; ESPAGNOLLI, M.I.G.M.; CYRINO, J.E.P. Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em Reservatórios-rede — Avaliação econômica. **Informações Econômicas**, SP, v. 29, n. 8, 1999.

CLARKE, K.; GORLEY, R. N. **PRIMER V6: user manual-tutorial**. Plymouth Marine Laboratory, 2006.

COSTA, F. T. M.; REIS, F. R. C.; SANTOS, J. M. S.; MACIEL, S. M.; BISERRA, T. S.; MOREIRA, R. L.; FARIAS, W. R. L. Chlorella sp. como suplemento alimentar durante a larvicultura de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 4, p.1103-1115, 2011.

DOURAMIX. Do Peixe; Níveis de garantia do produto. Disponível em: <<http://www.douramix.com.br/index.php?mod=subprod&campo=CATEGORIA&cat=5>> Acesso em: 18 mar. 2017.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 3ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FRACALOSSI, D. M. & CYRINO, J. E. P. **NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1ª ed. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; AYROZA, L. M. S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis* spp.) em tanque-rede no médio Paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/2005. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 3, n.1, 2006.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase juvenil. **Revista Unimar**, 18(2):307-319, 1996.

FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R. M. G.; SANTOS, V. G.; SILVA, L. C. R.; SILVA, T. C.; FURUYA, V. R. B.; SALES, P. J. P. Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Redução dos Níveis de Proteína em Dietas para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1433-1441, 2005.

GERKING, S. D. **Feeding ecology of fish**. California: Academic Press, 1994.

GARCIA, F.; ROMERA, D.M.; SOUSA N.S.; PAIVA-RAMOS, I.; ONAKA, E.M. The potential of periphyton-based cage culture of Nile tilapia in a Brazilian reservoir. **Aquaculture**, v. 464, p. 229–235, 2016.

GETACHEW, T.; FERNANDO C. H. The food habits of an herbivorous fish (*Oreochromis niloticus* Linn.) in Lake Awasa, Ethiopia. **Hydrobiologia**, v. 174, p. 195-200, 1989.

HELLAWELL, J. M. & ABEL, R. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 3, p. 29-37, 1971.

HYSLOP, E. P. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**, v. 17, n. 4, p. 411-429, 1980.

HOTELLING, H. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. **Journal of Educational Psychology**, v. 24, n.6, p. 417-441, 1933.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006 – Agricultura Familiar – Primeiros Resultados**. Rio de Janeiro, 267 p., 2006. Acessado em 13 de março de 2017. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro_2006_agricultura_familiar.pdf>.

JACKSON, D. Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. **Ecology**, v. 74, n. 8, p. 2204-2214, 1993.

LEE, J. J.; RODRIGUEZ, D.; NEORI, A.; ZMORA, O.; SYMONS, A.; SHPIGEL, M. Nutrient study for the transition from earthen sedimentation ponds to ones lined with pvc in integrated mariculture systems, what needs to be done? **Journal of applied phycology**, v.16, n. 5, p. 341-353, 2004.

LIN, C. K., YI, Y Minimizing environmental impacts of freshwater aquaculture and reuse of pond effluents and mud **Aquaculture**, 226, p. 57 – 68, 2003.

McCUNE, B.; GRACE, J.B.; URBAN, D.L. **Analysis of Ecological Communities**. Oregon: MjM Software, 300p. 2002.

MENDES, N. G. S. & COSTA, A. G. Comunidades de microalgas e variáveis limnológicas abióticas no rio Santa Maria do Doce (Santa Teresa, ES). **Natureza on line**, v. 14, n. 1, p. 32-37, 2016.

MERCANTE, C. T.; COSTA, S. V.; SILVA, D.; CABIANCA, M. A.; ESTEVES, K. E. Qualidade da água em pesque-pague da região metropolitana região metropolitana de São Paulo (Brasil): avaliação através de fatores abióticos (período úmido (período seco e chuvoso) seco e chuvoso) **Acta Scientiarum. Biological Science**, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2005.

NASCIMENTO, J. S.; BEZERRA, G. J.; SCHLINDWEIN, M. M.; PADOVAN, M. P. Produção agropecuária, agregação de valor e comercialização pela Agricultura Familiar no Estado do Mato Grosso do Sul. **Redes**, v. 21, n. 3, p. 320-334, 2016.

NJIRU, M.; OKEYO-OWUOR, J. B.; MUCHIRI, M.; COWX, I. G. Shifts in the food of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) in Lake Victoria, Kenya. *African Journal of Ecology*, v. 42, p.163–170, 2004.

OTIENO, O.N.; KITAKA, N.; NJIRU, J.M. Some aspects of the feeding ecology of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* in Lake Naivasha, Kenya. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, V. 2, n. 2, p. 01-08, 2014.

PEDREIRA, M. M.; SCHORER, M.; OLIVEIRA, I.F.; TESSITORE, A.J. Cultivo de duas linhagens de tilápia nilótica sob diferentes densidades de estocagem em Reservatórios-rede. **Revista Acadêmica de Ciência Animal**, Vol. 14, p 37-45, 2016.

REYNOLDS, C.; HUSZAR, V.; KRUK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**. Vol. 24 n. 5, p 417-428, 2002.

ROCHA LOURES, B. T. R.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L.; MOREIRA, H. L. M.; SUSSEL, F. R.; POVH, J. A.; CAVICHIOLO, F. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001.

SANTOS, A. B. & BRANDÃO, D. A. Conversão alimentar e sobrevivência em carpas (*Cyprinus carpio*) tratadas com capim arroz. **Revista da FAVA Uruguaiana**, v. 2/3, n. 1, p. 98-109, 1996.

SANTOS, P. L. R. C. **Respostas funcionais de diferentes tamanhos de Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, predando zooplâncton**. Dissertação. Natal, 44p., 2010.

SOUZA, M.L.; MARANHÃO, T.C.F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (L.), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 897-901, 2001.

VIEIRA FILHO, D. D. **A piscicultura como alternativa de desenvolvimento local na região de Dourados-MS**. Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Local – UCDB, Dissertação de Mestrado, 95p., 2009.

WETZEL, C.E.; LOBO, E.A.; OLIVEIRA, M.A.; BES, D. & HERMANY, G. Diatomáceas epilíticas relacionadas a fatores ambientais em diferentes trechos dos Rios Pardo e Pardino, bacia hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil: resultados preliminares. **Cadernos de Pesquisa: Ser. Bio.**, v. 14, p. 17-38, 2002.

ZONNEVELD, N. & FADHOLI, R. Feed intake and growth of red tilapia at different stocking densities in ponds in Indonesia. **Aquaculture**, v. 99, n. 1-2, p. 83-94, 1991.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o crescimento dos peixes e com o percentual e composição de alimentos vivos consumidos a produção no sistema de cultivo nos reservatórios de água impermeabilizados atingiu bons resultados. O consumo de ração pelos peixes foi importante como um item alimentar e promoveu o enriquecimento em nutrientes nesses reservatórios. Em consequência desse aporte de nutrientes, houve aumento da produtividade primária, principalmente pelas algas clorofíceas, que foram amplamente consumidas pelas tilápias no presente estudo. Os peixes foram beneficiados com o consumo de algas clorofíceas, destacando-se os gêneros *Coelastrum*, *Pediastrum* e *Scenedesmus*, que somaram, portanto, na alimentação dos peixes.

A aferição de alguns parâmetros físico-químicos da água, como oxigênio dissolvido, transparência da água e pH são importantes para adequar o manejo. Portanto, diminuir a quantidade de ração fornecida quando o oxigênio dissolvido e a temperatura estão baixos é importante para manter o equilíbrio do sistema. Dessa forma, se previne o desperdício de ração e incentiva o consumo de alimentos naturais, evitando o aumento da carga orgânica e nutrientes no sistema. A renovação através do bombeamento da água com sedimento quando a mesma se encontra nessas condições também é importante e diminui os altos valores de pH.

Embora as orientações com relação ao manejo da produção tenham sido realizadas pelo órgão de assistência técnica durante esse estudo, o trato e acompanhamento diário da produção nos quatro reservatórios foram efetuados pelos proprietários, fato que deve ter influenciado sobre a dinâmica dos parâmetros físico-químicos e biológicos obtidos. Assim a qualidade da água no R1 se mostrou menos apropriada para o cultivo de tilápias, e o R4 obteve as melhores condições. Esses resultados demonstram que, mesmo com orientação especializada, o produtor necessita receber e buscar orientações sobre as práticas de manejo da espécie nesse sistema de produção para obter os melhores resultados.

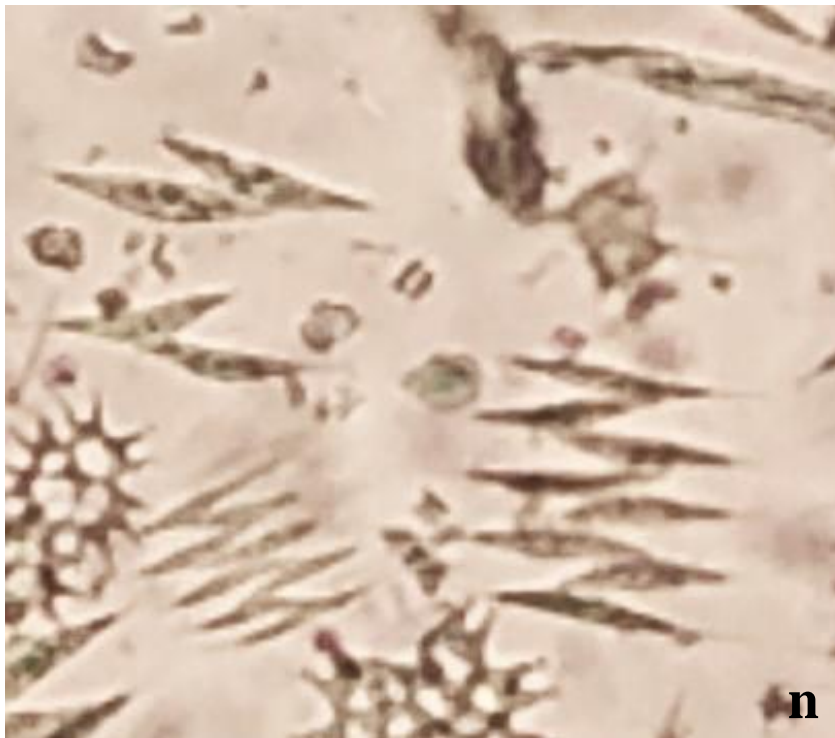
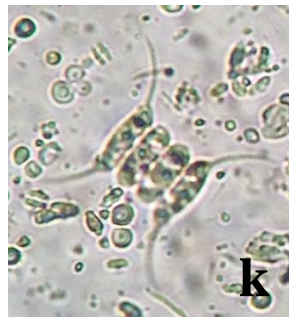
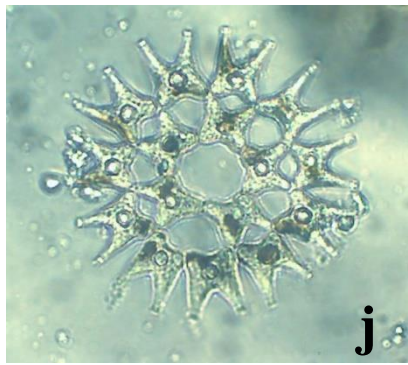
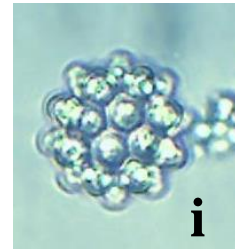
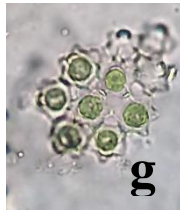
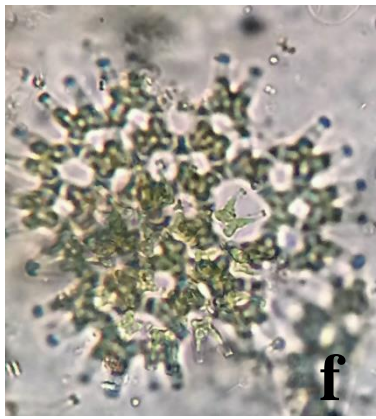
APÊNDICE

Sumário do apêndice

- a. Reservatório de irrigação e cultivo de tilápias
- b. Rede de coleta (tarrafa)
- c. Tilápia durante a biometria
- d. Estômago
- e. Estômago
- f. Alga – Divisão Chlorophyta – Ordem Chlorococcales
- g. Alga – Divisão Chlorophyta – Ordem Chlorococcales
- h. Alga – Divisão Chlorophyta – Ordem Chlorococcales
- i. Alga – Divisão Chlorophyta – Ordem Chlorococcales
- j. Alga – Divisão Chlorophyta – Ordem Chlorococcales
- k. Alga – Divisão Chlorophyta – Ordem Chlorococcales
- l. Alga – Divisão Chlorophyta – Ordem Chlorococcales
- m. Alga – Divisão Chlorophyta – Ordem Zignematales
- n. Alga – Divisão Chlorophyta – Ordem Chlorococcales
- o. Alga – Divisão Chlorophyta – Ordem Zignematales
- p. Alga – Divisão Bacillariophyta
- q. Alga – Divisão Bacillariophyta
- r. Alga – Divisão Bacillariophyta
- s. Alga – Divisão Bacillariophyta
- t. Alga – Cianobacteria
- u. Alga – Cianobacteria
- v. Alga – Cianobacteria
- w. Zooplâncton - Rotifera
- x. Zooplâncton - Rotifera
- y. Zooplâncton - Rotifera
- z. Zooplâncton - Rotifera
- aa. Zooplâncton – Protozoário - Tecameba
- ab. Zooplâncton - Cladocera
- Ac. Zooplâncton - Copepoda







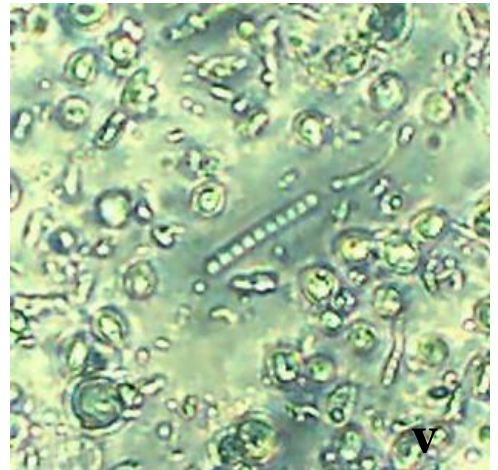
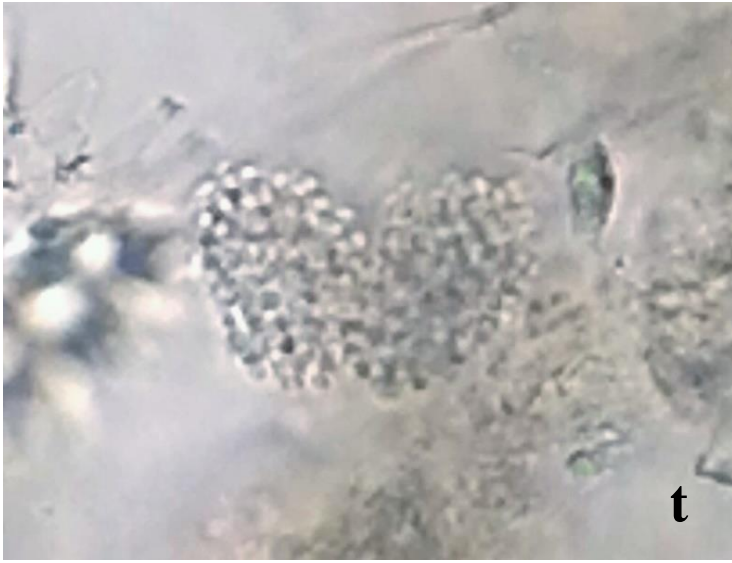
20 μ m



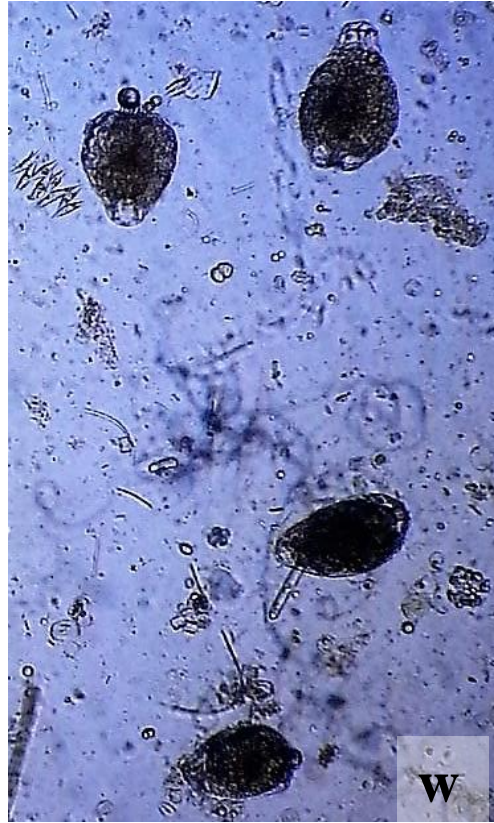
20 μm



20 μ m



20 μm



aa

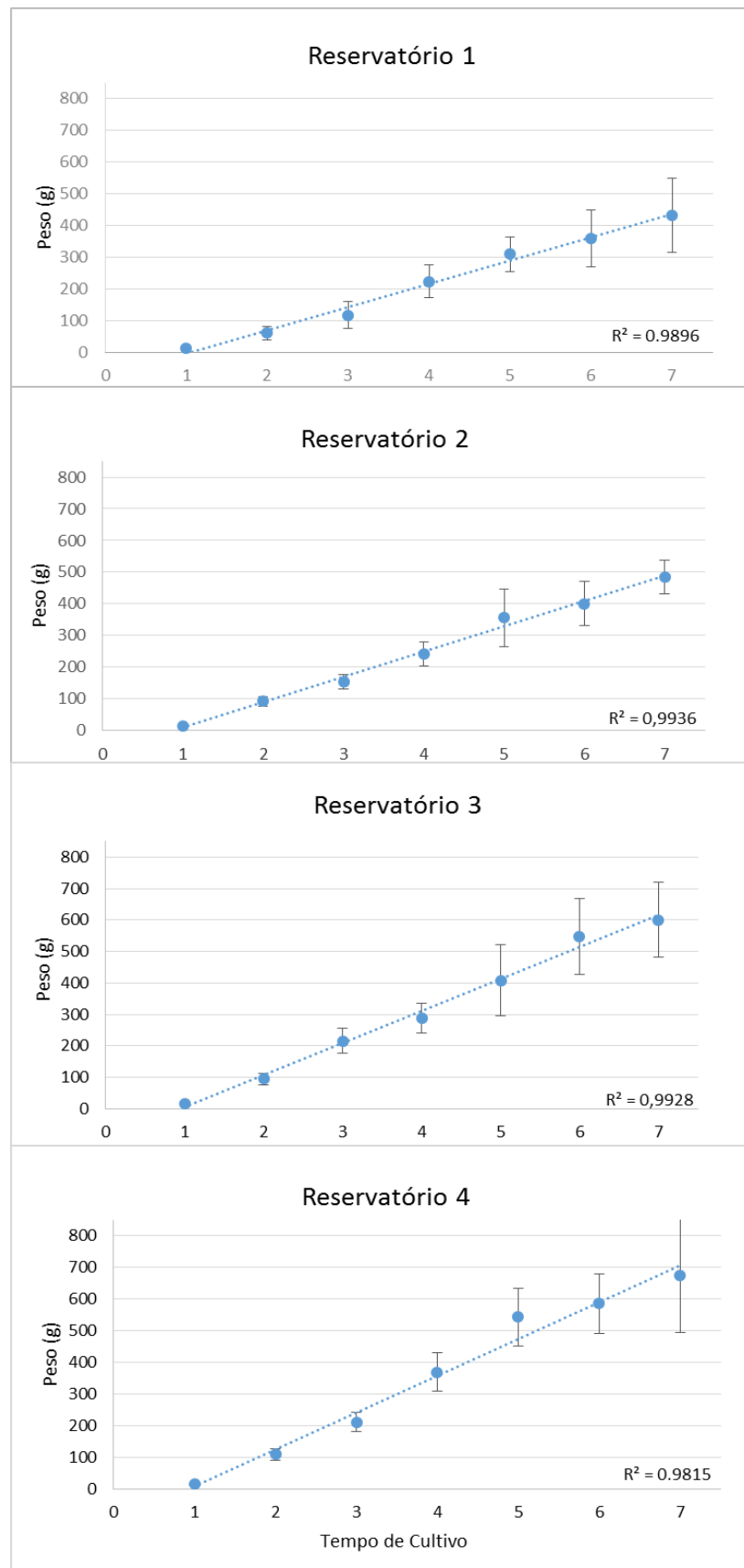


500 μ m



500 μm

Figura ad: Média mensal de peso (em gramas) dos peixes e desvio padrão nos quatro reservatórios estudados.



ANEXO

Tabela: Variáveis limnológicas aferidas no local de estudo.

Oxigênio dissolvido (mg/L O₂)							
Pontos/Meses	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
R1	11,0 ± 0,1	10 ± 1	4,6 ± 0,6	2,2 ± 0,3	7,9 ± 0,3	4,1 ± 0,3	8 ± 1
R2	6,7 ± 0,7	5,8 ± 0,5	7,8 ± 0,6	11,5 ± 0,9	9 ± 1	8,9 ± 0,4	9,6 ± 0,6
R3	6,9 ± 0,6	9 ± 1	10 ± 1	16 ± 1	9,7 ± 0,4	10 ± 1	11 ± 1
R4	7,9 ± 0,4	8 ± 1	7 ± 1	14 ± 1	7,9 ± 0,3	10 ± 1	6 ± 1

Temperatura da água (°C)							
Pontos/Meses	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
R1	27,3 ± 0,1	27 ± 1	28 ± 1	29 ± 1	28,8 ± 0,1	25,5 ± 0,1	26 ± 3
R2	28,97 ± 0,06	29,9 ± 0,3	30,1 ± 0,3	32,4 ± 0,3	28,6 ± 0,2	26,7 ± 0,3	24,61 ± 0,02
R3	29,8 ± 0,1	30,4 ± 0,3	31,1 ± 0,3	33,6 ± 0,3	30,1 ± 0,4	27,8 ± 0,1	25,4 ± 0,1
R4	29,3 ± 0,1	31,5 ± 0,9	28 ± 1	32 ± 1	28,77 ± 0,06	26,76 ± 0,03	23,8 ± 0,4

pH							
Pontos/Meses	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
R1	8,13 ± 0,03	8,5 ± 0,3	7,3 ± 0,2	7,2 ± 0,2	7,5 ± 0,6	7,06 ± 0,01	7,6 ± 0,2
R2	6,9 ± 0,4	7,1 ± 0,3	7,2 ± 0,3	9,1 ± 0,4	7,6 ± 0,2	8,2 ± 0,4	8,5 ± 0,1
R3	6,4 ± 0,1	9 ± 0	9,5 ± 0,3	10 ± 0	9,9 ± 0,3	10 ± 0	8,3 ± 0,5
R4	6,33 ± 0,06	8 ± 1	7,1 ± 0,9	9 ± 1	7,5 ± 0,6	8,1 ± 0,1	7,8 ± 0,3

Condutividade elétrica (µS.cm⁻¹)							
Pontos/Meses	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
R1	126 ± 0	124 ± 0	127 ± 0	137 ± 0	119,3 ± 0,6	121 ± 0	102,3 ± 0,6
R2	7 ± 0	20 ± 0	40 ± 1	64 ± 1	74 ± 1	143 ± 2	122 ± 4
R3	6 ± 0	13 ± 1	52 ± 4	74 ± 6	72 ± 11	87 ± 12	90,3 ± 0,6
R4	8 ± 0	22 ± 1	122 ± 6	137 ± 7	119,3 ± 0,6	122 ± 8	91 ± 13

Transparência da água (m)							
Pontos/Meses	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
R1	0,4 ± 0	0,3 ± 0	0,24 ± 0,01	0,3 ± 0,0	0,11 ± 0	0,25 ± 0,02	0,23 ± 0,02
R2	1,5 ± 0	0,7 ± 0,1	0,22 ± 0,02	0,2 ± 0	0,25 ± 0,01	0,19 ± 0,03	0,21 ± 0,02
R3	1,6 ± 0	1,6 ± 0,2	0,2 ± 0	0,17 ± 0,02	0,19 ± 0,02	0,17 ± 0,02	0,23 ± 0,04
R4	1,25 ± 0	0,31 ± 0	0,24 ± 0	0,19 ± 0	0,11 ± 0	0,12 ± 0,02	0,12 ± 0,01

Diretrizes do Autor:

Aquaculture Research

© John Wiley & Sons Ltd

Edited By: Ronald W. Hardy, Lindsay Ross, Shi-Yen Shiau and Marc Verdegem

Impact Factor: 1.606

ISI Journal Citation Reports © Ranking: 2015: 16/52 (Fisheries)

Online ISSN: 1365-2109

Author Guidelines

Content of Author Guidelines: 1. General 2. Ethical Guidelines 3. Submission of Manuscripts 4. Manuscript Types Accepted 5. Manuscript Format and Structure 6. After Acceptance Relevant Documents: Colour Work Agreement Form Useful Websites: [Submission Site](#), [Articles published in Aquaculture Research](#), [Author Services](#), [Blackwell Publishing's Ethical Guidelines](#), [Guidelines for Figures](#)

1. GENERAL

Aquaculture Research publishes papers on applied or scientific research relevant to freshwater, brackish, and marine aquaculture. The Journal also includes review articles and short communications.

Please read the instructions below carefully for details on the submission of manuscripts, the Journal's requirements and standards as well as information concerning the procedure after a manuscript has been accepted for publication in *Aquaculture Research*. Authors are encouraged to visit Wiley Blackwell's Author Services for further information on the preparation and submission of articles and figures.

2. ETHICAL GUIDELINES

Aquaculture Research complies with the United Kingdom's Animals (Scientific Procedures) Act 1986 which regulates any experimental or other scientific procedure applied to a "protected animal" that may have the effect of causing that animal pain, suffering, distress or lasting harm. Currently, the Act defines a "protected animal" as any living vertebrate, other than man, plus all live cephalopods, i.e. all species of octopus, squid, cuttlefish and nautilus, from the point of hatching. For more information see: <http://www.homeoffice.gov.uk/science-research/animal-research/> or contact the Home Office quoting reference CEPH2010/63/EU ataspa.london@homeoffice.gsi.gov.uk.

2.1. Authorship and Acknowledgements

Authorship: Authors submitting a paper do so on the understanding that the manuscript has been read and approved by all authors and that all authors agree to the submission of the manuscript to the Journal. ALL named authors must have made an active contribution to the conception and design and/or analysis and interpretation of the data and/or the drafting of the paper and ALL must have critically reviewed its content and have approved the final version submitted for publication. Participation solely in the acquisition of funding or the collection of data does not justify authorship and, except in the case of complex large-scale or multi-centre research, the number of authors should not exceed six.

Aquaculture Research adheres to the definition of authorship set up by The International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). According to the ICMJE, authorship criteria should be based on 1) substantial contributions to conception and design of, or acquisition of data or analysis and interpretation of data, 2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content and 3) final approval of the version to be published. Authors should meet conditions 1, 2 and 3. The Journal prefers papers describing hypothesis-driven research. Descriptive papers are allowed providing that they meet the conditions listed above, particularly if they provide substantial new knowledge which advances the state of knowledge in their topic area. Papers describing research on topics already well described in the literature but differing from previous work because the study was conducted with a different species of fish are allowed, providing they describe novel findings rather than simply confirm well-known phenomena found in other species.

It is a requirement that all authors have been accredited as appropriate upon submission of the manuscript. Contributors who do not qualify as authors should be mentioned under Acknowledgements.

Acknowledgements: Under Acknowledgements please specify contributors to the article other than the authors accredited. Please also include specifications of the source of funding for the study.

2.2. Ethical Approvals

Ethics of investigation: Papers not in agreement with the guidelines of the Helsinki Declaration as revised in 1975 will not be accepted for publication.

2.3 Appeal of Decision

The decision on a paper is final and cannot be appealed.

2.4 Permissions

If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in writing and provide copies to the Publishers.

The journal to which you are submitting your manuscript employs a plagiarism detection system. By submitting your manuscript to this journal you accept that your manuscript may be screened for plagiarism against previously published works.

2.5 Copyright Assignment

Authors submitting a paper do so on the understanding that the work and its essential substance have not been published before and is not being considered for publication elsewhere. The submission of the manuscript by the authors means that the authors automatically agree to assign exclusive license to the publisher if and when the manuscript is accepted for publication. The work shall not be published elsewhere in any language without the written consent of the publisher. The articles published in this Journal are protected by copyright, which covers translation rights and the exclusive right to reproduce and distribute all of the articles printed in the Journal. No material published in the Journal may be stored on microfilm or videocassettes, in electronic databases and the like, or reproduced photographically without the prior written permission of the publisher.

Correspondence to the Journal is accepted on the understanding that the contributing author licenses the publisher to publish the letter as part of the Journal or separately from it, in the exercise of any subsidiary rights relating to the Journal and its contents.

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

For authors signing the copyright transfer agreement

If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs below:

CTA Terms and Conditions http://exchanges.wiley.com/authors/faqs---copyright-_301.html

For authors choosing OnlineOpen

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

Creative Commons Attribution License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services http://exchanges.wiley.com/authors/faqs---copyright-_301.html and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>.

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by certain funders [e.g. The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) or the Austrian Science

Fund (FWF)] you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with Wellcome Trust and Research Councils UK requirements.

For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

For questions concerning copyright, please visit Wiley Blackwell's Copyright FAQ.

CrossRef: The journal employs a plagiarism detection system. By submitting your manuscript to this journal you accept that your manuscript may be screened for plagiarism against previously published works.

3. SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

Manuscripts must be prepared to conform to the Journal's style and format. Please consult the section Manuscript Format and Structure below for details. Substantial deviation from the Journal's format will result in return of manuscripts without review.

Manuscripts should be submitted electronically via the online submission site <http://mc.manuscriptcentral.com/are>. The use of an online submission and peer review site enables immediate distribution of manuscripts and consequentially speeds up the review process. It also allows authors to track the status of their own manuscripts. Complete instructions for submitting a paper are available online and below. Further assistance can be obtained from the Editorial Office at areedoffice@wiley.com.

3.1. Getting Started

Launch your web browser (supported browsers include Internet Explorer 6 or higher, Netscape 7.0, 7.1, or 7.2, Safari 1.2.4, or Firefox 1.0.4) and go to the journal's online Submission Site: <http://mc.manuscriptcentral.com/are>.

Log-in or click the 'Create Account' option if you are a first-time user.

If you are creating a new account.

- After clicking on 'Create Account', enter your name and e-mail information and click 'Next'. Your e-mail information is very important.

- Enter your institution and address information as appropriate, and then click 'Next.'

- Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID), and then select your area of expertise. Click 'Finish'.

· If you have an account, but have forgotten your log in details, go to Password Help on the journals online submission system <http://mc.manuscriptcentral.com/are> and enter your e-mail address. The system will send you an automatic user ID and a new temporary password.

· Log-in and select 'Author Center'.

3.2. Submitting Your Manuscript

· After you have logged in, click the 'Submit a Manuscript' link in the menu bar.

· Enter data and answer questions as appropriate. You may copy and paste directly from your manuscript and you may upload your pre-prepared covering letter.

· Click the 'Next' button on each screen to save your work and advance to the next screen.

· You are required to upload your files.

- Click on the 'Browse' button and locate the file on your computer.

- Select the designation of each file in the drop-down menu next to the Browse button.

- When you have selected all files you wish to upload, click the 'Upload Files' button.

· Review your submission (in HTML and PDF format) before sending to the Journal.

Click the 'Submit' button when you are finished reviewing.

3.3. Manuscript Files Accepted

Manuscripts should be uploaded as Word (.doc) or Rich Text Format (.rtf) files (not write-protected) plus separate figure files. GIF, JPEG, PICT or Bitmap files are acceptable for submission, but only high-resolution TIF or EPS files are suitable for printing. The files will be automatically converted to HTML and PDF on upload and will be used for the review process. The text file must contain the entire manuscript including title page, abstract, text, references, tables, and figure legends, but *no* embedded figures. Figure tags should be included in the file. Manuscripts should be formatted as described in the Author Guidelines below.

3.4. Blinded Review

All manuscripts submitted to *Aquaculture Research* will be reviewed by two or three experts in the field. *Aquaculture Research* uses single-blinded review. The names of the reviewers will thus not be disclosed to the author submitting a paper.

3.5. Suggest a Reviewer

Aquaculture Research attempts to keep the review process as short as possible to enable rapid publication of new scientific data. In order to facilitate this process, please suggest the names and current e-mail addresses of four potential international reviewers who are active in the subject area. It is permissible to choose reviewers known to the authors, but avoid choosing reviewers based solely upon professional relationships. International stature is an important quality for reviewers recommended by authors. Avoid recommending reviewers that are likely to have professional responsibilities that will make it difficult to obtain a review in the required time.

3.6. Suspension of Submission Mid-way in the Submission Process

You may suspend a submission at any phase before clicking the 'Submit' button and save it to submit later. The manuscript can then be located under 'Unsubmitted Manuscripts' and you can click on 'Continue Submission' to continue your submission when you choose to.

3.7. E-mail Confirmation of Submission

After submission you will receive an e-mail to confirm receipt of your manuscript. If you do not receive the confirmation e-mail after 24 hours, please check your e-mail address carefully in the system. If the e-mail address is correct please contact your IT department. The error may be caused by spam filtering software on your e-mail server. Also, the e-mails should be received if the IT department adds our e-mail server (uranus.scholarone.com) to their whitelist.

3.8. Manuscript Status

You can access Manuscript Central any time to check your 'Author Center' for the status of your manuscript. The Journal will inform you by e-mail once a decision has been made.

3.9. Submission of Revised Manuscripts

Revised manuscripts must be uploaded within 3 months of authors being notified of conditional acceptance pending satisfactory revision. Locate your manuscript under 'Manuscripts with Decisions' and click on 'Submit a Revision' to submit your revised manuscript. Please remember to delete any old files uploaded when you upload your revised manuscript.

4. MANUSCRIPT TYPES ACCEPTED

Original Articles: Generally original articles are based upon hypothesis-driven research describing a single study or several related studies constituting a single project. Descriptive studies are allowed providing that they include novel information and/or scholarly insight that contributes to advancement of the state of information on a given scientific topic.

Review Articles: Review articles are welcome and should contain not only an up-to-date review of scientific literature but also substantial scholarly interpretation of extant published literature. Compilations of scientific literature without interpretation leading to new insights or recommendations for new research directions will be returned to the author without review.

Short Communications: These should differ from full papers on the basis of scope or completeness, rather than quality of research. They may report significant new data arising from problems with narrow, well defined limits, or important findings that warrant rapid publication before broader studies are complete. Their text should neither exceed 1500 words (approximately six pages of typescript) nor be divided up into conventional sections. An abstract will be required on submission, but this is for informing potential reviewers and will not be part of the Short Communication. When submitting Short Communications, authors should make it clear that their work is to be treated as such.

5. MANUSCRIPT FORMAT AND STRUCTURE

5.1. Format

All sections of the typescript should be on one side of A4 paper, double-spaced and with 30mm margins. A font size of 12pt should be used. Line numbering should be included, with numbering to continue from the first line to the end of the text (reference list). Line numbers should be continuous throughout the manuscript and NOT start over on each page.

Articles are accepted for publication only at the discretion of the Editors. Authors will be notified when a decision on their paper is reached.

Language: The language of publication is English. Authors for whom English is a second language must have their manuscript professionally edited by an English speaking person before submission to make sure the English is of high quality. It is preferred that manuscripts are professionally edited. A list of independent suppliers of editing services can be found at http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp. Japanese authors can also find a list of local English improvement services at <http://www.wiley.co.jp/journals/editcontribute.html>. All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication. Manuscripts in which poor English makes it difficult or impossible to review will be returned to authors without review.

Units and spelling: Systeme International (SI) units should be used. The salinity of sea water should be given as gL-1. Use the form gmL-1 not g/ml. Avoid the use of g per 100 g, for example in food composition, use g kg-1. If other units are used, these should be defined on first appearance in terms of SI units, e.g. mmHg. Spelling should conform to that used in the *Concise Oxford Dictionary* published by Oxford University Press. Abbreviations of chemical and other names should be defined when first mentioned in the text unless they are commonly used and internationally known and accepted.

Scientific Names and Statistics: Complete scientific names, including the authority with correct taxonomic disposition, should be given when organisms are first mentioned in the text and in tables, figures and key words together with authorities in brackets, e.g. 'rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)' but 'Atlantic salmon *Salmo salar* L.' without brackets. For further information see American Fisheries Society Special Publication No. 20, *A List of Common and Scientific Names of Fishes from the United States and Canada*.

Carry out and describe all appropriate statistical analyses.

5.2. Structure

A manuscript (original article) should consist of the following sections:

Title page:

This should include:

- the full title of the paper
- the full names of all the authors
- the name(s) and address(es) of the institution(s) at which the work was carried out (the present address of the authors, if different from the above, should appear in a footnote)
- the name, address, telephone and fax numbers, and e-mail address of the author to whom all correspondence and proofs should be sent
- a suggested running title of not more than 50 characters, including spaces
- four to six keywords for indexing purposes

Main text:

Generally, all papers should be divided into the following sections and appear in the order: (1) Abstract or Summary, not exceeding 150-250 words, (2) Introduction, (3) Materials and Methods, (4) Results, (5) Discussion, (6) Acknowledgments, (7) References, (8) Figure legends, (9) Tables, (10) Figures.

The Results and Discussion sections may be combined and may contain subheadings. The Materials and Methods section should be sufficiently detailed to enable the experiments to be reproduced. Trade names should be capitalized and the manufacturer's name and location (town, state/county, country) included.

All pages must be numbered consecutively from the title page, and include the acknowledgments, references and figure legends, which should be submitted on separate sheets following the main text. The preferred position of tables and figures in the text should be indicated in the left-hand margin.

Optimizing Your Abstract for Search Engines

Many students and researchers looking for information online will use search engines such as Google, Yahoo or similar. By optimizing your article for search engines, you will increase the chance of someone finding it. This in turn will make it more likely to be viewed and/or cited in another work. We have compiled these guidelines to enable you to maximize the web-friendliness of the most public part of your article.

5.3. References (Harvard style)

References should be cited in the text by author and date, e.g. Lie & Hire (1990). Joint authors should be referred to in full at the first mention and thereafter by *et al.* if there are more than two, e.g. Lie *et al.* (1990).

More than one paper from the same author(s) in the same year must be identified by the letters a, b, c, etc. placed after the year of publication. Listings of references in the text should be chronological. At the end of the paper, references should be listed alphabetically according to the first named author. The full titles of papers, chapters and books should be given, with the first and last page numbers. For example:

Chapman D.W. (1971) Production. In: *Methods of the Assessment of Fish Production in Freshwater* (ed. by W.S. Ricker), pp. 199-214. Blackwell Scientific Publications Ltd, Oxford.

Utting, S.D. (1986) A preliminary study on growth of *Crassostrea gigas* larvae and spat in relation to dietary protein. *Aquaculture* 56, 123-128.

Authors are responsible for the accuracy of their references. References should only be cited as 'in press' if they have been accepted for publication. Manuscripts in preparation, unpublished reports and reports not readily available should not be cited. Personal communications should be cited as such in the text.

It is the authors' responsibility to obtain permission from colleagues to include their work as a personal communication. A letter of permission should accompany the manuscript.

The Editor and Publisher recommend that citation of online published papers and other material should be done via a DOI (digital object identifier), which all reputable online published material should have – see www.doi.org/ for more information. If an author cites anything which does not have a DOI they run the risk of the cited material not being traceable.

We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting.

EndNote reference styles can be searched for here:

www.endnote.com/support/enstyles.asp

Reference Manager reference styles can be searched for here:

www.refman.com/support/rmstyles.asp

5.4. Tables, Figures and Figure Legends

Tables: Tables should be self-explanatory and include only essential data. Each table must be typewritten on a separate sheet and should be numbered consecutively with Arabic numerals, e.g. Table 1, and given a short caption. No vertical rules should be used. Units should appear in parentheses in the column headings and not in the body of the table. All abbreviations should be defined in a footnote.

Figures: Illustrations should be referred to in the text as figures using Arabic numbers, e.g. Fig.1, Fig.2 etc. in order of appearance.

Photographs and photomicrographs should be unmounted glossy prints and should not be retouched. Labelling, including scale bars if necessary, should be clearly indicated. Magnifications should be included in the legend.

Line drawings should be on separate sheets of paper; lettering should be on an overlay or photocopy and should be no less than 4 mm high for a 50% reduction. Please note, each figure should have a separate legend; these should be grouped on a separate page at the end of the manuscript. All symbols and abbreviations should be clearly explained.

Avoid using tints if possible; if they are essential to the understanding of the figure, try to make thi coarse.

Preparation of Electronic Figures for Publication: Although low quality images are adequate for review purposes, print publication requires high quality images to prevent the final product being blurred or fuzzy. Submit EPS (line art) or TIFF (halftone/photographs) files only. MS PowerPoint and Word Graphics are unsuitable for printed pictures. Do not use pixel-oriented programmes. Scans (TIFF only) should have a resolution of at least 300 dpi (halftone) or 600 to 1200 dpi (line drawings) in relation to the reproduction size (see below). Please submit the data for figures in black and white or submit a Colour Work Agreement Form (see Colour Charges below). EPS files should be saved with fonts embedded (and with a TIFF preview if possible).

For scanned images, the scanning resolution (at final image size) should be as follows to ensure good reproduction: line art: >600 dpi; halftones (including gel photographs): >300 dpi; figures containing both halftone and line images: >600 dpi.

Further information can be obtained at Wiley Blackwell's guidelines for figures: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>

Check your electronic artwork before submitting it: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/eachecklist.asp>

Permissions: If all or parts of previously published tables and figures are used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in writing and provide copies to the Publisher.

Colour Charges: It is the policy of *Aquaculture Research* for authors to pay the full cost for the reproduction of their colour artwork. Therefore, please note that if there is colour artwork in your manuscript when it is accepted for publication, Wiley Blackwell require you to complete and return a Colour Work Agreement Form before your paper can be published. Any article received by Wiley Blackwell with colour work will not be published until the form has been returned. If you are unable to access the internet, or are unable to download the form, please contact the Production Editor are@wiley.com.

Once completed, please return the form (hard copy with original signature) via regular mail to the address below:

Customer Services (OPI)
John Wiley & Sons Ltd, European Distribution Centre
New Era Estate
Oldlands Way
Bognor Regis
West Sussex
PO22 9NQ

Any article received by Wiley Blackwell with colour work will not be published until the form has been returned.

In the event that an author is not able to cover the costs of reproducing colour figures in colour in the printed version of the journal, *Aquaculture Research* offers authors the opportunity to reproduce colour figures in colour for free in the online version of the article (but they will still appear in black and white in the print version). If an author wishes to take advantage of this free colour-on-the-web service, they should liaise with the Editorial Office to ensure that the appropriate documentation is completed for the Publisher.

Figure Legends: In the full-text online edition of the Journal, figure legends may be truncated in abbreviated links to the full-screen version. Therefore, the first 100 characters of any legend should inform the reader of key aspects of the figure.

6. AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of a paper for publication, the manuscript will be forwarded to the Production Editor who is responsible for the production of the journal.

6.1 Proof Corrections

The corresponding author will receive an e-mail alert containing a link to a website. A working e-mail address must therefore be provided for the corresponding author. The proof can be downloaded as a PDF (portable document format) file from this site.

Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following website: www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html. This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Hard copy proofs will be posted if no e-mail address is available; in your absence, please arrange for a colleague to access your e-mail to retrieve the proofs.

Proofs must be returned to the Author Corrections Team within three days of receipt. Please note that if you have registered for production tracking e-mail alerts in Author Services,

there will be no e-mail for the proof corrections received stage. This will not affect e-mails alerts for any later production stages.

As changes to proofs are costly, we ask that you only correct typesetting errors. Please note that the author is responsible for all statements made in their work, including changes made by the copy editor.

6.2 Early View (Publication Prior to Print)

Aquaculture Research is covered by Wiley Blackwell's Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Articles are therefore available as soon as they are ready, rather than having to wait for the next scheduled print issue. Early View articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after online publication. The nature of Early View articles means that they do not yet have volume, issue or page numbers, so Early View articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article.

6.3 Author Services

Online production tracking is available for your article through Wiley Blackwell's Author Services. Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

Please note that corrections received will be acknowledged on receipt, thus authors will not receive alerts at the 'first proof corrections received' stage. This does not affect any further alerts to authors from Author Services.

For more substantial information on the services provided for authors, please see [Wiley Blackwell's Author Services](#).

6.4 OnlineOpen

OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley Online Library, as well as deposited in the funding agency's preferred archive. For the full list of terms and conditions, see http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen_Terms

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at: https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen_order.asp

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

6.5 Author Material Archive Policy

Please note that unless specifically requested, Wiley Blackwell will dispose of all hardcopy or electronic material submitted one month after publication. If you require the return of any material submitted, please inform the editorial office or production editor as soon as possible.

6.6 Offprints and Extra Copies

Free access to the final PDF offprint or your article will be available via author services only. Please therefore sign up for author services if you would like to access your article PDF offprint and enjoy the many other benefits the service offers. If you have queries about offprints, please e-mail offprint@cosprinters.com.

6.7 Note to NIH Grantees

Pursuant to NIH mandate, Wiley Blackwell will post the accepted version of contributions authored by NIH grant-holders to PubMed Central upon acceptance. This accepted version will be made publicly available 12 months after publication. For further information, see www.wiley.com/go/nihmandate