



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**DESEMPENHO DA TILÁPIA-DO-NILO EM CULTIVO INTEGRADO COM
Spirulina platensis DURANTE A FASE DE REVERSÃO SEXUAL**

DANIELE FERREIRA MARQUES

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte integrante das exigências para a obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

**FORTALEZA - CEARÁ - BRASIL
NOVEMBRO/2009**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M316d Marques, Daniele Ferreira.

Desempenho da tilápia-do-Nilo em cultivo integrado com *Spirulina platensis* durante a fase de reversão sexual / Daniele Ferreira Marques. – 2009.
37 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2009.

Orientação: Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias.

1. Tilápia (Peixe). 2. Peixes - Reprodução. 3. Engenharia de pesca. I. Título.

CDD 639.2

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Wladimir Ronald Lobo Farias, Dr.
Orientador/Presidente

Prof. Moisés Almeida de Oliveira, D.Sc.
Membro

Prof^a. Elenise Gonçalves de Oliveira, Dr^a.
Membro

VISTO:

Prof. Moisés Almeida de Oliveira, D.Sc.
Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca

Prof. Raimundo Nonato de Lima Conceição, D.Sc.
Coordenador do Curso de Engenharia de Pesca

*Aos meus pais,
dedico.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Celso Ferreira Marques e Maria Izeuda Marques, por toda educação, paciência, dedicação, amor incondicional, pelo exemplo de pessoas que são para mim e por acreditarem desde o começo no meu potencial, fica a minha eterna gratidão.

Ao meu amado irmão Douglas Ferreira Marques por ter sido referência para a minha escolha do curso de Engenharia de Pesca e pelo simples fato de existir.

A minha cunhada Adélia e ao meu sobrinho Nelchael por tornarem a minha família mais completa e feliz.

Ao meu namorado Oscar Pacheco por todo apoio, tempo dedicado e ajuda prestada para a realização de todas as etapas deste trabalho. Por ficar ao meu lado nos momentos difíceis, dando ânimo e incentivo, pelo amor e companheirismo dedicados a mim todos os dias.

Aos amigos Clara Coe e Alberto Jorge pela amizade doce, firme e leal dedicada desde o início do curso, me acolhendo sempre que precisei, e por todos os momentos de felicidade que a nossa grande amizade proporcionou.

Ao amigo Júnior (Filé) pela oportunidade de realizar este trabalho e por todo empenho prestado ao experimento.

Ao Prof. Wladimir Ronald Lobo Farias pelas valiosas sugestões dadas ao trabalho e por ter me aceito como orientanda.

À Estação de Piscicultura Rodolpho von Ihering do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), Pentecoste-CE, pelo material biológico cedido e concessão do espaço físico.

Ao Sr. Pedro Eymard Campos Mesquita, chefe do Centro de Pesquisas em Aquicultura - DNOCS, que permitiu o uso de toda estrutura necessária para a execução do experimento e a todos os funcionários do DNOCS, em especial, José Agenor Soares Galvão e Joselias Soares de Diniz por toda ajuda prestada e apoio pessoal para realização desta pesquisa.

Ao CNPq - Rede Algas pelo apoio financeiro à pesquisa.

E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste curso e deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
DEDICATÓRIA	iii
AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	4
2.1. Local e período de realização do experimento	4
2.2. Cultivo de <i>Spirulina platensis</i>	4
2.3. Incorporação do hormônio à ração	5
2.4. Inoculação de <i>Spirulina platensis</i> nos tanques	5
2.5. Obtenção das pós-larvas de tilápia-do-Nilo	7
2.6. Povoamento dos tanques com tilápia-do-Nilo	8
2.7. Manejo Alimentar	9
2.8. Análise da qualidade de água	10
2.9. Avaliação das variáveis indicativas do desempenho dos peixes	10
2.10. Análise da eficiência da reversão sexual	12
2.11. Análise estatística dos dados	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
3.1. Qualidade da água	16
3.2. Desempenho da tilápia-do-Nilo	19
3.3. Fator de condição e relação peso/comprimento	21
3.4. Eficiência da reversão sexual	23
4. CONCLUSÃO	25
5. REFERÊNCIAS	26

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Recipientes de vidro utilizados na produção de <i>Spirulina Platensis</i> .	5
Figura 2. Hapas de reprodução instalados em viveiro escavado.	7
Figura 3. Classificador utilizado na seleção de larvas e pós-larvas.	8
Figura 4. Tanques circulares de fibra de vidro.	9
Figura 5. Pós-larvas estocadas em bandejas plásticas.	11
Figura 6. Tilápia-do-Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , no 14 ^o dia de reversão sexual abatida por hipotermia para o procedimento de biometria.	11
Figura 7. Hapas de crescimento instalados em viveiro escavado.	12
Figura 8. Procedimento de visualização para a retirada das gônadas. A: corte perpendicular à linha lateral partindo-se da papila urogenital até metade da altura do corpo. B: corte ventral até a base das nadadeiras pélvicas. C: corte acompanhando o contorno do opérculo. D: corte paralelo à linha lateral. E: remoção das vísceras. F: visualização das gônadas (setas).	13
Figura 9. Lâmina preparada para visualização ao microscópio.	14
Figura 10. Visualização de gônadas de tilápia-do-Nilo sob microscópio óptico com aumento de 20x. A: testículo. B: ovário com presença de ovócitos (seta).	14
Figura 11. Concentrações de amônia (A), nitrito (B), nitrato (C) e fosfato (D), em mg L ⁻¹ , para os diferentes tratamentos com tilápia-do-Nilo cultivada em diferentes densidades na presença e ausência de <i>Spirulina platensis</i> durante o período de reversão sexual. A barra de erros representa o desvio padrão. Letras diferentes sobre as barras de erro indicam diferença significativa.	17

Figura 12. Peso médio (g) de pós-larvas de tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, cultivada em diferentes densidades na presença e ausência de *Spirulina platensis* durante o período de reversão sexual. A barra de erros representa o desvio padrão. Letras diferentes sobre as barras de erro indicam diferença significativa.

19

Figura 13. Relação peso/comprimento para tilápia-do-Nilo cultivada em diferentes densidades na presença e ausência de *Spirulina platensis* durante o período de reversão sexual. A: Alta densidade sem *S. platensis*. B: Alta densidade com *S. platensis*. C: Baixa densidade sem *S. platensis*. D: Baixa densidade com *S. platensis*.

23

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Valores médios \pm sd de comprimento total (cm) e sobrevivência (%) da tilápia-do-Nilo cultivada em diferentes densidades na presença e ausência de <i>Spirulina platensis</i> durante o período de reversão sexual. AS: alta densidade sem <i>S. platensis</i> . AC: alta densidade com <i>S. platensis</i> . BS: baixa densidade sem <i>S. platensis</i> . BC: baixa densidade com <i>S. platensis</i> .	20
Tabela 2. Valores médios \pm sd de peso corpóreo final (BWf), comprimento total final (LTf) e fator de condição alométrico final (Kaf) da tilápia-do-Nilo cultivada em diferentes densidades na presença e ausência de <i>Spirulina platensis</i> durante o período de reversão sexual.	22

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho, o fator de condição (Ka), a sobrevivência (%), a eficiência da reversão sexual e a qualidade da água para tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, cultivada em diferentes densidades de estocagem na presença e ausência da microalga *Spirulina platensis* durante o período de reversão sexual. As densidades de 5 e 10 indivíduos L⁻¹ foram denominadas de baixa e alta densidade, respectivamente. As larvas foram provenientes de coleta total em hapas de reprodução, contadas e distribuídas em doze tanques circulares de fibra de vidro com volume útil de 100 L e aeração constante. Para inocular a *Spirulina platensis* nos seis tanques referentes aos tratamentos com a microalga, esta foi filtrada em malha de 60 µm e adicionada à água de cultivo em volume suficiente para atingir uma densidade celular de 2.300 tricomas mL⁻¹. A ração com o hormônio 17 α-metiltestosterona foi administrada quatro vezes ao dia e a quantidade ofertada foi de 25% da biomassa total, durante 21 dias. A temperatura, a concentração de oxigênio dissolvido e o pH da água dos tanques foram obtidos diariamente. As análises de amônia total (NH₃/NH₄⁺), nitrito (NO₂⁻), nitrato (NO₃⁺) e fosfato (PO₄³⁻) foram feitas semanalmente em laboratório. As biometrias foram realizadas a cada sete dias, utilizando-se 2% da população inicial, para acompanhar o desenvolvimento das pós-larvas e ajustar a quantidade de ração a ser ofertada. Os níveis de compostos nitrogenados e fosfatados, de uma maneira geral, se mostraram acima dos recomendados para a tilápia-do-Nilo. As médias de peso e comprimento ao final do experimento foram de 0,1243 ± 0,016 a 0,2743 ± 0,039 g e 1,959 ± 0,082 a 2,582 ± 0,125 cm, respectivamente, sendo os maiores valores encontrados para os tratamentos com a presença de *S. platensis*. O fator de condição foi semelhante entre os tratamentos e apresentou valores entre 1,631 ± 0,048 e 1,902 ± 0,082. A sobrevivência ao final do experimento foi de 85,18, 48,19, 73,12 e 74,18%, para os tratamentos alta densidade sem *S. platensis*, alta densidade com *S. platensis*, baixa densidade sem *S. platensis* e baixa densidade com *S. platensis*, respectivamente. A eficiência da reversão sexual encontrada para os diferentes tratamentos foi de 100%. O estudo mostrou que o desempenho da tilápia-do-Nilo revertida na presença de *S. platensis* foi significativamente maior quando comparada aos tratamentos sem a referida microalga.

DESEMPENHO DA TILÁPIA-DO-NILO EM CULTIVO INTEGRADO COM *Spirulina platensis* DURANTE A FASE DE REVERSÃO SEXUAL

DANIELE FERREIRA MARQUES

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma atividade que consiste na criação de organismos aquáticos em condições controladas, podendo ser bastante rentável economicamente, desde que feita com base em projetos tecnicamente corretos (CYRINO et al., 2004). De acordo com a FAO (2008) a produção de peixes de água doce no ano de 2006 representou 54% da produção mundial em aquicultura com um montante de 27,8 milhões de toneladas no valor de US\$ 29,5 bilhões. Firetti et al. (2007) afirmam que no Brasil, durante as últimas décadas, a piscicultura sofreu constantes transformações, tendo se consolidado como importante atividade no agronegócio brasileiro, substituindo em parte o peixe proveniente da pesca extrativa.

Dentre os peixes de água doce cultivados a tilápia, *Oreochromis niloticus*, é uma espécie de grande interesse mundial, sendo a mais cultivada no Brasil e ocupando a segunda colocação mundialmente (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004).

Pertencente à família dos ciclídeos, a tilápia-do-Nilo é originária da bacia do rio Nilo, no Leste da África, encontrando-se amplamente disseminada nas regiões tropicais e subtropicais, como no Sudeste Asiático (Indonésia, Filipinas e Formosa) e no Continente Americano (USA, México, Panamá e toda a América do Sul) (CARVALHO, 2006). No Brasil foi introduzida, em 1971, por intermédio do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) nos açudes do Nordeste, difundindo-se para todo o país (PROENÇA; BITTENCOURT, 1994, CASTAGNOLLI, 1996).

O destaque alcançado por esta espécie deve-se às suas qualidades como rusticidade, tolerância a baixos níveis de oxigênio dissolvido, rápido crescimento, boa conversão alimentar, consumo de ração artificial desde a fase larval e boa aceitação no mercado consumidor (ALCESTE; JORRY, 1998, MEURER et al., 2000).

Por outro lado Borges (2002) cita suas características reprodutivas, como maturidade sexual precoce e desova frequente, como sendo desvantajosas em cultivos comerciais. Isto gera uma superpopulação nos viveiros, o que prejudica o crescimento.

Os machos de tilápia apresentam melhores taxas de crescimento em relação às fêmeas, uma vez que estas, além de utilizarem grande parte de suas reservas para as atividades reprodutivas, não se alimentam durante o período da incubação oral dos ovos (PHELPS; POPMA, 2000, BEARDMORE et al., 2001). Uma das práticas mais utilizadas para o controle da reprodução em tilápias tem sido o cultivo de populações monossexo com indivíduos machos. A utilização de hormônios masculinizantes é a técnica mais prática e efetiva para a produção de machos fenotípicos (PHELPS; CERESO, 1992). Entre os hormônios pesquisados, o andrógeno sintético 17 α -metiltestosterona tem sido bastante empregado no processo de reversão sexual, por apresentar também a vantagem de ser facilmente excretado logo após o período do tratamento hormonal (ROTHBARD et al., 1990, CURTIS et al., 1991, POPMA; GREEN, 1990, GUERRERO III; GUERRERO, 1997).

Durante a fase de larvicultura, o correto balanceamento de uma ração adequada às exigências nutricionais integrada ao uso do alimento natural é uma importante ferramenta, pois segundo Hayashi et al. (2001), a nutrição durante este período é crucial para a obtenção de animais em quantidade e qualidade para as fases posteriores de criação.

As tilápias apresentam uma grande habilidade em aproveitar o alimento natural dentre os quais se destacam as microalgas. Segundo Chuntapa et al. (2003), o uso de microalgas em sistemas integrados de aquíicultura possui vantagens tais como assimilação de compostos nitrogenados, fácil cultivo em massa, tolerância as mais diversas salinidades e produção dos mais diversos produtos.

Spirulina platensis é a microalga mais cultivada e estudada no mundo (VONSHAK, 1997). Existe em nosso planeta há bilhões de anos, pertence ao grupo das cianobactérias e sua importância é devido ao alto valor protéico, presença de ácidos graxos poliinsaturados, como o γ -linolênico, pigmentos, como o β -caroteno e ficocianina, minerais e vitaminas, além de outros compostos. É uma microalga multicelular de cor verde azulada que se apresenta em forma de filamento helicoidal. Cresce espontaneamente em águas alcalinas podendo habitar solos, pântanos, águas salobras, marinhas e doces (RICHMOND, 1990). Os nutrientes de que necessita são uma fonte de carbono, nitrogênio, fósforo, potássio, ferro e outros oligoelementos (VONSHAK, 1997).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho, o fator de condição (Ka), a sobrevivência (%), a eficiência da reversão sexual e a qualidade da água para tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, cultivada em diferentes densidades de estocagem na presença e ausência da microalga *Spirulina platensis* durante o período de reversão sexual.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local e período de realização do experimento

O experimento foi conduzido na Estação de Piscicultura Rodolpho von Ihering do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), Pentecoste-CE, em julho de 2009.

2.2. Cultivo de *Spirulina platensis*

O inóculo inicial foi obtido a partir de um cultivo de *Spirulina platensis* presente no Laboratório de Planctologia do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, o qual foi utilizado para iniciar o cultivo no Laboratório de Produção de Microalgas do DNOCS, onde as culturas foram mantidas sob um regime de luz ininterrupto, com intensidade luminosa de 1.000 lux e temperatura de 28 C. Para evitar a estratificação do cultivo foi utilizada aeração proveniente de compressor de diafragma.

O método utilizado para a produção de *S. platensis* foi o cultivo do tipo “batch” ou estacionário, que consiste na transferência das culturas, antes destas atingirem a fase estacionária do crescimento, para volumes crescentes de água enriquecida com nutrientes (meio de cultura).

Para a produção de *S. platensis* foram utilizados 6 recipientes de vidro com volume útil de 6 L (Figura 1) com meio de cultivo contendo 30 g L⁻¹ de cloreto de sódio (NaCl), 10 g L⁻¹ de bicarbonato de sódio (NaHCO₃), 1 g L⁻¹ de NPK (fonte de nitrogênio, fósforo e potássio) e 0,1 g L⁻¹ de superfosfato triplo. O meio foi preparado dissolvendo-se o NaCl e o NaHCO₃ em um bequer contendo água e, posteriormente, adicionando-se os fertilizantes previamente macerados em grau com pistilo de porcelana. Para a total homogeneização e estabilização do pH, a mistura foi submetida a uma forte aeração por 24 horas.



Figura 1. Recipientes de vidro utilizados na produção de *Spirulina platensis*.

2.3. Incorporação do hormônio à ração

A inclusão do hormônio na ração foi feita na proporção de 60 mg kg^{-1} de ração, segundo Guerrero (1982).

Inicialmente foi preparada uma solução estoque contendo 6g do hormônio masculinizante 17α -metilttestosterona diluído em um litro de álcool etílico 96%. Esta solução foi armazenada em vidro âmbar e conservada sob refrigeração.

Para o preparo de 1 kg de ração, inicialmente foram diluídos 10 mL da solução estoque em 500 mL de álcool comercial e a mistura foi incorporada manualmente à ração de forma homogênea. Para a evaporação do álcool, a ração contendo o hormônio foi espalhada em finas camadas sobre sacos de ráfia em local abrigado da luz solar direta, durante um período de 48 horas. Após a secagem a ração foi peneirada e armazenada em sacos escuros sob refrigeração.

2.4. Inoculação de *Spirulina platensis* nos tanques

Para inocular a *Spirulina platensis* nos seis tanques referentes aos tratamentos com a microalga, esta foi filtrada em malha de $60 \mu\text{m}$ e adicionada à água de cultivo em volume suficiente, segundo a equação de diluição de

soluções (E_1), para atingir uma densidade celular (tricomas) de 2.300 tricomas mL^{-1} .

$$VA = (VT \times DD)/CA, \text{ onde:} \quad E_1$$

VA: Volume da cultura da microalga a ser filtrado e adicionado ao tanque de cultivo (L);

VT: Volume final do tanque de cultivo (L);

DD: Densidade algal desejada (tricomas mL^{-1});

CA: Concentração de microalga no inóculo (tricomas mL^{-1}).

A densidade algal dos tanques foi controlada diariamente por contagem de filamentos celulares (tricomas), duas vezes ao dia, no período da manhã e no período da tarde. Uma amostra de 100 mL foi retirada de cada tanque e levada ao laboratório. De cada amostra foram retiradas duas subamostras de 30 μL com o auxílio de uma micropipeta automática, colocadas sobre uma lâmina e os tricomas foram contados por varredura ao microscópio óptico. Para obtenção da densidade em tricomas mL^{-1} , o número de tricomas foi extrapolado para 1 mL.

Para a correção da densidade algal duas estratégias foram utilizadas:

1) Quando a densidade algal encontrava-se abaixo do valor desejado um determinado volume da cultura da microalga foi filtrado e adicionado ao cultivo segundo a equação 2 (E_2):

$$VN = (VT \times (DD - DA))/(CA - DD), \text{ onde:} \quad E_2$$

VN: Volume da cultura da microalga a ser filtrado necessário para provocar o aumento da densidade algal nos tanques de cultivo (L);

VT: Volume útil do tanque de cultivo (L);

DD: Densidade algal desejada (tricomas mL^{-1});

DA: Densidade algal no tanque de cultivo (tricomas mL^{-1});

CA: Concentração de células no inóculo (tricomas mL^{-1}).

2) Quando a densidade algal encontrava-se acima do valor desejado uma diluição foi realizada drenando-se um determinado volume da água do cultivo e adicionando-se água clara segundo a equação 3 (E_3):

$$VD = VT - [VT(DD/DA)], \text{ onde:} \quad E_3$$

VD: Volume de água do cultivo a ser drenado (L);

VT: Volume de água clara a ser adicionada ao tanque de cultivo (L);

DD: Densidade algal desejada (tricomas mL^{-1});

DA: Densidade algal do tanque de cultivo (tricomas mL^{-1}).

2.5. Obtenção das pós-larvas de tilápia-do-Nilo

Os indivíduos utilizados no experimento foram provenientes da própria estação de piscicultura do DNOCS e obtidos a partir de coleta total em hapas de reprodução. Os hapas com dimensões de 10 x 1,5 x 1,2 m (comprimento x largura x altura) e volume útil de 15 m^3 foram instalados em viveiro escavado de 0,5 ha (Figura 2).



Figura 2. Hapas de reprodução instalados em viveiro escavado.

Em cada hapa foram estocados machos e fêmeas na proporção sexual de 1:3, sendo 15 machos e 45 fêmeas. Os reprodutores foram alimentados

com ração comercial duas vezes ao dia durante 14 dias, período após o qual os hapas foram despescados para retirada de pós-larvas, larvas e ovos.

As larvas e pós-larvas foram selecionadas utilizando-se um classificador de malha de 3 mm (Figura 3). As menores, com tamanho inferior a 12mm, que passaram pelo classificador foram consideradas aptas à reversão e foram separadas para a utilização no experimento.



Figura 3. Classificador utilizado na seleção de larvas e pós larvas.

Como medida profilática os indivíduos foram submetidos a um banho de imersão em formalina por 30 segundos.

2.6. Povoamento dos tanques com tilápia-do-Nilo

Para o povoamento dos tanques, utilizou-se um total de 9.000 larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) com pesos e comprimentos médios de $0,0103 \pm 0,001$ g e $0,641 \pm 0,016$ cm, respectivamente. O peso e comprimento médio dos indivíduos foi determinado a partir de uma amostra de 100 indivíduos. Cada espécime foi medido com auxílio de um paquímetro com precisão de 0,005 cm e pesados em balança com precisão de 0,0001 g.

Foram realizados quatro tratamentos com três repetições, sendo testadas as densidades iniciais de 5 indivíduos L^{-1} (baixa densidade) e 10 indivíduos L^{-1} (alta densidade), na presença e ausência da microalga *Spirulina*

platensis. Os tratamentos foram denominados de AS (alta densidade sem *S. platensis*), AC (alta densidade com *S. platensis*), BS (baixa densidade sem *S. platensis*) e BC (baixa densidade com *S. platensis*).

Os seis tanques referentes aos tratamentos na ausência de *S. platensis* foram cobertos de modo a permitir apenas iluminação difusa e evitar o crescimento de microalgas.

As larvas foram contadas e distribuídas aleatoriamente, em 12 tanques circulares de fibra de vidro (Figura 4) com volume útil de 100 L, aeração constante e sem recirculação de água. Para as repetições de baixa densidade foram estocadas 500 larvas/tanque (5 larvas L⁻¹) e para as repetições de alta densidade estocou-se 1.000 larvas/tanque (10 larvas L⁻¹).



Figura 4. Tanques circulares de fibra de vidro.

2.7. Manejo alimentar

Os indivíduos foram alimentados, quatro vezes ao dia (07:00, 10:00, 13:00 e 16:00h), com ração comercial em pó com 50% de proteína bruta contendo o hormônio masculinizante 17 α -metiltestosterona, durante 21 dias. A quantidade de ração ofertada foi equivalente a 25% da biomassa total.

Os tanques foram sifonados diariamente para a retirada de fezes e restos de ração antes da primeira alimentação. Afim de evitar baixas na densidade algal uma tela acoplada a um balde foi utilizada para reter partículas sólidas separando-as da água, a qual foi devolvida aos tanques.

2.8. Análise da qualidade de água

A temperatura, a concentração de oxigênio dissolvido e o pH da água dos tanques foram obtidos, diariamente, duas vezes ao dia, às 07:00 e 16:00 horas. Para a determinação do pH foi utilizado papel indicador de pH e para a medição da temperatura e do oxigênio dissolvido utilizou-se um oxímetro YSI Model 85.

As análises de amônia total ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^+) e fosfato (PO_4^{3-}) foram feitas semanalmente em laboratório utilizando-se espectrofotômetro HACH modelo DR/2000 segundo os métodos 380 (N, NH_3 - Nessler), 371 (N, NO_2^- - LR AV), 353 (N, NO_3^+ - MR) e 490 (PO_4^{3-} - PV), respectivamente.

2.9. Avaliação das variáveis indicativas de desempenho dos peixes

Para acompanhar o desenvolvimento das pós-larvas e ajustar a quantidade de ração a ser ofertada, biometrias foram realizadas a cada sete dias utilizando-se 20 indivíduos dos tanques de alta densidade (10 indivíduos L^{-1}) e 10 indivíduos dos tanques de baixa densidade (5 indivíduos L^{-1}).

Na ocasião das biometrias a alimentação do período da manhã (07:00 e 10:00h) foi suspensa sendo retomada no período da tarde (13:00 e 16:00h) já com as devidas correções realizadas.

As pós-larvas foram capturadas com auxílio de um puça e estocadas provisoriamente em bandejas plásticas numeradas de acordo com o tanque de origem e dispostas em uma bancada (Figura 5).



Figura 5. Pós-larvas estocadas em bandejas plásticas.

As pós-larvas foram abatidas por hipotermia e cada espécime foi medido com auxílio de um paquímetro com precisão de 0,005 cm (Figura 6) e pesado em balança com precisão de 0,001 g. Os indivíduos abatidos por razão da biometria não foram contabilizados como mortalidade.

Ao final do experimento foram observadas as taxas de sobrevivência de cada tratamento e a condição geral dos peixes.

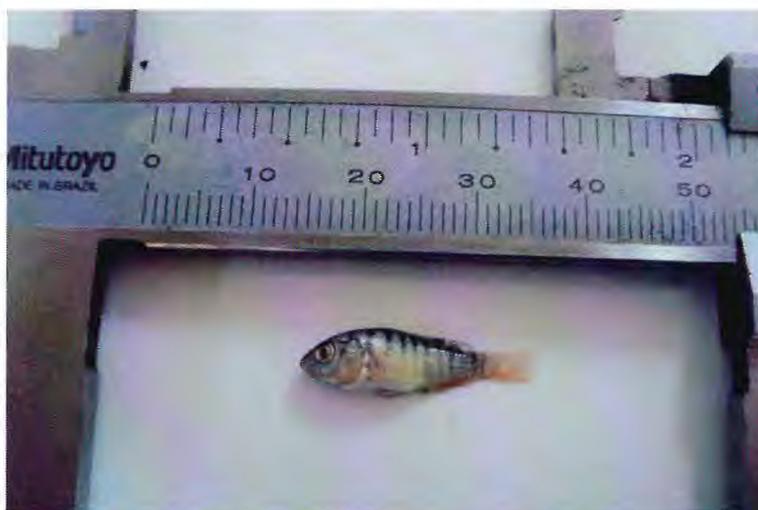


Figura 6. Tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, no 14º dia de reversão sexual abatida por hipotermia para o procedimento de biometria.

O fator de condição alométrico (K_a) foi calculado de $K_a = (100 \cdot BW) / LT^b$, para cada tratamento, onde BW é o peso corpóreo, LT o comprimento total e b é o coeficiente de alometria obtido pela equação de regressão da relação

peso/comprimento. As equações de regressão da relação peso/comprimento foram determinadas para cada tratamento, sendo utilizado o modelo potência do tipo, $y = Ax^b$, em que, $\ln y = a + b \cdot \ln x$, é a forma linearizada desse modelo curvilíneo, utilizando o programa Microsoft Office Excel® 2007.

2.10. Análise da eficiência da reversão sexual

Ao final do período experimental de 21 dias os peixes foram transferidos para hapas de crescimento instalados em viveiro escavado (Figura 7) onde permaneceram por mais 30 dias recebendo ração comercial farelada com 50% de proteína bruta 4 vezes ao dia sem o hormônio masculinizante. Após atingirem tamanho superior a 3,0 cm, sendo este adequado para a realização do método de esfregaço das gônadas, proposto por Guerrero e Shelton (1974) e validado para a tilápia do Nilo por Wassermann e Afonso (2002), 300 indivíduos de cada tratamento foram abatidos e fixados em formalina 3%.



Figura 7. Hapas de crescimento instalados em viveiro escavado.

A observação das gônadas foi realizada no Laboratório Polivalente do Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (DEP/CCA/UFC).

Dentre os peixes fixados em formalina uma subamostra de 100 indivíduos de cada tratamento foi selecionada aleatoriamente para a remoção

das gônadas. Para isso procedeu-se, com auxílio de tesoura, um corte perpendicular à linha lateral, partindo-se da papila urogenital até metade da altura do corpo. Uma segunda incisão foi realizada, ventralmente, até a base das nadadeiras pélvicas, de onde executou-se um terceiro corte acompanhando o contorno do opérculo. Em seguida, a abertura de uma janela lateral foi possibilitada com uma incisão final paralela à linha lateral. As vísceras foram, então, removidas para a visualização das gônadas na cavidade celomática dos peixes (Figura 8).

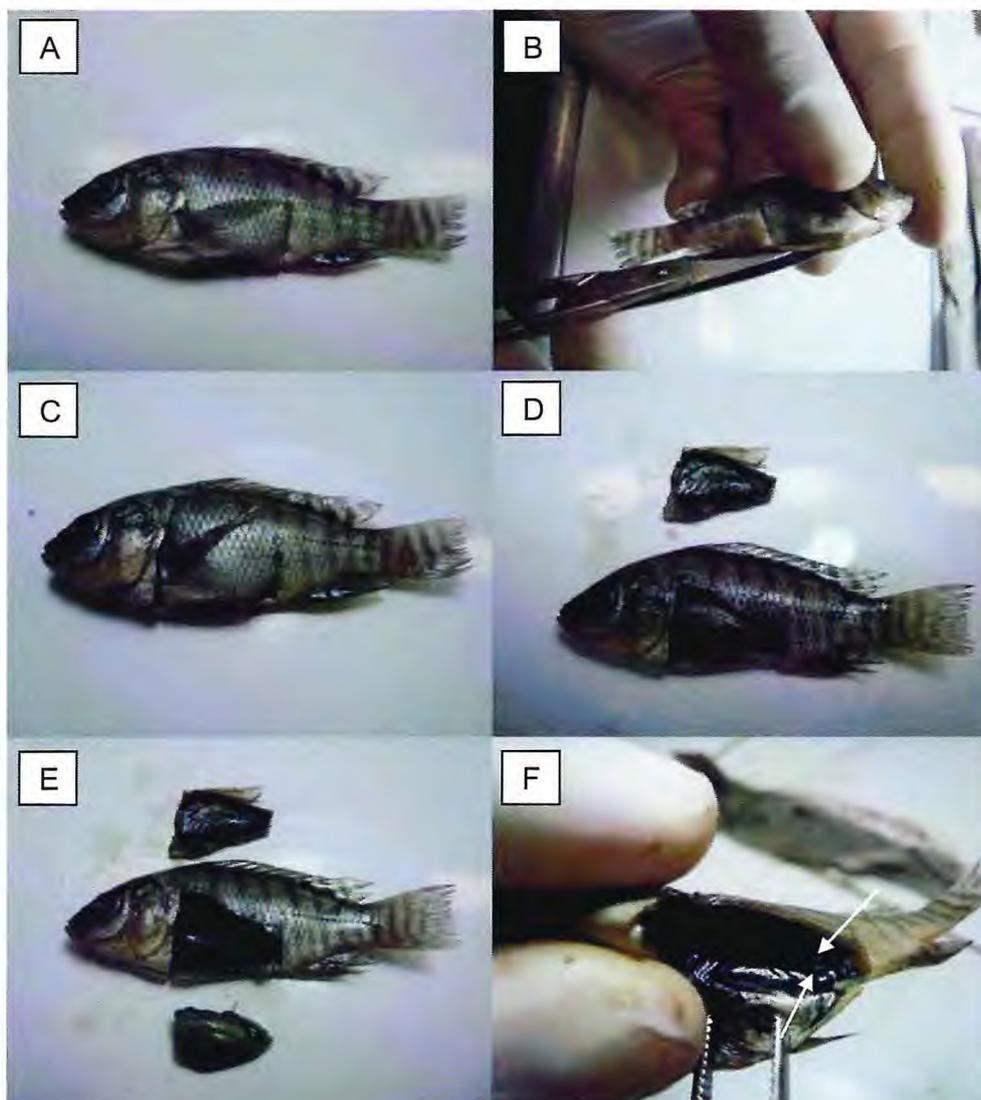


Figura 8. Procedimento de visualização para a retirada das gônadas. A: corte perpendicular à linha lateral partindo-se da papila urogenital até metade da altura do corpo. B: corte ventral até a base das nadadeiras pélvicas. C: corte acompanhando o contorno do opérculo. D: corte paralelo à linha lateral. E: remoção das vísceras. F: visualização das gônadas (setas).

Após sua remoção da cavidade celomática, as gônadas foram dispostas em uma lâmina de vidro, na qual foram adicionadas algumas gotas de solução de aceto-carmin. Uma lamínula foi sobreposta ao material fazendo-se uma leve pressão (Figura 9), facilitando a visualização ao microscópio óptico.



Figura 9. Lâmina preparada para visualização ao microscópio.

Antes da análise das gônadas dos indivíduos utilizados no presente estudo foram visualizadas as gônadas de tilápia-do-Nilo com idade e peso compatíveis ao do presente trabalho, afim de obter um controle positivo para macho e fêmea (Figura 10).

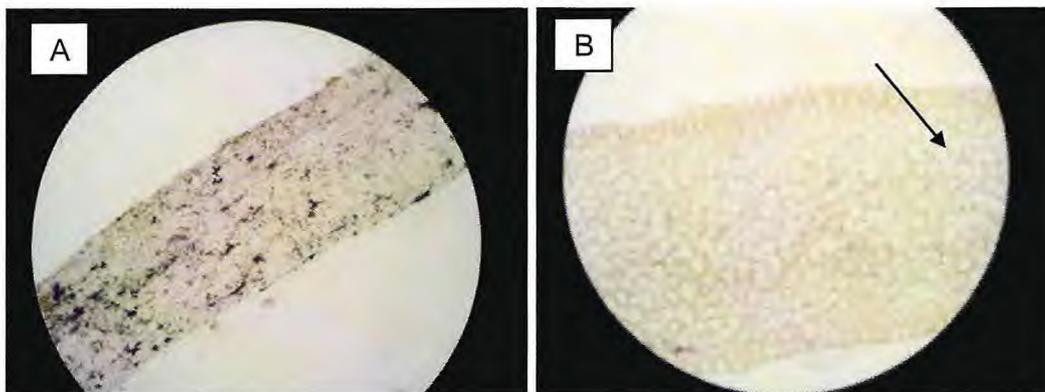


Figura 10. Visualização de gônadas de tilápia-do-Nilo sob microscópio óptico com aumento de 20x. A: testículo. B: ovário com presença de ovócitos (seta).

2.11. Análise estatística dos dados

Os dados biométricos, o fator de condição, a sobrevivência (valores em porcentagem foram transformados em arco seno) e, juntamente com as variáveis de qualidade de água, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), complementada pelo teste de Tukey, utilizando-se o programa computacional BioEstat 5.0 a um nível de significância de 5% para verificar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Qualidade da água

Os valores médios de temperatura, pH e oxigênio dissolvido da água para os tratamentos apresentaram médias de $26,423 \pm 0,442$ °C; $6,970 \pm 1,063$ e $5,723 \pm 0,297$ mg L⁻¹, respectivamente, apresentando-se dentro dos limites considerados adequados para o cultivo de tilápia (KUBITZA, 2003).

No início do período experimental os valores de amônia total (NH₃/NH₄⁺), nitrito (NO₂⁻), nitrato (NO₃⁺) e fosfato (PO₄³⁻) não apresentaram diferença entre os tratamentos em alta densidade sem *S. platensis* (AS), alta densidade com *S. platensis* (AC), baixa densidade sem *S. platensis* (BS) e baixa densidade com *S. platensis* (BC) (Figura 11).

A análise das concentrações de amônia total no sétimo dia de cultivo apresentou diferença significativa (P=0,0007) somente em relação a presença e ausência de *S. platensis*, sendo as maiores concentrações observadas nos tratamentos AS ($2,830 \pm 0,391$ mg L⁻¹) e BS ($1,983 \pm 0,371$ mg L⁻¹) e menores nos tratamentos AC ($1,280 \pm 0,416$ mg L⁻¹) e BC ($0,687 \pm 0,182$ mg L⁻¹). A partir do 14º dia de cultivo até o final do período experimental não foi observada diferença estatística entre os tratamentos (Figura 11A). As análises do 21º dia revelaram valores de $4,183 \pm 0,558$; $6,393 \pm 1,471$; $3,853 \pm 0,767$ e $7,030 \pm 2,072$ mg L⁻¹ para os tratamentos AS, AC, BS e BC, respectivamente. Tais valores, com exceção de BS, encontram-se acima da faixa (0,2 a 4 mg L⁻¹) recomendada por Kubitzka (2000) para a criação de tilápia.

A análise de nitrito do sétimo dia de cultivo (Figura 11B) apresentou diferença significativa (P=0,0002), sendo os menores valores encontrados para os tratamentos AS e BS, $0,054 \pm 0,050$ e $0,023 \pm 0,003$ mg L⁻¹, respectivamente, e os maiores para os tratamentos AC ($0,662 \pm 0,254$ mg L⁻¹) e BC ($1,039 \pm 0,114$ mg L⁻¹), estando os dois últimos acima da faixa de 0,1 a 0,3 mg L⁻¹, recomendada por Kubitzka (2000). A partir do 14 dia de cultivo até o fim do período experimental todos os tratamentos apresentaram concentrações bastante elevadas de nitrito.

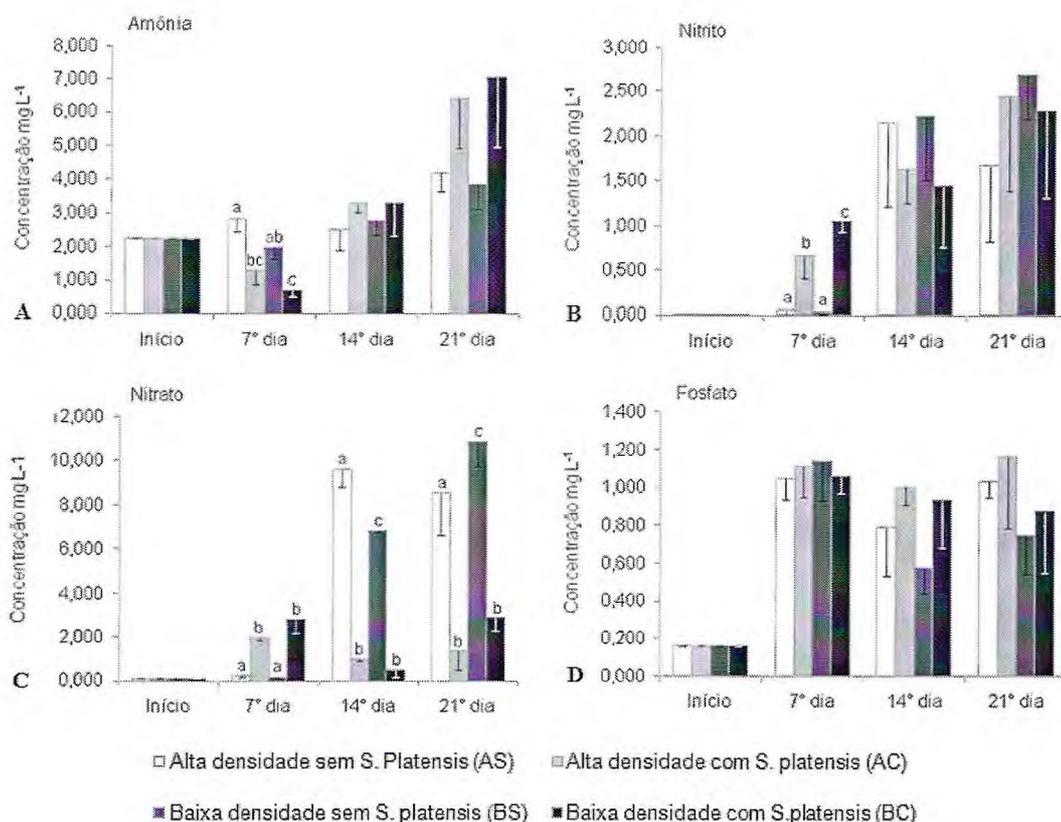


Figura 11. Concentrações de amônia (A), nitrito (B), nitrato (C) e fosfato (D), em mg L⁻¹, para os diferentes tratamentos com tilápia-do-Nilo cultivada em diferentes densidades na presença e ausência de *Spirulina platensis* durante o período de reversão sexual. A barra de erros representa o desvio padrão. Letras diferentes sobre as barras de erro indicam diferença significativa.

A análise das concentrações de nitrato no sétimo dia de cultivo (Figura 11C) apresentou diferença estatística ($P=0,0001$) somente em relação a presença de *S. platensis*, sendo as maiores concentrações observadas nos tratamentos AC ($1,967 \pm 0,153$ mg L⁻¹) e BC ($2,833 \pm 0,643$ mg L⁻¹) e menores nos tratamentos AS ($0,267 \pm 0,115$ mg L⁻¹) e BS ($0,167 \pm 0,058$ mg L⁻¹), podendo tal fato ser explicado pela fase de indução pela qual passou a microalga. A análise de nitrato do 14º dia de cultivo apresentou diferença significativa ($P<0,0001$) sendo os maiores valores encontrados para os tratamentos AS e BS, $9,633 \pm 0,814$ e $6,800 \pm 0,000$ mg L⁻¹, respectivamente, e os menores para os tratamentos AC ($1,000 \pm 0,100$ mg L⁻¹) e BC ($0,500 \pm 0,351$ mg L⁻¹), com a microalga. Comportamento semelhante foi observado no 21º dia

de cultivo com valores respectivos de $8,533 \pm 1,901$; $10,857 \pm 1,102$; $1,367 \pm 0,874$ e $2,933 \pm 0,668$ mg L⁻¹ para AS, BS, AC e BC. Embora as concentrações de nitrato tenham apresentado elevados valores para AS e BS, Ostrensky e Boeger (1998), afirmam que este é praticamente atóxico aos peixes não afetando o desempenho dos mesmos.

Os valores obtidos para as concentrações de fosfato não apresentaram diferença significativa ao longo do período experimental (Figura 11D). O menor valor encontrado foi de $0,573 \pm 0,130$ mg L⁻¹ para o tratamento em baixa densidade na ausência de *S. platensis* (BS) no 14º dia de cultivo e o maior de $1,163 \pm 0,375$ mg L⁻¹ para o tratamento em alta densidade na presença de *S. platensis* (AC) no 21º dia de cultivo. Tais valores encontram-se acima dos recomendados por Boyd (1982) para o cultivo de peixes dulcícolas.

Chuntapa et al. (2003) estudando camarões em diferentes densidades de estocagem na presença e ausência de *Spirulina platensis*, obtiveram resultados diferentes ao do presente estudo, onde os mesmos observaram uma redução dos compostos nitrogenados para os tratamentos com a presença de *S. platensis*.

Os elevados níveis de nutrientes encontrados na água de cultivo dos peixes provavelmente foram decorrentes do aumento da decomposição da matéria orgânica decorrente da morte das microalgas devido à mudança brusca do meio de cultivo para os tanques dos peixes, fato evidenciado pela constante necessidade de adição desta microalga aos tanques de cultivo. Segundo Silva e Farias (2002), durante o período de adaptação da microalga às novas condições de cultivo estas passam por um processo de aclimatação (fase de indução ou Lag) no qual parte da cultura morre aumentando a quantidade de matéria orgânica em decomposição. Os elevados níveis encontrados também podem ser explicados pelo aumento da quantidade de ração ofertada ao longo do experimento que, após sua decomposição, resultou na elevação de resíduos nitrogenados e fosfatados. Por outro lado, a redução dos níveis de nitrato demonstra a preferência de assimilação deste composto pela microalga.

3.2. Desempenho da tilápia-do-Nilo

As médias de pesos para o sétimo dia de cultivo não apresentaram diferença significativa ($P=0,3658$) entre os tratamentos (Figura 12). Os maiores valores observados foram de $0,026 \pm 0,002$ e $0,028 \pm 0,007$ g, respectivos aos tratamentos alta densidade com *S. platensis* (AC) e baixa densidade com *S. platensis* (BC) e os menores de $0,023 \pm 0,005$ e $0,024 \pm 0,001$ g para os tratamentos alta densidade sem *S. platensis* (AS) e baixa densidade sem *S. platensis* (BS), respectivamente.

No 14 dia de cultivo houve diferença significativa ($P=0,0009$) no peso dos indivíduos (Figura 12) em relação à presença de *Spirulina platensis*, com os tratamentos BC e AC apresentando os maiores valores ($0,093 \pm 0,015$ e $0,097 \pm 0,015$ g, respectivamente). Os menores valores foram encontrados para os tratamentos AS ($0,046 \pm 0,006$ g) e BS ($0,052 \pm 0,009$ g), sem a microalga.

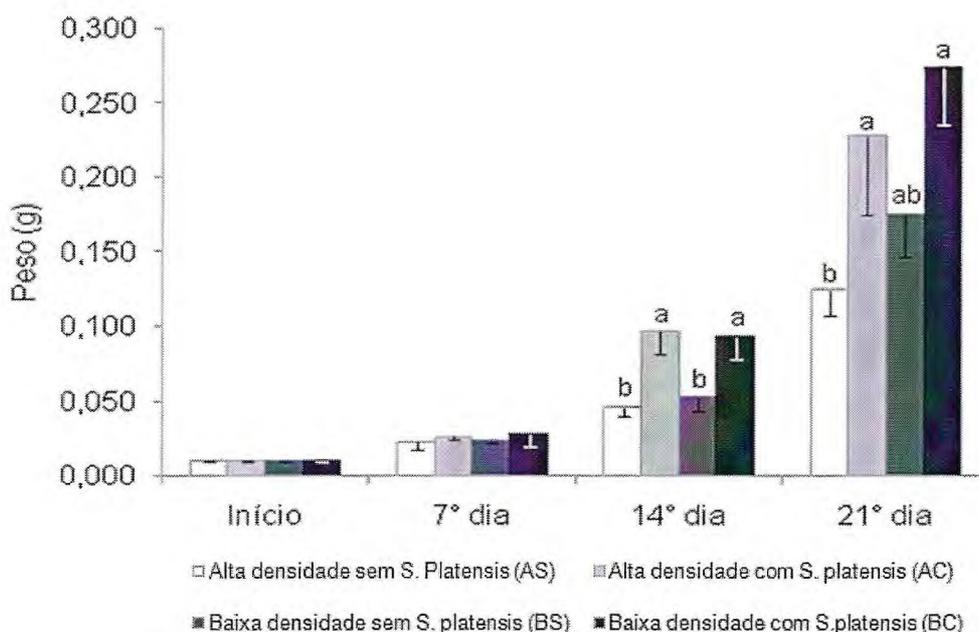


Figura 12. Peso médio (g) de pós-larvas de tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, cultivada em diferentes densidades na presença e ausência de *Spirulina platensis* durante o período de reversão sexual. A barra de erros representa o desvio padrão. Letras diferentes sobre as barras de erro indicam diferença significativa.

Os pesos médios das pós-larvas ao final do período de reversão sexual (21 dia de cultivo) mantiveram a tendência já observada no 14 dia do experimento e atingiram $0,124 \pm 0,016$, $0,228 \pm 0,052$, $0,175 \pm 0,028$ e $0,274 \pm 0,039$ g, para os tratamentos AS, AC, BS e BC, respectivamente, havendo também diferença estatística ($P=0,0054$) em relação aos tratamentos com a presença de *Spirulina platensis* (Figura 12).

Os valores médios de comprimento total tiveram comportamento semelhante ao peso apresentando diferença significativa no 14 ($P=0,0009$) e 21 ($P=0,0019$) dias de cultivo, com os maiores valores encontrados para os tratamentos com a microalga (AC e BC) ao longo do período experimental (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios \pm sd de comprimento total (cm) e sobrevivência (%) da tilápia-do-Nilo cultivada em diferentes densidades na presença e ausência de *Spirulina platensis* durante o período de reversão sexual. AS: alta densidade sem *S. platensis*. AC: alta densidade com *S. platensis*. BS: baixa densidade sem *S. platensis*. BC: baixa densidade com *S. platensis*.

Tratamentos	Comprimento médio total (cm)				S(%)
	1 dia	7 dia	14 dia	21 dia	
AS	$0,641 \pm 0,016$	$1,168 \pm 0,043$	$1,419 \pm 0,069^a$	$1,959 \pm 0,082^a$	85,18
AC	$0,641 \pm 0,016$	$1,219 \pm 0,026$	$1,832 \pm 0,093^b$	$2,374 \pm 0,164^{bc}$	48,19
BS	$0,641 \pm 0,016$	$1,194 \pm 0,011$	$1,490 \pm 0,081^a$	$2,151 \pm 0,111^{ac}$	73,12
BC	$0,641 \pm 0,016$	$1,240 \pm 0,083$	$1,824 \pm 0,101^b$	$2,582 \pm 0,125^b$	74,18

Médias com diferentes letras sobrescritas em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$).

As diferentes densidades testadas, 5 indivíduos L^{-1} (baixa densidade) e 10 indivíduos L^{-1} (alta densidade) não afetaram significativamente o desempenho dos indivíduos na presença e ausência de *Spirulina platensis*, durante o período de reversão sexual.

Pode-se observar pelos dados obtidos ao longo do período experimental que a presença de *S. platensis* influenciou positivamente o desempenho dos indivíduos em alta (10 indivíduos L^{-1}) e baixa densidade (5 indivíduos L^{-1}), sendo as diferenças evidenciadas já a partir do 14º dia de cultivo. O mesmo

comportamento foi observado por Chuntapa et al. (2003) estudando camarões em diferentes densidades de estocagem na presença e ausência de *Spirulina platensis*.

Os valores de sobrevivência variaram de 48 a 85% para alta densidade e 73 a 74% para baixa densidade (Tabela 1), contudo não apresentaram diferença significativa ($P=0,0964$). Vera Cruz e Mair (1994), estudando os efeitos da densidade de estocagem em tilápias-do-Nilo durante o período de reversão sexual, observaram valores de sobrevivência de 76,1 % com 6 pós-larvas L^{-1} e 68,9 % para a densidade de 10 pós-larvas L^{-1} , verificando que com o aumento da densidade de estocagem ocorreu redução na sobrevivência, no crescimento e ganho de peso destas.

Para Popma e Lovshin (1995), taxas de sobrevivência final de 70% a 80% são considerados normais para a fase de reversão sexual de tilápias, onde a mortalidade é considerada elevada, podendo ser encontrados valores de sobrevivência abaixo de 50%, o que foi observado no tratamento em alta densidade com *Spirulina platensis* (AC). De acordo com os autores, o principal fator que afeta a sobrevivência destas é o estresse ambiental, associado ao estresse fisiológico, quando a reversão é obtida com a utilização de hormônios esteróides.

3.3. Fator de condição e relação peso/comprimento

Os valores encontrados para o fator de condição alométrico apresentaram diferenças significativas ($P=0,0043$), sendo os dois maiores valores encontrados para os tratamentos em baixa densidade sem *Spirulina platensis* ($1,902 \pm 0,082$) e baixa densidade com *Spirulina platensis* ($1,758 \pm 0,090$) e os menores para alta densidade com *Spirulina platensis* ($1,631 \pm 0,048$) e alta densidade sem *Spirulina platensis* ($1,659 \pm 0,009$) (Tabela 2). Estes valores foram semelhantes aos encontrados por Tachibana et al. (2008) estudando diferentes densidades de estocagens para a tilápia-do-Nilo durante o período de reversão sexual. De acordo com Vazzoler (1996), o fator de condição é um indicador quantitativo do grau de hígidez ou de “bem estar” do peixe, refletindo as condições alimentares recentes e/ou gasto de reservas em atividades cíclicas, influenciados pelas condições ambientais e aspectos

comportamentais da espécie. O fator de condição alométrico possui a vantagem de permitir a comparação entre indivíduos de tamanhos variados (BRAGA, 1986) e, no presente estudo, indicou que as pós-larvas dos tratamentos em baixa densidade apresentavam-se em melhores condições quando comparadas a dos tratamentos em alta densidade.

Tabela 2. Valores médios \pm sd de peso corpóreo final (BWf), comprimento total final (LTf) e fator de condição alométrico final (Kaf) da tilápia-do-Nilo cultivada em diferentes densidades na presença e ausência de *Spirulina platensis* durante o período de reversão sexual.

	BWf (g)	LTf (cm)	Kaf
Alta densidade sem <i>S. platensis</i>	0,1243 \pm 0,016 ^a	1,959 \pm 0,082 ^a	1,659 \pm 0,009 ^a
Alta densidade com <i>S. platensis</i>	0,2277 \pm 0,052 ^{bc}	2,374 \pm 0,164 ^{bc}	1,631 \pm 0,048 ^a
Baixa densidade sem <i>S. platensis</i>	0,1753 \pm 0,028 ^{ab}	2,151 \pm 0,111 ^{ab}	1,902 \pm 0,082 ^b
Baixa densidade com <i>S. platensis</i>	0,2743 \pm 0,039 ^c	2,582 \pm 0,125 ^c	1,758 \pm 0,090 ^{ab}

Médias com diferentes letras sobscritas em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$).

A relação peso/comprimento dos tratamentos AS, AC, BS e BC apresentaram coeficientes alométricos de regressão iguais a 2,9880, 3,0331, 2,8923 e 2,8967, respectivamente (Figura 13). Os valores de b dos tratamentos estão dentro da faixa, 2,5 a 4,0, citada por Le Cren (1951). Valores de b maiores que 3 indicam um crescimento alométrico positivo, ou seja, há um maior incremento em comprimento quando comparado ao peso. Valores de b menores que 3, indicam um crescimento alométrico negativo, o que significa dizer que o peso é o fator preponderante. Os valores obtidos, bem próximos de 3 caracterizam um crescimento isométrico ($b=3$) que, por sua vez, indica igual contribuição das duas variáveis biométricas.

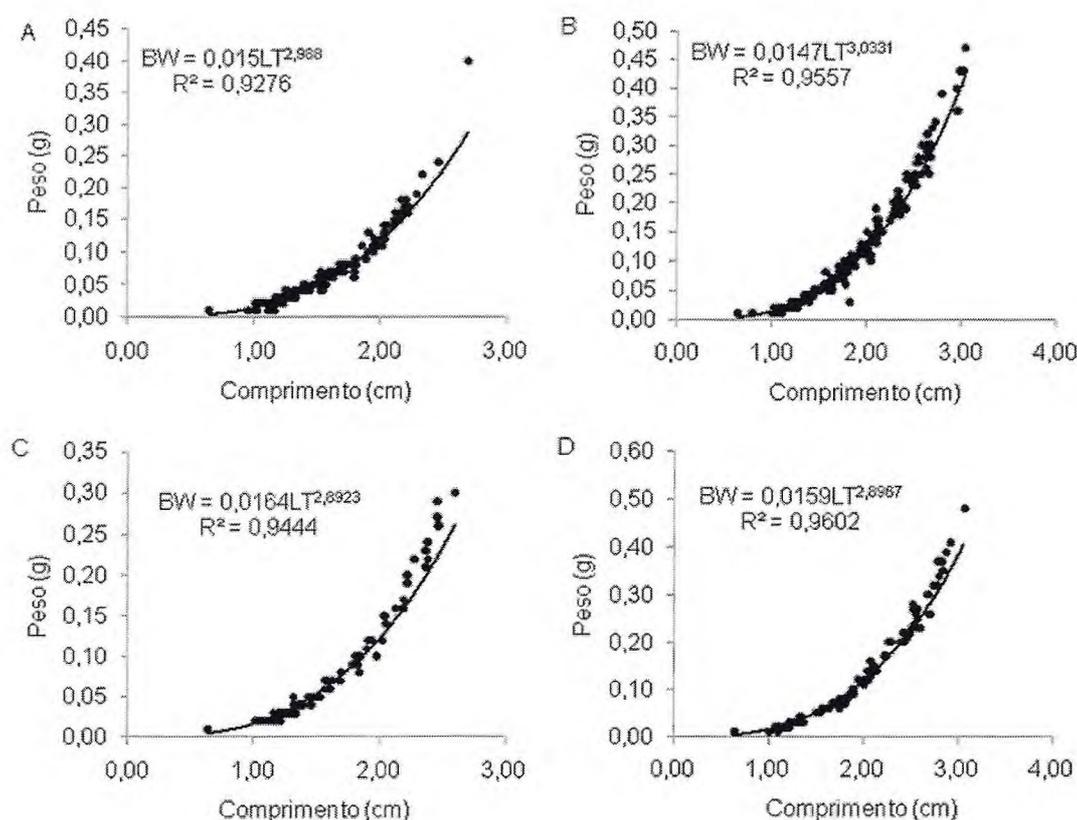


Figura 13. Relação peso/comprimento para tilápia-do-Nilo cultivada em diferentes densidades na presença e ausência de *Spirulina platensis* durante o período de reversão sexual. A: Alta densidade sem *S. platensis*. B: Alta densidade com *S. platensis*. C: Baixa densidade sem *S. platensis*. D: Baixa densidade com *S. platensis*.

3.4. Eficiência da reversão sexual

A eficiência da reversão sexual encontrada para os diferentes tratamentos: alta densidade sem *S. platensis*; alta densidade com *S. platensis*; baixa densidade sem *S. platensis*; baixa densidade com *S. platensis*, foi de 100%. Essa alta taxa de reversão sexual indica que a quantidade de hormônio incorporada à ração e assimilada pelas pós-larvas foi satisfatória.

Segundo Makino et al. (2009) e Wassermann e Afonso (2002), a efetividade de métodos de identificação sexual em tilápias-do-Nilo revertidas sexualmente está relacionada ao comprimento e peso dos peixes, sendo que estes devem ter tamanho superior a 3,0 cm e peso acima de 0,5 g, o que foi observado nos peixes sexados do presente estudo.

Outro fato observado foi que as variáveis biométricas peso e comprimento, após o período de 30 dias nos hapas de crescimento, também apresentaram diferença significativa, $P=0,0072$ e $P=0,0240$, respectivamente, sendo os menores valores encontrados para alta densidade sem *S. platensis* ($2,244 \pm 0,058$ g e $4,82 \pm 0,062$ cm) e baixa densidade sem *S. platensis* ($2,830 \pm 0,354$ g e $5,13 \pm 0,218$). Dessa forma, a utilização da microalga contribuiu para um melhor desempenho mesmo após o período de administração desta.

4. CONCLUSÃO

Não houve diferença significativa entre as variáveis estudadas para a sobrevivência e eficiência da reversão sexual, contudo o desempenho da tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, cultivada na presença de *Spirulina platensis* durante o período de reversão sexual foi superior ao dos indivíduos cultivados sem a referida microalga para as duas densidades testadas. Os indivíduos que foram sexualmente revertidos na presença da microalga permaneceram maiores mesmo após 30 dias do término do período experimental.

Spirulina platensis foi eficiente na remoção de nitrato (NO_3^+) da água de cultivo, porém não teve influência na redução das concentrações de amônia total ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), nitrito (NO_2^-) e fosfato (PO_4^{3-}).

A presença de *Spirulina platensis* não influenciou o fator de condição dos indivíduos durante o período de reversão sexual, porém os tratamentos em baixa densidade apresentaram maiores valores quando comparados a dos tratamentos em alta densidade.

5. REFERÊNCIAS

ALCESTE, C.; JORRY, D. E. Análisis de las tendencias actuales en La comercialización de tilapia em los Estados Unidos de Norteamérica y La Unión Europea. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA, 1., 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 1998. p. 349-364.

BEARDMORE, J. A.; MAIR, G. C.; LEWIS, R. I. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. **Aquaculture**, 2001. v.197. p. 283-301.

BORGES, A. M. **Piscicultura**. 2.ed. Brasília: EMATER, 2002. 36p.

BRAGA, F. M. S. Estudo entre fator de condição e relação peso/comprimento para alguns peixes marinhos. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 46, n.2, p. 339-346, 1986.

BOYD, C. **Water quality management for ponds fish culture in developments in aquaculture and fisheries science**. 9.ed. New York: Elsevier, 1982. 730p.

CARVALHO, E. D. Avaliação dos impactos da piscicultura em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do alto Paraná (Tietê e Paranapanema): o pescado, a ictiofauna agregada e as condições limnológicas. **Relatório técnico/científico**, Projeto FAPESP, nº 03/11239-2. Botucatu-SP, 2006. 46p.

CASTAGNOLLI, N. **Aqüicultura para o ano 2000**. Brasília: CNPq, 1996. 95p.

CHUNTAPA, B.; POWTONGSOOK, S.; MENASVETA, P. Water quality control using *Spirulina platensis* in shrimp culture tanks. **Aquaculture**, v. 220, p. 355-366, 2003.

CURTIS, L. R.; DIREN, F. T.; HURLEY, M. D. Disposition and elimination of 17 α -metilttestosterone in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 99, p. 193-201, 1991.

CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. 533p.

FAO. World review of fisheries and aquaculture: The state of world fisheries and aquaculture 2008. 2008. Disponível em <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0250e/i0250e01.pdf>> Acesso em: 19 set. 2009

FIRETTI, R.; GARCIA, S. M.; SALES, D. S. Planejamento estratégico e verificação de riscos na piscicultura. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/planejamento/index.htm> Acesso em: 05 set. 2009.

GUERRERO, R. D. Control of tilapia reproduction. The biology and culture of tilapias. In: ICLAM CONFERENCE PROCEEDINGS, 7., International Center for Living Aquatic Resources Management, Manilla, 1982. 432p.

GUERRERO III, R. D.; GUERREIRO L. A. Effects of Androstenedione and methyltestosterone on *Oreochromis niloticus* Fry treated for sex reversal in outdoor Net Enclosure. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 4, Orlando, Florida - USA, 1997. **Proceedings...** Orlando, v.12, 1997, p. 772-777.

GUERRERO R. D.; SHELTON W.L. An aceto-carmin squash method for sexing juvenile fish. **The Progressive Fish-Culturist**, v.36, p.56, 1974.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R; MEURER, F. Desempenho de larvas de carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*), alimentadas com plâncton, ração micropelletizada, farelada e pastosa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.1419.

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

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

LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v.20, n.2, p. 201-219, nov.1951.

MAKINO, L. C.; NAKAGHI, L. S. O.; PAES, M. C. F.; MALHEIROS, E. B.; DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R. Efetividade de métodos de identificação sexual em tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) revertidas sexualmente com hormônio em ração com diferentes granulometrias. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 112-121, Mar./Apr. 2009.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Utilização de levedura spray dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.22, n. 2, p. 479-484, 2000.

OSTRENKY, A; BOEGER, W. **Piscicultura: Fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíbas: Agropecuária, 1998. 211p.

PHELPS, R. P.; CERESO, G. The effect of confinement in hapas on sex reversal and growth of *Oreochromis niloticus*. **Journal of Applied Aquaculture**, New York, v. 1, n. 4, p. 73-81, 1992.

PHELPS, R. P.; POPMA, T. J. Sex Reversal of Tilapia. In: COSTA-PIERCE, B.A.; RAKOCY, J. E. (Eds.). **Tilapia Aquaculture in the Americas**. Louisiana: The World Aquaculture Society, 2000, v.2, p.34-59.

POPMA, T. J.; GREEN, B. W. **Aquacultural production manual: sex reversal of tilapia in earthen ponds**. Research and Development Series Alabama: Auburn University, International Center for Aquaculture, v. 35, p. 1-15, 1990.

POPMA, T.J. E LOVSHIN L.L. **Worldwide Prospects for Comercial Production of Tilapia**. Alabama: Auburn University, Dec. 1995. 46p.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília: IBAMA, 1994. 196p.

RICHMOND A. **Handbook of Microalgal Mass Culture**. Florida: CRC, 1990. 528p.

ROTHBARD, S.W.; ZOHAR, Y.; ZAMORA, N. Clearence of 17 apha-methyltestosterone form muscle of sex-inversed tilapia hybrids treated for growth enhancement with two doses of the androgen. **Aquaculture**, v.89, p. 365-376, 1990.

SILVA, A. C.; FARIAS, W. R. L. **Planctologia**. 2.ed. Fortaleza, 2002. 145p.

TACHIBANA, L.; LEONARDO, A. F. G.; CORRÊA, C. F.; SAES, L. A. Densidade de estocagem de pós-larvas de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a fase de reversão sexual. **Boletim do Instituto de pesca**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 483-488, 2008.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM, 1996. 169p.

VERA CRUZ, E.M.; MAIR, G.C. Conditions for effective androgen sex reversal in *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.122, p.237-248, 1994.

VONSHAK A. **Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, Cell Biology and Biotechnology**. London: Taylor & Francis, 1997. p.43-52.

WASSERMANN, G. J.; AFONSO, L. O. B. Validação da técnica do acetato-carmim para avaliar o sexo de alevinos de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 133-139, 2002.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. 533p.