



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

**LARVICULTURA DA TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus* var.
chitralada, EM ÁGUA SALOBRA, UTILIZANDO A MICROALGA MARINHA
*Spirulina platensis***

RAFAEL RÔMULO DE OLIVEIRA MARTINS

**TRABALHO SUPERVISIONADO (MONOGRAFIA)
APRESENTADO AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
DE PESCA DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, COMO PARTE DAS
EXIGÊNCIAS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
ENGENHEIRO DE PESCA.**

**FORTALEZA – CEARÁ –BRASIL
DEZEMBRO/2007**

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Wladimir Ronald Lobo Farias, Ph.D.
Orientador/Presidente

Prof. Manuel Antonio Andrade Furtado Neto, Ph.D.
Membro

Prof. José Renato Oliveira César, Ph.D.
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

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)

Martins, Rafael Rômulo de Oliveira.

Larvicultura da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* var. chitralada, em água salobra, utilizando a microalga marinha *Spirulina platensis* / Rafael Rômulo de Oliveira Martins. – 2007.

33 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2007.

Orientação: Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias.

1. Tilápia (Peixe) - Brasil, Nordeste. 2. Tilápia do Nilo (Peixe) - Larvicultura. 3. Engenharia de Pesca. I. Título.

CDD 639.2

Dedico este trabalho,

A Deus;

Aos meus pais;

A minha namorada;

A toda minha família;

Aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus que incomparável e inconfundível na sua infinita bondade, compreendeu os meus anseios e me deu a necessária coragem para atingir o meu objetivo, ofereço o meu porvir e peço forças para sempre agir com eficiência em meu trabalho e acerto em minhas decisões.

A minha família que sempre esteve presente dando ajuda e apoio nessa caminhada. Aos meus pais José Silvio Martins e Raimunda Zuila de O. Martins, por horas de trabalhos dedicados a minha educação, ao meu irmão Eduardo e sua esposa Gleiciane e ao meu sobrinho Douglas pelas horas de descontração e brincadeiras nas horas vagas.

A minha namorada Ana Kare L. Sampaio que soube me dar apoio, e carinho. Obrigado pela compreensão, por me ajudar a seguir nessa caminhada, por aconselhar-me a não desistir nos momentos difíceis e por todo amor que foi me dado.

A todas as minhas tias, primos queridos e avós, pela torcida e apoio que sempre me prestaram.

Ao meu orientador, Professor Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias, pela oportunidade, orientação, paciência, tempos dedicados a mim e pela grande ajuda na realização desse trabalho.

Agradeço o professor e mestrando do curso de Engenharia de Pesca Ricardo Lafaiete Moreira por ter me ajudado e auxiliado durante toda realização desta.

A todos os professores do Departamento de Engenharia de Pesca pela paciência e pelos conhecimentos transmitidos.

Aos meus amigos do curso de Engenharia de Pesca especialmente aos que sempre me acompanharam durante todo o percurso, que foi difícil em

alguns momentos. Agradeço a Darlyane, Andréa, Elthon, Leandro, Leiliana, Bruno, Wander, Aline, Tereza e todos que me ajudaram e deram uma força durante todo esse tempo.

A todos os meus amigos de sempre, especialmente a Alany, Kelvia, Keyla, Rodolfo, Tiago, Kaio e Amélia que fizeram parte dessa etapa da minha vida e farão parte de todas as próximas.

Aos amigos que me ajudaram na montagem e execução do trabalho:
José Fernandes, Gilson e Rafael Viana.

Aos responsáveis pela Estação de Piscicultura do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	08
2.1 Produção da microalga <i>S. platensis</i>	08
2.1.1 Preparo do meio de cultivo para <i>S. platensis</i>	08
2.1.2 Preparo do inóculo.....	08
2.1.3 Cultivo de <i>S. platensis</i>	09
2.1.4 Coleta das microalgas.....	10
2.2 Aquisição das pós-larvas.....	10
2.3 Obtenção da água salgada.....	10
2.3.1 Aclimação das pL's de tilápia na água salobra (25 %o).....	10
2.4 Delineamento Experimental.....	11
2.5 Alimentação.....	11
2.5.1 Incorporação do hormônio masculinizante na ração comercial.....	12
2.6 Biometrias.....	12
2.7 Avaliação da reversão sexual.....	12
2.8 Parâmetros físico-químicos.....	13
2.9 Análise estatística.....	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
3.1 Crescimento em peso.....	14
3.2 Crescimento em comprimento total.....	16
3.3 Sobrevivência.....	18
3.4 Reversão sexual.....	19
3.5 Parâmetros físico-químicos.....	20
4. CONCLUSÃO.....	22
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

RESUMO

A reversão sexual de tilápias com hormônio masculinizante é um dos métodos mais utilizados comercialmente para evitar as desvantagens de cultivar machos e fêmeas no mesmo ambiente, tais como maturação sexual precoce, alta fecundidade que causa uma superpopulação no cultivo, e menor crescimento das fêmeas devido à utilização da energia para o processo reprodutivo. O presente trabalho teve como objetivo utilizar a microalga *Spirulina platensis* durante a fase de reversão sexual da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* var. *chitralada*), em água salobra (25‰). O trabalho constou de dois tratamentos com três repetições, em aquários com volume útil de 20 L com concentração de 1 pL L⁻¹, sendo em um tratamento ofertada ração e *Spirulina platensis* e, no outro, apenas ração. As pL's foram aclimatadas durante o início da reversão sexual, através da troca gradual da água doce por água salgada natural. A alimentação foi administrada, *ad libitum*, 4 vezes ao dia. O hormônio masculinizante, 17- α -metiltestosterona, foi previamente incorporado à ração e a duração do experimento foi de 4 semanas, 28 dias, período necessário para a reversão sexual. As biometrias foram feitas três vezes durante o experimento, no início, no 15º e no 28º dia. Os dados de peso e comprimentos totais médios, bem como as médias de sobrevivência dos dois tratamentos foram submetidos a um teste t para médias, utilizando a função estatística do programa Origin 3.0. Os resultados mostraram uma diferença significativa no crescimento em peso e comprimento total dos indivíduos alimentados com a microalga. Com relação à sobrevivência, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os índices de reversão sexual foram baixos principalmente no tratamento sem a *S. platensis*, possivelmente devido à perda do hormônio para a água e pouco consumo da ração devido ao estresse salino.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Visualização microscópica da microalga <i>Spirulina platensis</i>	4
Figura 2: Inóculos da microalga <i>S. platensis</i> que foi utilizada no experimento.....	9
Figura 3: Cultivo em média escala da microalga <i>S. platensis</i> em aquário de 40 L.....	9
Figura 4: Crescimento em peso (g) das pL's de tilápia do Nilo, <i>O. niloticus</i> var. chitralada, cultivadas em água salgada na presença e na ausência da microalga <i>S. platensis</i> , durante a fase de reversão sexual (28 dias) com hormônio 17- α -metiltestosterona.....	14
Figura 5: Crescimento em comprimento (cm) das pL's de tilápia do Nilo, <i>O. niloticus</i> var. chitralada, cultivadas em água salgada na presença e na ausência da microalga <i>S. platensis</i> , durante a fase de reversão sexual (28 dias) com hormônio 17- α -metiltestosterona.....	17
Figura 6: Diferença marcante no tamanho de um peixe alimentado com ração e <i>S. platensis</i> (superior) quando comparado com um indivíduo alimentado apenas com ração.....	17
Figura 7: Sobrevivência das pl's de tilápia Tailandesa, <i>O. niloticus</i> var.chitralada, cultivadas em água salgada na presença e na ausência da microalga <i>S. platensis</i> , durante a fase de reversão sexual (28 dias) com hormônio 17- α -metiltestosterona.....	18

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Composição química da ração utilizada no experimento
de acordo com dados da Fri-Ribe.....11
- Tabela2. Média dos parâmetros físico-químicos para os
tratamentos com *S. platensis* (CS) e sem *S. platensis*(SS)21

LARVICULTURA DA TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus* var. chitralada, EM ÁGUA SALOBRA, UTILIZANDO A MICROALGA MARINHA *Spirulina platensis*.

Rafael Rômulo de Oliveira Martins

1 INTRODUÇÃO

A aqüicultura é o processo de produção em cativeiro de organismos com hábitos predominantemente aquáticos, em qualquer estágio de desenvolvimento, ou seja, ovos, larvas, pós-larvas (pL's), juvenis ou adultos, na qual se inclui a piscicultura que é o cultivo de peixes. A produção de organismos aquáticos vem crescendo muito nos últimos anos e hoje contribui com cerca de 30% da produção total de pescado do Brasil, sendo que, em 1994, a produção era somente de 4,3% (MERCADO DA PESCA 2007). Além disso, a tendência de declínio dos estoques pesqueiros mundiais e a conseqüente estagnação da oferta de peixes capturados, têm tornado a piscicultura uma atividade fundamental para a manutenção destes produtos no mercado (ONO; KUBITZA, 2003).

A aqüicultura está crescendo mais rapidamente que todos os outros setores da produção animal e a piscicultura é um dos segmentos da produção animal que mais cresce no Brasil e no mundo. Apesar de ser uma atividade relativamente nova, tem se firmado cada vez mais como uma exploração economicamente rentável, visto que o capital inicial investido pode retornar em até um ano (PÉREZ, 1999). Segundo Moura (2004), a região Nordeste possui um grande potencial para o crescimento da produção de peixes, devido principalmente às suas condições edafoclimáticas favoráveis e recursos hídricos existentes.

Segundo o IBAMA (2004), já em 2003, o Estado do Ceará foi o principal produtor aqüícola do Brasil, com uma produção de 39,1 mil toneladas de pescado, sendo 1/3 dessa produção referente ao cultivo de tilápias,

Oreochromis sp. Essa posição de destaque foi favorecida devido às condições climáticas altamente favoráveis e ao enorme potencial hídrico, com mais de 10.000 reservatórios hídricos (GURGEL; FERNANDO, 1994).

As tilápias pertencem à família Cichlidae e, atualmente, encontram-se descritas 77 espécies, sendo que 22 têm sido criadas em escala experimental e/ou em produção comercial (RIBEIRO, 2001). As tilápias de importância comercial pertencem a três principais grupos taxonômicos, os quais se distinguem, basicamente, pelo comportamento reprodutivo. As espécies do gênero *Tilapia spp* têm a característica de incubar seus ovos em ninhos construídos no substrato, as do gênero *Oreochromis spp* incubam os ovos na boca da fêmea, já as do gênero *Sarotherodon spp* incubam os ovos na boca do macho ou da fêmea (PANORAMA DA AQUICULTURA, 1995). Segundo Kubitzka (2000), a tilápia do Nilo se destaca das demais pelo crescimento mais rápido, reprodução mais tardia (permitindo alcançar maior tamanho antes da primeira reprodução) e alta prolificidade, possibilitando a produção de grandes quantidades de alevinos.

As tilápias fazem parte do grupo de peixes que mais cresce em termos de comercialização e hoje já ocupa o segundo lugar em escala mundial, ficando atrás apenas do grupo das carpas. Acredita-se que esse grupo liderará a produção em algumas décadas, devido à gradual substituição das carpas por tilápias. Nativas da África, Israel e Jordânia, as tilápias foram levadas para todas as partes do mundo nos últimos 50 anos e hoje são produzidas em mais de 100 países, experimentando diversos climas, sistemas de produção e graus de salinidade. Devido a sua variada fisiologia adaptativa, biologia reprodutiva, plasticidade genética, fácil domesticação e comercialização, talvez se tornem o principal grupo de espécies aquáticas cultiváveis no Século XXI (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004). Segundo as estatísticas da FAO, em 2002, as tilápias constituíram o 3º grupo de espécies de peixes mais produzidas no mundo, num total de 1,5 milhão de toneladas, com uma taxa média de crescimento anual acima de 15% (FAO, 2004), enquanto que no Brasil representam em termos de produção o principal produto aquícola nacional (BORGHETTI et al., 2003).

A etapa de larvicultura é de fundamental importância para a obtenção de um grande número de animais saudáveis para as fases posteriores de

criação, sendo que a nutrição adequada exerce grande influência e é pré-requisito básico para o sucesso da criação (HAYASHI et al., 2001). Nessa fase é comum acontecer uma alta taxa de mortalidade, e isso depende, principalmente, da forma do manuseio e do tratamento dado as larvas. A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, aceita e desenvolve-se bem, no período larval, depois de absorver a sua reserva vitelínica, alimentando-se de ração por já ter o trato digestivo completo, porém, também é capaz de utilizar as microalgas como alimento apresentando uma grande habilidade de filtrar as partículas de plâncton. Assim, quando cultivada em viveiros de águas verdes, ela geralmente supera em crescimento e conversão alimentar as demais espécies de tilápias (KUBITZA, 2000).

As microalgas usadas na aqüicultura – devem possuir algumas características importantes, tais como: (1) as células das algas devem ser colhidas por uma simples filtração; (2) ser facilmente cultivável em larga escala; (3) tolerar vasta gama de salinidade e (4) ser vantajosas para os organismos produzidos (HENSON, 1990).

Uma microalga que pode ser oferecida como alimento para as pL's de tilápia e que satisfaz todos os requisitos acima é a cianofícea *Spirulina platensis*, um organismo fotossintetizante planctônico que constitui grandes e maciças populações nos corpos de água tropicais e subtropicais com elevados níveis de carbonato e bicarbonato e pH alcalino com valores de até 11. O fato dessa espécie crescer em lagos alcalinos, onde outros microrganismos têm pouca ou nenhuma chance de sobrevivência, torna seu uso seguro pelas escassas possibilidades de contaminação (COZZA, 1999).

A *Spirulina platensis* é reconhecida pela principal característica morfológica do gênero, isto é, o arranjo dos tricomas cilíndricos multicelulares formando uma hélice no sentido anti-horário ao longo de todo o comprimento do filamento (VONSHAK, 1997). Esta microalga é usada, também, como alimento humano desde tempos remotos em certas regiões do México e da África. Por séculos, os povos nativos coletavam *S. platensis* dos lagos Chad na África e Texcoco no México para ser utilizada como a principal fonte de alimentação (VONSHAK, 1997).

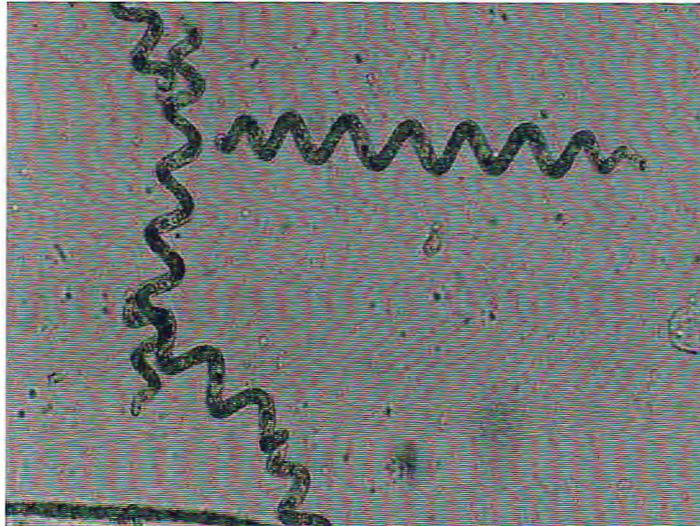


Figura 1: Visualização microscópica da microalga *Spirulina platensis*.

Estudos nutricionais demonstram que a *Spirulina* é um dos microorganismos de maior teor protéico já encontrado, podendo apresentar valores de até 70% do seu peso seco, possuindo elevado valor nutricional, boa digestibilidade e a maioria dos aminoácidos essenciais necessários para o crescimento (ALONSO, 1998). Muitas de suas propriedades nutricionais são conseqüências da presença de ficobiliproteínas e de carotenóides, assim como de outros compostos como polissacarídeos, ácidos graxos (destacando o ácido gama-linoleico), proteínas, vitaminas e minerais. As propriedades e aplicações deste organismo fazem dele um alimento promotor da saúde ou nutracêutico para humanos. Segundo Henson (1990), a *Spirulina* traz grandes benefícios aos peixes quando utilizada como alimento natural, tais como o incremento da taxa de crescimento, o melhoramento da qualidade e coloração da carne do peixe, o aumento da sobrevivência, a redução do uso de medicamentos e a diminuição de resíduos no momento da drenagem dos tanques de cultivo. Além disso, há relatos que essa microalga age com eficiência na conversão alimentar, melhora a flora intestinal, na qual desintegra compostos não digeríveis ou de difícil digestão que estejam contidos nos alimentos, estimula a produção de enzimas que transportem as gorduras pelo corpo, podendo assim, o animal utilizar essa gordura como fonte de energia no lugar de acumulá-la (IWATA, 1990).

Algumas espécies e linhagens de tilápias são eurialinas, o que lhes conferem a capacidade de adaptação à ambientes de diferentes salinidades,

podendo ser cultivadas tanto em água doce, salobra ou salgada, precisando, apenas, de uma aclimação gradual até a salinidade desejada. A taxa de salinidade que proporciona um maior conforto para as tilápias deve ser de até 18‰, por sua vez, toleram salinidades mais elevadas, havendo registro de sua criação em água salgada (KUBITZA, 2005).

Alguns estudos mostram que a Tilápia do Nilo pode ser aclimatada em águas com salinidade de 30‰, ou até mesmo superior a isso, embora registrem alta mortalidade a partir de 23‰, fenômeno atribuído ao estresse iso-osmótico, que torna o animal susceptível às doenças. No entanto, essa espécie não é capaz de se reproduzir em água salgada (32 ‰) (KUBITZA, 2000). Tilápias cultivadas em águas salobras ou salgadas diminuem os problemas de *off-flavor*, ou seja, a presença de sabores ou odores estranhos, sendo semelhante ao sabor da carne de peixes marinhos (MACEDO-VIEGAS; SOUZA, 2005). Além disso, a textura da carne também é superior à observada em tilápias cultivadas em água doce. Assim, o cultivo de tilápias nesses ambientes pode resultar em produtos extremamente atrativos quanto ao aspecto do sabor, além de se prestarem melhor à comercialização (KUBITZA, 2005).

O desenvolvimento e a intensificação da tilapicultura são dependentes do sucesso no controle e manipulação de sua população. Para melhorar a produtividade dos cultivos, os tilapicultores utilizam técnicas de manipulação para evitar o crescimento de fêmeas nos viveiros que, vivendo junto com machos, são responsáveis por uma superpopulação, devido à maturação sexual precoce e fecundidade elevada, diminuindo, assim, o crescimento da população cultivada (KUBITZA, 2000). Essa manipulação também é feita para se ter um maior controle da população de tilápia e impedir que ocorram altas taxas de consangüinidade. Os machos apresentam melhor crescimento e desempenho na engorda, uma vez que as fêmeas, além de utilizarem grande parte de suas reservas para as atividades reprodutivas não se alimentam durante o período da incubação oral dos ovos, sendo indicado o cultivo apenas de indivíduos machos (PHELPS; POPMA, 2000; BEARDMORE et al., 2001).

Alguns métodos de produção de progênes de indivíduos de um determinado sexo têm sido utilizados para o controle de superpopulações. Várias são as opções para se conseguir isto, utilizando-se de métodos como a

sexagem, a hibridação, reversão do sexo e a masculinização cromossômica (KOVACS et al., 1989/94).

A diferenciação de machos e fêmeas geralmente se dá através da coloração. Os machos apresentam cabeça e nadadeira caudal avermelhados, enquanto as fêmeas são geralmente amareladas. Porém, esse método não é muito confiável, pois muitas fêmeas apresentam-se avermelhadas e alguns machos amarelados. O mais recomendado seria a observação da papila genital, técnica denominada de sexagem manual, contudo geralmente falta mão de obra especializada para isso. Segundo Kubtiza (2000), os machos apresentam a papila mais afastada do ânus, com formato mais afilado na extremidade posterior (comparada às fêmeas) e com apenas um orifício (o orifício urogenital) por onde passam tanto a urina como o sêmen. As fêmeas apresentam a papila urogenital mais próxima ao ânus, com formato mais arredondado na extremidade posterior (comparada aos machos) e com dois orifícios, sendo a uretra, para excreção da urina e o oviduto para saída dos ovos.

Nobre (1999) relata que, teoricamente, uma população natural de tilápias é constituída de 50% machos e 50% fêmeas. A autora também relata que estes percentuais variam de acordo com as condições climáticas da região em que a tilápia é cultivada. Assim em regiões de climas quentes, esta porcentagem poderá ser de até 30% machos e 70% fêmeas, como acontece na região Nordeste do Brasil.

Atualmente, a reversão sexual, utilizando hormônios masculinizantes, é a técnica mais usada comercialmente na obtenção de alevinos machos de tilápia do Nilo (POPMA; GREEN, 1990). De acordo com os autores, pL's de tilápia com até 15 dias de idade, após consumirem a sua reserva vitelínica e ainda com sexo indefinido, recebem um tratamento especial com alimentação diferenciada de ração com hormônio masculinizante por um período de 21 a 28 dias. Este manejo faz com que os tecidos gonadais das fêmeas, ainda indiferenciados, se desenvolvam em tecido testicular produzindo indivíduos que crescem e funcionam reprodutivamente como machos (PANORAMA DA AQUICULTURA, 1995). Existem disponíveis, no mercado, vários hormônios masculinizantes que podem ser utilizados com eficiência na reversão sexual de tilápias. Porém, o mais empregado é o 17- α -metilttestosterona pela sua grande

eficácia, facilidade de aquisição e menor custo comparado aos outros hormônios (KUBITZA, 2000).

A prática de reversão sexual é uma técnica eficaz na produção de indivíduos monossexo masculinos e proporciona um controle da reprodução de tilápias nas unidades de produção, através da manipulação do sexo fenotípico do peixe pelo tratamento com esteróides sexuais. Para se ter uma comprovação da eficiência da reversão sexual em alevinos deve-se analisar o tecido gonadal de uma amostra de peixes, após 7 a 15 dias destes terem sido submetidos à reversão sexual, com peso em torno 5 g. Após o sacrifício dos peixes e retirada das gônadas, as mesmas são colocadas numa lâmina com uma gota de corante, a qual é levada a um microscópio para a observação. Se a gônada apresentar ausência de ovócitos, o indivíduo é considerado macho. Se houver ovócitos, trata-se de uma fêmea e, caso existam ovócitos espalhados e o restante da gônada apresente uma aparência granular, esse indivíduo é considerado um intersexo, cuja reversão sexual aconteceu incompletamente.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da microalga *Spirulina platensis*, como alimento natural, no crescimento em peso e comprimento, bem como na sobrevivência da tilápia do Nilo, durante a fase de reversão sexual em água salobra.

2 MATERIAL E MÉTODOS:

2.1 Produção da microalga *S. platensis*

A microalga *S. platensis*, utilizada como alimento natural, foi produzida no Laboratório de Planctologia do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará a partir de um cultivo pré-estabelecido.

2.1.1 Preparo do meio de cultivo para *S. platensis*

Para o preparo do meio de cultivo, foram utilizados os reagentes, cloreto de sódio (30 g L^{-1}), bicarbonato de sódio (10 g L^{-1}) e os fertilizantes agrícolas: nitrogênio, fósforo e potássio - NPK - (1 g L^{-1}) e superfosfato triplo ($0,1 \text{ g L}^{-1}$). Após serem pesados e macerados, eles foram, gradativamente, adicionados e dissolvidos dentro de um recipiente plástico contendo 10 L de água da torneira. Em seguida, o meio foi submetido a uma aeração constante por 24 h para homogeneizar bem a mistura e evaporar o cloro, sendo posteriormente decantado.

2.1.2 Preparo do inóculo

A partir de um cultivo de *S. platensis*, mantido no Laboratório de Planctologia, foi obtido um inóculo (Figura 1) inicial transferindo-se 300 mL do cultivo pré-estabelecido para um erlenmeyer de 1 L. Em seguida, foi adicionado, a cada dois dias, novo meio de cultivo até completar o volume do recipiente. O inóculo foi mantido sob iluminação constante de 1.000 Lux, temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ e, diariamente, agitado levemente até que a densidade celular alcançasse valores semelhantes à do cultivo pré-estabelecido. Após este período, o inóculo foi transferido para um aquário com capacidade máxima de 40 L. Este procedimento foi repetido sempre que necessário para suprir a demanda pela microalga durante todo o experimento.



Figura 2: Inóculos da microalga *S. platensis* que foi utilizada no experimento.

2.1.3 Cultivo de *S. platensis*

O cultivo da microalga *Spirulina platensis* foi realizado em aquários de 40 L, a partir da diluição do inóculo inicial em 10 L do meio de cultivo. Nesse momento, o cultivo foi submetido à aeração e iluminação (2.000 Lux) constantes e temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$. Em seguida, a cada dois dias, adicionava-se mais meio de cultivo ao aquário até completar o volume máximo de 40 L (Figura 2).

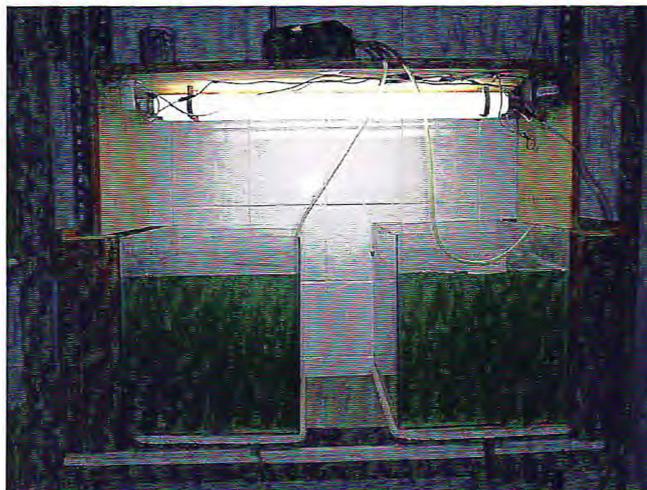


Figura 3: Cultivo em média escala da microalga *S. platensis* em aquários de 40 L.

2.1.4 Coleta das microalgas

A coleta da microalga *S. platensis* foi realizada através da filtração da cultura em malha de 60 µm acoplada a um recipiente tubular de PVC. A biomassa algal retida na rede foi lavada com água destilada para retirar o excesso de meio de cultivo e transferida para um bécker.

2.2 Aquisição das pós-larvas

As pós-larvas (pl's) de tilápia, *O. niloticus* ($1,2 \pm 0,1$ cm; $0,01 \pm 0,008$ g), foram adquiridas na Estação de Piscicultura Rodolpho Von Ihering do Centro Tecnológico de Pesquisas e Análises da Qualidade. CEPAq, Pentecoste – Ce.

2.3 Obtenção da água salgada

A água do mar foi coletada na Praia de Iracema, Fortaleza-CE e transportada em bombonas (60 L) até o Laboratório de Planctologia onde foi armazenada em uma caixa de fibra de 500 L. Em seguida, a água marinha (35‰) foi diluída, com água doce, até a salinidade de 25‰, com o auxílio de um refratômetro para verificar a salinidade.

2.3.1 Aclimação das pl's de tilápia na água salobra (25 ‰)

A aclimação das pl's à água salobra foi realizada a partir dos indivíduos em água doce, elevando-se a salinidade em 5‰, diariamente, durante um período de 5 dias. Para isso, a água doce foi gradativamente substituída pela água à 25‰ e a salinidade regulada e mantida constante com o auxílio do refratômetro.

2.4 Delineamento Experimental

O experimento constou de 2 tratamentos com 3 repetições. Para um dos tratamentos foi oferecida ração comercial balanceada contendo o hormônio masculino (60 mg/kg) e *S. platensis*, para o outro, apenas ração comercial

balanceada com hormônio (60 mg/kg). Cada repetição continha 20 peixes (1 pL L⁻¹), totalizando 120 pL's para todo o experimento. Os aquários foram submetidos a uma aeração constante e fotoperíodo de, aproximadamente, 12 h de claro e 12 h de escuro. A duração do experimento foi de 28 dias, correspondente ao período médio da reversão sexual.

2.5 Alimentação

A ração comercial utilizada no experimento, balanceada e nutricionalmente completa, era composta por farelo de glúten, milho, farelo de soja, milho integral moído, cloreto de sódio, tremix vitamínico mineral, farinha de peixe e gordura vegetal estabilizada. A referida ração foi oferecida *ad libitum* em quatro refeições diárias e sua composição química encontra-se na tabela I.

Tabela I. Composição química da ração utilizada no experimento de acordo com dados da Fri-ribe.

Componentes	Valores percentuais
Umidade	10%
Proteína Bruta	50%
Extrato Etéreo	8%
Matéria Fibrosa	6%
Matéria Mineral	13%
Cálcio	8%
Fósforo	1,2%

A quantidade de *S. platensis* ofertada aos peixes, no primeiro tratamento, foi monitorada com o auxílio de um espectrofotômetro e foi mantida constante através da leitura da absorbância da água do cultivo no comprimento de onda de 680 nm.

2.5.1 Incorporação do hormônio masculinizante na ração comercial

A solução padrão ou solução estoque de hormônio, utilizada no preparo da ração, foi obtida diluindo-se 6 g do hormônio masculinizante, 17 α -metiltestosterona (MT), em um litro de álcool etílico absoluto, a qual foi armazenada em um recipiente escuro na geladeira. Para a incorporação do hormônio na ração, inicialmente, diluiu-se 10 mL da solução estoque em 500 mL de álcool comercial. Em seguida, a solução diluída foi adicionada a 1 kg de ração comercial e a mistura homogeneizada manualmente em uma bacia plástica. Finalmente, a ração com o hormônio foi disposta em uma fina camada numa bandeja plástica para facilitar a evaporação do álcool e colocada à sombra em local ventilado, por 48 horas. Após a secagem a ração foi armazenada em sacos plásticos escuros e estocada em refrigerador.

2.6 Biometrias

Foram realizadas três biometrias durante a execução do experimento, sendo a primeira no início, a segunda com 15 dias de cultivo e a última no 28º dia. Para a determinação da biomassa e peso médio, todos os peixes de cada aquário foram retirados com o auxílio de um puçá e colocados em um pequeno recipiente de peso conhecido para se obter a biomassa por diferença, utilizando uma balança digital. Terminada a etapa de pesagem, os peixes foram rapidamente transferidos para os aquários de origem. Para a determinação do comprimento médio, foram medidos, aleatoriamente, 8 peixes de cada aquário com o auxílio de um ictiômetro. Além disso, a cada biometria os indivíduos foram contados para a determinação da sobrevivência média.

2.7 Avaliação da reversão sexual

Após o período de reversão sexual, os peixes foram reaclimatados em água doce e transportados, em sacos plásticos, para dois tanques de pesquisa na estação de piscicultura do Departamento de Engenharia de Pesca. Os peixes foram mantidos nos tanques até alcançarem tamanho suficiente para definição do sexo, através da observação direta do tecido gonadal. Após esse

período, os dois tanques foram secos, retirados todos os peixes e, separadamente, foi realizada a análise gonadal. A identificação foi feita com o auxílio de um microscópio óptico, lâminas, tesouras e azul de metileno. Os peixes foram abertos com o auxílio da tesoura, fazendo um corte para remover a cabeça e, em seguida, ventralmente no sentido cabeça-ânus para remover as vísceras e retirar as gônadas. Parte do tecido gonadal foi colocado na lâmina com uma gota de azul de metileno para melhorar a identificação das células e, com o auxílio de outra lâmina foi realizado um esfregaço para identificação no microscópio.

2.8 Parâmetros físico-químicos

Foram determinados, semanalmente, os parâmetros físico-químicos da água de cultivo, como a taxa de oxigênio dissolvido e a temperatura com um oxímetro digital que media os dois e o pH com um medidor de pH de bancada. A qualidade da água foi mantida através de renovações diárias de 10% do volume de cada aquário, através de sifonamento, quando também eram eliminados os dejetos dos peixes e restos alimentares.

2.9 Análise estatística

Os dados de peso, comprimento e sobrevivência dos dois tratamentos foram submetidos ao teste t independente para médias ao nível de 5% de significância estatística, utilizando a função estatística do programa ORIGIN 3.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Crescimento em peso

A figura 3 apresenta os valores de peso médio das pL's de tilápia durante os 28 dias do cultivo. Como pode-se observar, no início do experimento, as pL's não apresentavam pesos diferentes. No entanto, nos 15 primeiros dias do experimento, já se observa uma diferença significativa entre os pesos médios das pL's dos dois tratamentos, com a média de peso dos peixes do tratamento com a *microalga* sendo o dobro (0,42 g) da obtida para os peixes do tratamento sem a *S. platensis* (0,2 g). Aparentemente, neste momento, já era notório que os peixes alimentados com ração e microalga apresentavam um maior crescimento e uma coloração diferenciada dos que não receberam a mesma. No final do experimento (28º dia), essa significativa diferença se acentuou mais ainda e a média de peso dos indivíduos do tratamento com *S. platensis* foi, praticamente, três vezes superior (1,2 g) da obtida para os peixes do tratamento sem a *microalga* (0,43 g). Dessa forma, os ganhos médios de peso no tratamento com e sem a microalga foram, respectivamente, 1,19 e 0,42 g.

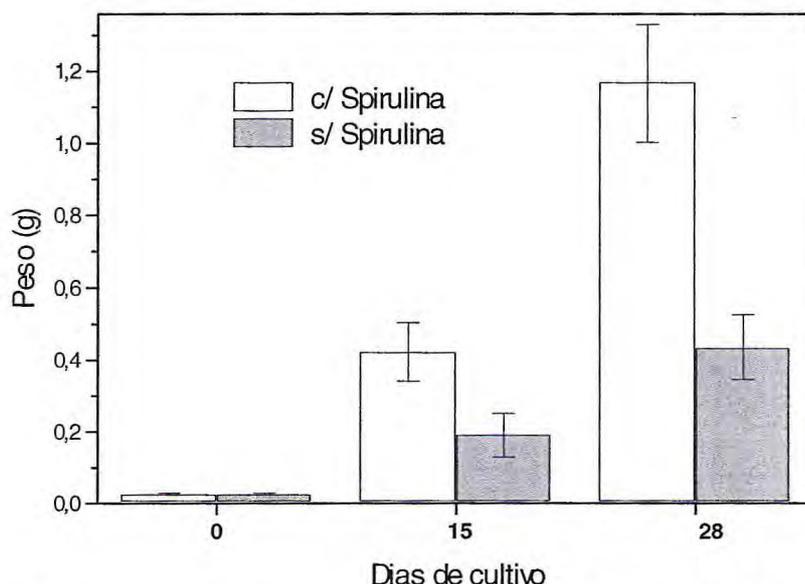


Figura 4. Crescimento em peso (g) das pL's de tilápia do Nilo, *O. niloticus* var. chitralada, cultivadas em água salgada na presença e na ausência da microalga *S. platensis*, durante a fase de reversão sexual (28 dias) com hormônio 17- α -metiltestosterona.

A partir destes resultados pode-se sugerir a alta capacidade de filtração das pL's de tilápia do Nilo, bem como o alto valor nutricional da *S. platensis*, provavelmente devido a seu elevado teor protéico.

De acordo com SILVA (2001), quanto ao hábito alimentar a tilápia do Nilo é uma espécie micrófaga e onívora. A alimentação dos jovens consiste, principalmente, de zooplâncton, em seguida a parte do fitoplâncton é também utilizada, devido a sua capacidade de filtração através do sistema branquial, podendo alimentar-se ainda, de larvas de insetos e, às vezes moluscos. Essa espécie utiliza grande variedade de plantas e animais aquáticos como alimento e crescem rapidamente em águas ricas em nutrientes

MIRANDA et al. (2001) cita que a composição química da *Spirulina platensis* é responsável por seu alto valor nutricional devido aos elevados níveis de nutrientes essenciais, tais como próvitaminas, minerais, proteínas e ácidos graxos poliinsaturados, como por exemplo, o ácido graxo gama-linolênico (GLA). De acordo com VONSHAK (1997) esta cianófitia se destaca das demais devido ao seu alto conteúdo protéico que pode alcançar até 70% de seu peso seco e PIÑERO-ESTRADA et al. (2001) também afirma que essa microalga possui um elevado teor de aminoácidos (62%) e é a maior fonte mundial de vitamina B12.

MORAES NETO (2007) avaliou a taxa de crescimento, da mesma linhagem de tilápias, em águas claras e águas verdes (com microalgas diversas) e verificou um crescimento em peso maior para os peixes cultivados em águas claras. De acordo com o autor, isso se deu devido à maior saciedade dos peixes que, além da ração, também consumiram as microalgas, inibindo assim um maior consumo da primeira. Vale salientar que este experimento foi realizado em água doce, enquanto que o presente trabalho foi realizado em água salgada. Assim, o menor crescimento em peso dos indivíduos alimentados sem *S. platensis* pode ser atribuído ao menor consumo de ração, devido às condições de estresse salino.

A taxa de crescimento dos peixes está relacionada a diversos fatores, englobando o ambiente de cultivo, a disponibilidade de alimento e as características da espécie. Deste modo, os índices de crescimento de pL's de tilápias, ao final do período de reversão sexual, podem variar muito. De acordo com Popma; Green (1990) e Popma; Lovshin (1994) em larviculturas

comerciais, ao final do período de reversão sexual, o peso médio dos peixes poderá ser de 0,1 a 0,5 g, sendo a temperatura da água e a qualidade da ração os fatores que mais influenciam nessa variação. Apesar das condições de laboratório serem bem diferentes, principalmente no tocante à aeração dos cultivos e baixa densidade de estocagem, com a utilização da microalga *Spirulina*, o limite superior de peso citado pelos autores chegou a dobrar (1,2 g), enquanto o peso médio dos peixes que não receberam a microalga (0,42 g) ficou dentro da faixa estabelecida.

3.2 Crescimento em comprimento total

O crescimento em comprimento total das pL's de tilápia do Nilo, durante o experimento, está mostrado na Figura 4. Inicialmente, não existia nenhuma diferença entre as médias de comprimento dos peixes. No entanto, com 15 dias decorridos do cultivo, já foi observado um aumento significativo no crescimento em comprimento dos peixes do tratamento com *S. platensis* (2,8 cm) com relação aos indivíduos do tratamento sem *S. platensis* (2,0 g). No final do experimento (28° dia), essa diferença se manteve significativa, com os peixes do tratamento com a microalga atingindo uma média de 3,8 cm, enquanto os indivíduos que não receberam a suplementação alimentar alcançaram, em média, apenas 3,0 cm de comprimento final. Além disso, alguns peixes que se alimentaram da microalga eram, visivelmente, bem maiores que os alimentados apenas com ração (Figura 5).

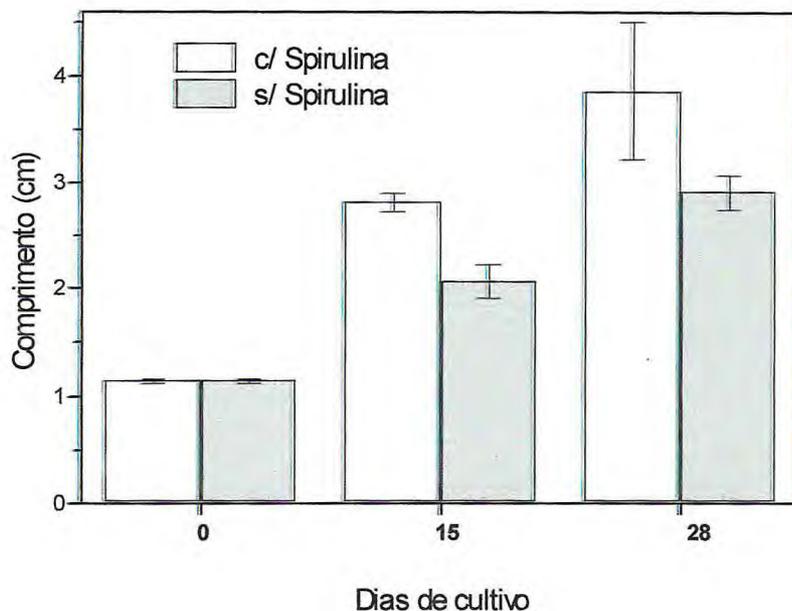


Figura 5: Crescimento em comprimento total (cm) das pL's de tilápia do Nilo, *O. niloticus* var. chitralada, cultivadas em água salobra na presença e na ausência da microalga *S. platensis*, durante a fase de reversão sexual (28 dias) com hormônio 17- α -metiltestosterona.



Figura 6: Diferença marcante no tamanho de um peixe alimentado com ração e *S. platensis* (superior) quando comparado com um indivíduo alimentado apenas com ração.

O ganho de comprimento total foi de aproximadamente 2,5 e 1,3 cm para os tratamentos com e sem a microalga, respectivamente. Moreira et al. (2001) cita que cada alevino revertido deverá ter ganho de comprimento variando entre 1,8 e 2,5 cm. Assim, o tratamento com *Spirulina* resultou em um ganho de peso duas vezes superior ao obtido para os peixes do outro tratamento.

3.3 Sobrevivência

Durante todo o cultivo, a sobrevivência dos peixes, em ambos os tratamentos, não apresentou diferença significativa ao nível de 5%, girando em torno de 80%. No entanto, existem informações que, naturalmente, em águas fertilizadas com florescimento de microalgas a sobrevivência é maior. Já em larviculturas comerciais de tilápia do Nilo, a sobrevivência pouco passa de 60% (KUBITZA et al., 2000). De certa forma, as boas condições de laboratório, com trocas diárias da água, aeração e contínuo monitoramento do experimento contribuíram para os elevados índices de sobrevivência, apesar da aclimação das pL's ter sido realizada durante a própria reversão sexual.

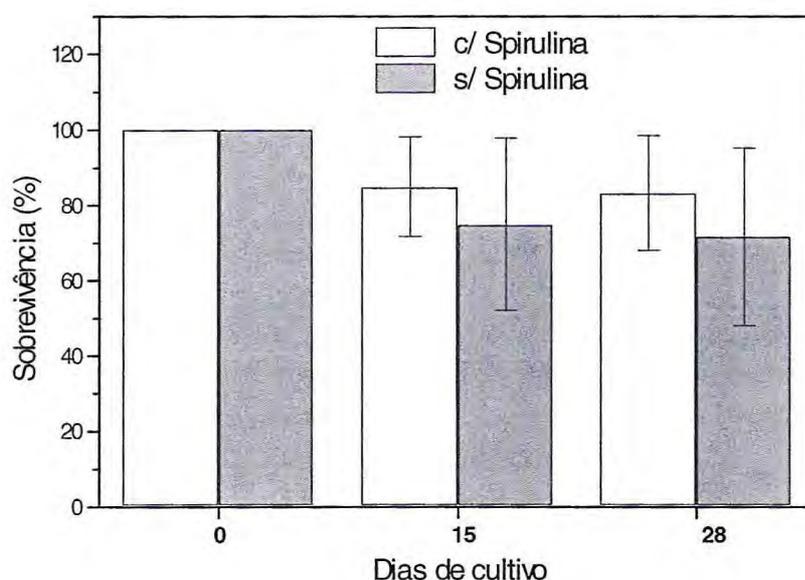


Figura 7: Sobrevivência das pL's de tilápia do Nilo, *O. niloticus* var. chitralada, cultivadas em água salobra na presença e na ausência da microalga *S. platensis*, durante a fase de reversão sexual (28 dias) com hormônio 17- α -metiltestosterona.

CORREIA et al. (2006) fizeram experimentos com objetivo de testar a eficiência na obtenção de uma população de monossexo de machos de tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*), administrando ração com o andrógeno sintético 17- α -metiltestosterona, utilizando baixa densidade de estocagem, em águas claras e

águas fertilizadas. No tratamento sem fertilização (águas claras) foi observada uma baixa sobrevivência (38%) o que não ocorreu nos tanques em tratamento com águas verdes a base de adubação orgânica, que apresentou 71% de sobrevivência. Os autores concluíram que não houve influência no índice de reversão sexual das tilápias, no entanto, a maior taxa de sobrevivência obtida no tratamento com águas fertilizadas, deve ser considerada um fator relevante na produção de alevinos de tilápia.

Experimentos de larvicultura de tilápia do Nilo, (*O. niloticus*) em água salgada são, praticamente, inexistentes na literatura e, nesse trabalho, as pL's mostraram-se muito resistentes à salinidade de 25‰, atingindo elevados índices de sobrevivência.

3.4 Reversão sexual

A análise gonadal dos peixes dos dois tratamentos, após três meses da realização do experimento foi surpreendente, pois foi encontrada uma grande quantidade de peixes não revertidos, especialmente no tratamento sem microalgas (água clara).

Verificou-se um índice de 47,5% de machos para os peixes cultivados sem a microalga e 59,09% para os peixes cultivados com *S. platensis*. A partir desses dados nota-se, claramente, que praticamente não ocorreu a reversão sexual. No entanto, foi observada uma leve diferença de 11,59% para os peixes que foram cultivados com a microalga.

MORAES NETO (2007) realizou a reversão sexual da tilápia do Nilo em águas claras e em águas verdes e mostrou que houve uma grande diferença na taxa de masculinização. Em águas verdes o percentual de machos foi de 94,33% e, em águas claras, foi de apenas 53,67%. De acordo com o autor, a perda do hormônio da ração para a água clara resultou, devido as trocas d'água diárias, em uma baixa eficiência na reversão. Já, em águas verdes, o hormônio perdido para a água foi incorporado nas microalgas, as quais foram filtradas pelos peixes, garantindo a ingestão do mesmo.

A falta de eficiência da reversão sexual pode ser explicada pelo fato da aclimação das tilápias ter sido realizada concomitantemente à administração do hormônio masculino, já que foram necessárias constantes trocas de água

doce por água salgada para atingir a salinidade de 25‰. Dessa forma, o hormônio perdido para a água não foi disponibilizado para os peixes. Além disso, o estresse da aclimação pode também ter inibido o consumo de ração. Mesmo assim, no tratamento com a microalga, foi obtido um maior número de machos, provavelmente por filtrarem rapidamente a microalga que assimilou o hormônio perdido para a água. Assim, em experimentos futuros, sugerimos realizar a aclimação dos peixes antes de iniciar a administração do hormônio.

Segundo PHELPS & POPMA (2000), os principais fatores que podem afetar negativamente a eficiência da reversão sexual são o tamanho das larvas (< 14 mm), duração do tratamento hormonal (entre 21 e 28 dias), fatores ambientais (temperatura e qualidade da água), dose hormonal (60 mg/kg de 17- α -metiltestosterona incorporado na dieta), condições anabólicas, ambientais e higiênicas, sendo pelo menos um destes a causa dos baixos índices de reversão sexual encontrados nas pisciculturas do Estado do Ceará. Além disso, alguns autores que também utilizaram dietas com o hormônio 17- α -metiltestosterona, fornecidas duas a quatro vezes ao dia, obtiveram populações masculinas entre 95 e 99%. Segundo os autores, raramente a reversão sexual alcança 100% de sucesso, devido à aparente resistência ao hormônio por 1 a 5% das fêmeas tratadas (MACINTOSH et al., 1988; BOCEK et al., 1992; e PHELPS et al., 1995).

3.5 Parâmetros físico-químicos

A temperatura variou de 27,8 a 28,5 para o tratamento com *S. platensis*, enquanto que, no tratamento sem a microalga variou de 28,0 a 28,3°C. Os níveis de oxigênio dissolvido também não sofreram grandes alterações e, para o tratamento com a microalga oscilou de 5,4 a 6,1 mg L⁻¹, enquanto que, no tratamento sem a microalga, a oscilação foi de 5,7 a 6,2 mg L⁻¹. O pH variou de 5,3 a 6,1 no tratamento com a microalga e de 5,9 a 6,2 sem a microalga. Finalmente, a salinidade manteve-se constante durante todo o tratamento, pois foi monitorada diariamente. A água era diluída se tivesse acima de 25‰ ou adicionava-se água mais concentrada se estivesse abaixo desta salinidade, para manter sempre padronizado e não haver altas oscilações.

Parâmetros	Semanas de cultivo							
	1ª semana		2ª semana		3ª semana		4ª semana	
	CS	SS	CS	SS	CS	SS	CS	SS
Temperatura (°C)	28,2	28,3	27,9	28,1	28,5	28,3	27,8	28,0
O ₂ dissolvido (mg L ⁻¹)	5,6	5,7	5,4	5,9	6,1	6,2	5,7	6,0
Salinidade (‰)	25	25	25	25	25	25	25	25
pH	5,7	6,0	6,1	6,2	5,3	5,9	6,1	5,9

Tabela 2. Média dos parâmetros físico-químicos para os tratamentos com *S. platensis* (CS) e sem *S. platensis* (SS).

De acordo com Popma; Lovshin (1994), os parâmetros físico-químicos, monitorados durante o experimento, mantiveram-se em níveis adequados para o conforto da espécie. A temperatura média diária permaneceu acima de 25 °C; os níveis de OD na água foram superiores a 4,25 mg L⁻¹ e os valores do pH se mantiveram em torno de 5 e 6 (Colt, 1991).

5 CONCLUSÃO

Com a realização desse trabalho, foi possível concluir que a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* var. chitralada, apresentou um excelente desenvolvimento e um elevado índice de sobrevivência durante a fase de reversão sexual na presença da microalga *Spirulina platensis*, em água salobra. Apresentando uma diferença significativa para o crescimento em peso e comprimento total mais favorável para o cultivo com a microalga. No entanto, não foi possível obter índices satisfatórios de reversão sexual após a administração do hormônio masculinizante através da ração.

6 REFERÊNCIAS

ALONSO, J. R. **Tratado de Fitoquímica: Bases Clínicas Y Farmacológicas**. Isis. Buenos Aires. 1998.

BOCEK, A.; PHELPS, R. P.; POPMA, T. J.; Effect of feeding frequency on Sex-reversal and on growth of Nilo tilapia, *Oreochromis niloticus*. **J. Appl. Aquac.**, 1(3):97-103.(1992)

COLT, J. **Aquacultural production systems**. Journal of Animal Science, v.69,p.4183-4192, 1991.

CORREIA, A. P.; MORAES ALVES A.R. ; LOPES, J.P.; SANTOS F. L. B. REVERSÃO SEXUAL EM LARVAS DE TILÁPIA-DO-NILO, *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS. Artigo científico; **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca** p-54 (2006)

COZZA, K. L. **Spirulina platensis em meios naturais e sintéticos: fatores nutricionais e custos experimentais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos. Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS,1999.

FAO, 2004. **The State of the World Fisheries and Aquaculture 2004**. FAO Fisheries Department, Rome, Italy. 153 pp.(2004)

GURGEL, J. J. S.; FERNANDO, C. H.. **Fisheries in semi-arid Northeast Brazil with special reference to the role of tilapias**. Int. Revue Ges. Hydrobiol. 79: 77–94 (1994).

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R; MEURER, F. et al. 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.14-19.

Henson, H. R. Spirulina algae improves japanese fish feeds. **Aquaculture Magazine**. Nov-Dec. 1990. pp. 38-43.

IWATA, K. Effects of Spirulina platensis on plasma lipoprotein lipase activity in fructose-induced hyperlipidemic rats. Laboratory of Nutrition, Kagawa Nutrition College, Toshima-ku, Japan. **Tokyo Journal of nutritional science and vitaminology** 170: 165-171.1990.

KOVÁCS, G.; NOBRE, M. I. DA S.; MESQUITA, M. S. C. **Estudo Comparativo de dois tipos de hormônios masculinos usados na reversão do sexo da tilápia do Nilo, Oreochromis niloticus L. 1766**. Boletim Técnico do DNOCS, Fortaleza, v.47/52, n.1/2, p.227 – 240, 1989/94 (Separata).

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

KUBITZA, F. Tilápia em água salobra e salgada. **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, vol. 15, nº 88, p. 14-18, mar/abr. 2005.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.** São Paulo: TecArt, 2004.

MACINTOSH, D.J.; et al. Growth and sexual development of 17 α -methyltestosterone and progesterone. Treated Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* reared in earthen ponds. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 15, Bangkok, Thailand, 1988. **Proceedings...** Bangkok, Thailand, 1988, p.457-463.

MERCADO da Pesca, disponível em <<http://www.mercadodapesca.com.br/aquicultura01.php>> Acesso em: 04 de janeiro de 2007.

MORAES NETO, F.H., **Reversão sexual de tilápia do nilo, oreochromis niloticus, em águas claras e verdes.** 2007. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca)–Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007

NOBRE, M.I. da S. **Sexagem e reversão do sexo da tilápia do Nilo Oreochromis niloticus.** Centro de Pesquisas Ictiológicas do DNOCS (Pentecoste, Ceará, Brasil). 1999.

ONO, E A. & KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede.** 3. ed. Jundiaí: São Paulo, 2003, 62p.

PANORAMA DA AQUICULTURA. **Aspectos relevantes da biologia e do cultivo das tilápias.** Panorama da Aqüicultura, Rio de Janeiro, v.5, n.27, p.8–13, jan/fev. 1995.

PÉREZ, A.C.A. Empreendimento piscícolas e o médico veterinário. **Revista de Educação Continuada do CRMV-SP**, São Paulo, v. 2, f. 2, p.43 – 65, 1999.

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

PHELPS, R. P., SALAZAR, G. C., ABE, V., ARGUE, B., **Sex reversal and nursery growth of Nile Tilapia, Oreochromis niloticus (L.), free-swimming in earthen ponds.** *Aquac. Res.*, 26:293-295.(1995)

PIÑERO-ESTRADA, J. E.; BERMEJO-BESCÓS, P.; VILLAR DEL FRESNO, A. M. **Antioxidant activity of different fractions of Spirulina platensis protean extract.** *Il Farmaco*, v.56, n.5-7, p.497-500, Jul 2001.

PONZA, S.; LITTLE, D. C.; BOOTHAMJINDA, C. **Effects of the timing of treatment on sex after hatching on the efficacy of 17 α -methyltestosterone for masculinization of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry.** In: CRESWELL, R.L. (ed.) *World Aquaculture. Book of Abstracts*. Louisiana State University, Baton Rouge, USA: World Aquaculture Society. 1996. p.314-315.

POPMA, T. J.; GREEN, B. W. **Sex reversal of tilapia in earthen ponds.** Aquacultural Production Manual. International Center for Aquaculture. Auburn University, Auburn, AL, USA. 1990.

POPMA, T. J.; LOVSHIN, L. L. **Worldwide prospects for commercial production of tilapia.** Auburn: Auburn University, Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Department of Fisheries and Allied Aquacultures, 40p. 1994

VONSHAK, A. ***Spirulina*: growth, physiology and biochemistry.** In: *Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, Cell-biology and Biotechnology*. VONSHAK, A. (ed.). London: Taylor & Francis. 254p. pp. 43-66. 1997.

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