

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA

INFLUÊNCIA DA SALINIDADE NO DESEMPENHO E NA TAXA DE REVERSÃO SEXUAL DA TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus* (var. CHITRALADA) NA PRESENÇA DA MICROALGA *Spirulina platensis* (Cyanophyta).

RICARDO LAFAIETE MOREIRA

FORTALEZA – CEARÁ – BRASIL

JUNHO/2008

INFLUÊNCIA DA SALINIDADE NO DESEMPENHO E NA TAXA DE REVERSÃO SEXUAL DA TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus* (var. CHITRALADA) NA PRESENÇA DA MICROALGA *Spirulina platensis* (Cyanophyta).

RICARDO LAFAIETE MOREIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PESCA.

FORTALEZA – CEARÁ – BRASIL

JUNHO/2008

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre, em Engenharia de Pesca, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

A transcrição de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita em conformidade com as normas da ética científica.

Ricardo Lafaiete Moreira

APROVADA EM ____/____/____

Professor Doutor Wladimir Ronald Lobo Farias
Orientador da Dissertação
Presidente

Professor Doutor José Renato de Oliveira César
Conselheiro

Professora Doutora Célia Maria De Souza Sampaio
Conselheira

COMO ORAVA MAHATMA GHANDI

Senhor...

Ajuda-me a dizer a verdade diante dos fortes e a não dizer mentiras para ganhar o aplauso dos fracos.

Se me das fortuna, não me tires a razão. Se me das o sucesso, não me tires a humildade.

Se me das humildade, não me tires a dignidade.

Ajuda-me a enxergar o outro lado da moeda, não me deixes acusar o outro por traição apenas por não pensar em igual a mim.

Ensina-me a amar aos outros como a mim mesmo. Não deixes que me torne orgulhoso se triunfo, nem cair em desespero se fracasso.

Mas recordo-me que o fracasso é a experiência que precede ao triunfo. Ensina-me que perdoar é um sinal de grandeza e que a vingança é um sinal de baixeza.

Se não me deres êxito, dai-me forças para aprender com o fracasso. Se eu ofender as pessoas, dai-me coragem para desculpar-me, e se as pessoas me ofenderem, dai-me grandeza para perdoá-las.

Senhor, se eu esquecer de ti, nunca te esqueças de mim.

Mohandas Karamchand Gandhi, mais conhecido popularmente por Mahatma Gandhi (Mahatma, do sânscrito “grande alma”) nasceu em 02 de outubro de 1869 em Porbandar e morreu assassinado em 30 de janeiro de 1948.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me concedido saúde e força para enfrentar todos os obstáculos e entraves que surgiram durante essa difícil e árdua jornada.

A minha família, em especial ao meu pai José Dilvan Moreira, minha mãe Maria Dalva Pinto Moreira e minha irmã Natália Lafaiete Moreira por ficar ao meu lado nos momentos felizes e tristes.

Ao professor Doutor Wladimir Ronald Farias pelas orientações e ensinamentos concedidos durante a realização da presente pesquisa e pela atenção e dedicação em todo período que trabalhei no Laboratório de Planctologia.

A todo corpo docente do Departamento de Engenharia de Pesca, em especial aos professores: Silvana Saker Sampaio , José Wilson Calfope, José Renato de Oliveira César, Raimundo Nonato e Moisés Almeida, por nunca negarem ajuda e apoio quando solicitados.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela ajuda financeira na realização desta pesquisa.

A toda equipe “*Spirulina*” : Rafael Viana, Diana, Diego , Lucas e Geny, ao qual passaram várias horas pisando NPK e SPT para produção do meio de cultivo, biometrias dias de sábado e presença pontual na Estação de Piscicultura Raimundo Saraiva da Costa...eu sei que era difícil !

Aos amigos da “Esquina do Feijão Verde” : Fernando, Clécio, Claudivan, Daya, Almerindo, Roberval, Lelis, Maninho ,Everton, Serginho, Pedrão, Auri, Adriano, Adriano e Clodoaldo. Sempre estavam dispostos a ouvir e compartilhar as dificuldades encontradas neste período. Meu grande abraço a todos!.

A todos meus colegas do mestrado da turma de 2006, ao qual passamos muito momentos felizes e de aflição total....eles sabem do que estou falando.

A todos os funcionários do Departamento de Engenharia de Pesca da UFC : Edílson, Omazão , Omazinho, Zacarias, Leni e o insubstituível Afonso.

A todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para minha formação, sou bastante grato e deixo um grande abraço.

SUMÁRIO	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xiii
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Histórico da aquicultura mundial	01
1.2 Histórico da aquicultura brasileira	02
1.3 Biologia da tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i>	05
1.3.1 Reprodução	06
1.3.2 Alimentação	07
1.3.3 Crescimento	08
1.4 Produção de alevinos monosexo das tilápias	09
1.4.1 Hibridação	09
1.4.2 Sexagem manual	10
1.4.3 Supermacho	10
1.4.4 Reversão sexual	11
1.5 Microalga <i>Spirulina platensis</i>	12
1.5.1 Morfologia	14
1.5.2 Ecologia	15
1.6 Utilização da <i>Spirulina platensis</i> na reversão sexual da tilápia do Nilo	18

2 MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1 Aquisição e transporte dos peixes	21
2.2 Produção da microalga <i>Spirulina platensis</i>	21
2.2.1 Preparo do meio de cultivo	21
2.2.2 Obtenção do inóculo inicial	22
2.3 Composição bioquímica da ração	23
2.3.1 Incorporação do hormônio sexual a ração	24
2.4 Procedimento experimental	25
2.4.1 Obtenção da água salgada e aclimatação das pós-larvas	25
2.4.2 Reversão sexual (primeira fase)	25
2.4.3 Avaliação da taxa de reversão sexual (segunda fase)	27
2.5 Parâmetros físico-químicos da água de cultivo	28
2.6 Análise estatística	28
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.1 Parâmetros físico-químicos	29
3.2 Crescimento médio em peso (g) e em comprimento (cm)	30
3.2.1 Primeira fase – Reversão sexual	30
3.2.2 Segunda fase – Avaliação da taxa de reversão sexual	36
3.3 Sobrevivência	39
4 CONCLUSÃO	42
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

RESUMO

A larva da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, durante os primeiros dias de vida, supre suas necessidades nutricionais com a reserva vitelínica, pois nem a cavidade bucal encontra-se aberta nem o trato intestinal completamente formado. Após o consumo do vitelo, o peixe já é uma pós-larva e sua alimentação passa a ser exógena e é composta, principalmente, por microalgas e zooplâncton. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da cianobactéria *Spirulina platensis*, no desempenho de pós-larvas (pl's) da tilápia do Nilo, submetidas a diferentes salinidades durante o período de reversão sexual. Na primeira fase da pesquisa, além da *S. platensis*, também foi ofertado, em todos os tratamentos, ração microparticulada (50% PB) contendo o hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona, com o intuito de realizar a reversão sexual dos peixes. O delineamento foi inteiramente casualizado e dividido em três tratamentos com três repetições cada. Os peixes foram cultivados nas salinidades 0, 15 e 25, apresentaram pesos e comprimentos médios finais $1,547 \pm 0,145$ g e $4,753 \pm 0,209$ cm; $1,618 \pm 0,154$ g e $4,957 \pm 0,131$ cm e $1,580 \pm 0,090$ g e $4,844 \pm 0,025$ cm, respectivamente, após 28 dias de cultivo, onde não foi apresentada diferença estatística ($\alpha = 0,05$). Após esse período os peixes da salinidade 15 e 25 foram aclimatados novamente a salinidade 0 e distribuídos em caixas de 1000 L na densidade de 0,05 peixes L⁻¹ e cultivados por 35 dias, após esse período foi avaliado a taxa de reversão sexual, o crescimento em peso e comprimento e a taxa de sobrevivência dos animais, nessa fase foi oferecido apenas ração 35% PB sem hormônio. Ao final dessa fase, os peixes apresentaram pesos e comprimentos médios de 11,923 g e 8,888 cm; 12,033 g e 9,716 cm e 12,604 g e 10,001 cm para os peixes

oriundos das salinidades de 0 ,15 e 25 , respectivamente. Após a análise gonadal, os índices de reversão sexual não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, com média de 97,3% de indivíduos machos. Com a realização desse trabalho pudemos concluir que a salinidade da água não interferiu no crescimento em peso e comprimento, índice de reversão sexual e sobrevivência da tilápia do Nilo (*O. niloticus*), durante a reversão sexual na presença da microalga *Spirulina platensis*.

Palavras-chave: *Spirulina platensis*, salinidade, pós-larvas, tilápia do Nilo, reversão sexual.

ABSTRACT

The larva of the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, during the first days of life meets its nutrition needs with the vitelline reserve, because neither the buccal cavity is open nor the intestinal tract is completely formed. After the consumption of the vitellus, the fish is already a post-larva and its feeding becomes exogenous and mainly composed of microalgae and zooplankton. The objective of this work was to evaluate the influence of the cyanobacterium *Spirulina platensis*, in the performance of post-larvae (pl's) of the Nile tilapia submitted to different salinity levels during the period of sex reversal. In the first phase of the research, besides *S. platensis*, we also supplied, in all of the treatments, a microparticulate feed (50% of crude protein) containing the masculinizing hormone 17- α -metiltosterone, with the intention of conducting the sex reversal of the fish. The experimental design was completely randomized and divided into three treatments with three replications per treatment. The fish were farmed in the salinity levels of 0, 15 and 25, and presented weights and final medium lengths of $1,547 \pm 0,145$ g and $4,753 \pm 0,209$ cm; $1,618 \pm 0,154$ g and $4,957 \pm 0,131$ cm and $1,580 \pm 0,090$ g and $4,844 \pm 0,025$ cm, respectively, after 28 days of farming, in which there was no statistical difference ($\alpha = 0,05$). After that period, the fish of the salinity levels of 15 and 25 were acclimatized to 0 (zero) salinity level again and distributed into boxes of 1000 L in the density of 0,05 fish L⁻¹ and farmed for 35 days. After that period, the rate of sex reversal, the growth in weight and length and the survival rate of the animals were evaluated. In that phase, we supplied only a feed of 35% of crude protein without hormone. At the end of that phase, the fish presented average weights and lengths of 11.923 g and 8.888 cm; 12.033 g and 9.716 cm and 12.604 g and 10.001 cm for the fish coming from the salinity levels of 0, 15 and 25, respectively. After the gonadal analysis, the rates of

sex reversal did not present significant differences among the treatments, with an average of 97.3% of male individuals. The conduction of this work enabled us to conclude that the water salinity did not interfere with the growth in weight and length, the rate of sex reversal and the survival of the Nile tilapia (*O. niloticus*), during the sex reversal in the presence of the microseaweed *Spirulina platensis*.

Keywords: *Spirulina platensis*, salinity, post-larvae, Nile tilapia, sex reversal.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Cultivo pré-estabelecido de *S. platensis* (A) e inóculo inicial (B). 23
- Figura 2.** Distribuição dos aquários durante a fase de reversão sexual. 27
- Figura 3.** Crescimento em peso (g) de tilápias do Nilo, *O. niloticus*, durante a fase de reversão sexual, para os tratamentos 0, 15 e 25. 32
- Figura 4.** Crescimento em comprimento (cm) de tilápias do Nilo, *O. niloticus*, durante a fase de reversão sexual, para os tratamentos 0, 15 e 25. 32
- Figura 5.** Crescimento em peso (g) das tilápias do Nilo, *O. niloticus*, durante a avaliação da taxa de reversão sexual, para as salinidades de 0, 15 e 25. 38
- Figura 6.** Crescimento em comprimento (cm) das tilápias do Nilo, *O. niloticus* durante a avaliação da taxa de reversão sexual, para as salinidades de 0, 15 e 25. 38
- Figura 7.** Sobrevivência de tilápias do Nilo, *O. niloticus*, durante a fase de reversão sexual, para as salinidades de 0, 15 e 25. 40
- Figura 8.** Sobrevivência das tilápias do Nilo, *O. niloticus* durante a avaliação da taxa de reversão sexual, para as salinidades de 0, 15 e 25. 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição do meio de cultivo para <i>S. platensis</i>	21
Tabela 2. Composição bioquímica da ração comercial utilizada no experimento.	24
Tabela 3. Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água de cultivo durante o experimento.	30
Tabela 4. Índice de reversão sexual das tilápias para os três tratamentos.	37

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

α – Nível de significância

\pm - Desvio padrão

17- α -metiltestosterona – Andrógeno masculinizante

ANOVA – Análise de Variância com Fator Único

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CCA – Centro de Ciências Agrárias

cm – Centímetro

DEP – Departamento de Engenharia de Pesca

FAO - Food And Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação)

g – Grama

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

L – Litro

mg – Miligrama

mg/g – Miligrama por grama

mg/L – Miligrama por litro

mg/mL – Miligrama por mililitro

mL – mililitro

mm – Milímetro

pH – Potencial Hidrogeniônica da água

pl's – Pós-larvas

pl's/L – Pós-larvas por litro

1 INTRODUÇÃO

1.1 Histórico da Aquicultura mundial

A aqüicultura é uma atividade milenar, praticada há vários séculos no Egito e Havaí, foi na China, em Wuxi, Província de Jiangsu, no ano de 473. a.C. que se escreveu o primeiro documento sobre a aqüicultura (COSTA-PIERECE, 1987).

A partir dos últimos 70 anos, a aqüicultura passou a receber uma maior atenção dos países em desenvolvimento. Israel iniciou suas atividades em 1934, com o monocultivo de carpas e a adoção de novas técnicas de manejo, o que fez dessa atividade uma das principais daquele país (HEPHER; PRUGININ, 1985). Na América Latina, a aqüicultura recebeu maior atenção quando entraram em funcionamento diversas estações experimentais de piscicultura. Na Venezuela, o setor teve início em 1937, destacando-se a produção de salmonídeos de água doce (SALAYA et al., 1980).

O cultivo de tilápias, um grupo de peixes de água doce da família *Cichlidae*, nativos do continente africano e Ásia menor (GURGEL, 1998), começou no Quênia em 1924 compilando-se para o Congo, em 1937, mas as primeiras informações como espécie promissora para a aqüicultura ocidental surgiram apenas no início da década de 50 (LIMA, 2001). Segundo ICLARM (1984), existem cerca de 70 diferentes espécies de tilápia classificadas taxonomicamente.

Na Nicarágua, a primeira estação experimental de piscicultura foi criada em 1959, com a introdução de espécies exóticas. Em 1971, com a finalidade

de integrar mais esta atividade nos programas governamentais, foi criado o Programa de Desenvolvimento da Aqüicultura e em 1980 o Instituto Nicaragüense de La Pesca - INPESCA. No Panamá, a aqüicultura começou a funcionar em 1976, com a criação da Direção Nacional de Aqüicultura, órgão governamental que desenvolve a aqüicultura de subsistência ou semicomercial, dirigida fundamentalmente à população de baixa renda, além de oferecer assessoria técnica à aqüicultura comercial articulada pelo setor privado (MALCA, 1980). Em Cuba, o cultivo de organismos aquáticos começou em 1963, como consequência da Lei de Reforma Agrária, que pôs em exploração as terras dos latifúndios, destinando grande parte delas ao desenvolvimento da piscicultura (BAEZ PUIG, 1981).

Atualmente, a aqüicultura vem sendo praticada em várias partes do mundo e é uma das mais promissoras fontes de recursos aquáticos, devido à depleção dos estoques naturais. De acordo com as estatísticas da FAO (2006), ficou comprovado que a tilapicultura obteve uma grande evolução no mundo, representando o segundo grupo de peixes mais cultivado do mundo, perdendo apenas para os ciprinídeos. Atualmente, a China ocupa o primeiro lugar na produção de tilápias com uma produção de 897.276,00 t, em segundo lugar aparece o Egito, com 199.078,00 t, em terceiro lugar as Filipinas, com 145.869,00 t, e o Brasil em sétimo lugar com uma produção de 69.078,00 t.

1.2 Histórico da aqüicultura brasileira

No Brasil, sabe-se que no século XVI, em Salvador - Bahia, os jesuítas já praticavam a piscicultura em tanques (NOGUEIRA-NETO, 1973). As primeiras tentativas foram simples estocagem de peixes em corpos de águas

naturais e artificiais. Porém, a piscicultura técnico-científica só foi impulsionada com a criação da Comissão Técnica de Piscicultura da Inspetoria Federal de Obras Contra a Seca (NOMURA, 1978), em novembro de 1932. Por meio dela destacou-se, mundialmente, a técnica de hipofisação, adotada com êxito pela União Soviética e Estados Unidos da América.

Trabalhos científicos foram publicados por Rodolpho Von Ihering sobre a reprodução de espécies nativas do Brasil, em especial aquelas pertencentes às bacias do rio São Francisco . Em 1935, foi instalado em Pernambuco um laboratório de piscicultura a fim de realizar estudos sobre a fauna e as características das águas em 280 viveiros localizados nas bocas dos rios e mangues do grande Recife, ocupando uma área total de aproximadamente 1.000.000 m². Neste mesmo ano, a Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo iniciava as suas atividades de piscicultura na subestação de Pindamonhangaba (NOMURA, 1977a). Em 1939, com a criação da Estação Experimental de Caça e Pesca do Ministério da Agricultura, em Pirassununga – SP, conseguiu-se, posteriormente, a primeira reprodução artificial do peixe dourado, *Salminus maxillosus*, (NOMURA, 1977b).

A primeira espécie de tilápia que chegou ao Brasil em 1952 foi a *Tilápia rendalli*, procedente de Elizabethville, atual República Democrática do Congo (GURGEL, 1998). Naquela ocasião, 40 alevinos foram desembarcados no aeroporto internacional do Rio de Janeiro e transportados para o estado de São Paulo, sendo que dez exemplares foram destinados para a antiga divisão de caça e pesca do Ministério da Agricultura (atual IBAMA) e trinta para empresa de luz e força em Cubatão (GURGEL,1998). Essa espécie, conhecida como Tilápia do Congo foi introduzida no Brasil com vistas ao combate a intensa

vegetação presente nas represas hidroelétricas, já que são peixes herbívoros, além de ser utilizada na expansão da piscicultura nacional (SILVA, 2001).

Na década de 1960, no nordeste brasileiro, deu-se início a pesquisas importantes nos campos na aqüicultura, biologia, tecnologia pesqueira e da limnologia, abrindo novos caminhos para a pesca e piscicultura na região. A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, foi introduzida no Brasil pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), em setembro de 1971 e é a espécie que tem apresentado melhor desenvolvimento em nossa região. A década de 1990 caracterizou-se pela modernização da tilapicultura no nordeste brasileiro, o que ocorreu graças aos avanços tecnológicos e introdução de novas linhagens e seus híbridos. Os cultivos se tornaram intensivos e super-intensivos, passando a utilizar viveiros e tanques-rede, com altas densidades de estocagem sendo os peixes alimentados com rações balanceadas, quase sempre industrializadas (SILVA, 2001). Em 1996, a tilápia representava o peixe mais cultivado no Brasil respondendo por cerca de 32% do total produzido (LIMA, 2001).

Em setembro de 1996, ocorreu o segundo processo oficial de importação da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, para o Brasil, através de produtores do estado do Paraná, que viajaram até a Tailândia e trouxeram cerca de 20.800 alevinos da linhagem tailandesa (var. chitralada), destinados à formação de planteis de reprodutores (ZIMMERMANN, 1999).

Em novembro de 2002, técnicos do Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS) trouxeram para o Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolph Von Ihering (Pentecoste, CE), 10.000 alevinos da tilápia do Nilo,

linhagem tailandesa, provenientes do *Asian Institute of Technology* (AIT), na Tailândia. A introdução desses alevinos possibilitou a seleção de reprodutores (geração F1), que foram distribuídos entre os produtores de alevinos, os quais foram devidamente capacitados de forma a obter maiores produtividades, no que se refere à produção de pós-larvas na reversão sexual, bem como a manutenção dos padrões genéticos da geração F1. Como consequência desse esforço, a produção brasileira de tilápias alcançou, em 2005, o montante de 67.850 t, sendo que os maiores produtores foram os Estados do Ceará, Paraná, São Paulo e Santa Catarina, com 16.800 t ; 12.097 t ; 9.821 t e 7.609 t, respectivamente (IBAMA, 2005).

1. 3 Biologia da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*

A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, é facilmente reconhecida pelas listras verticais na nadadeira caudal. Tem cor cinza-azulada, corpo curto e alto, cabeça e cauda pequenas. Segundo Silva (1997) sua classificação sistemática é a seguinte:

FILO - Chordata

CLASSE - Osteichthyes

ORDEM - Perciformes

FAMÍLIA - Cichlidae

GÊNERO - *Oreochromis* (Günther, 1889)

ESPÉCIE - *O. niloticus* (Lineaus, 1766)

As espécies de tilápias de importância comercial são divididas em três grupos taxonômicos que se diferenciam, basicamente, pelo comportamento reprodutivo. As que incubam os ovos em ninhos no substrato pertencem ao gênero *Tilápia*; aquelas cujas as fêmeas incubam os ovos na boca pertencem ao gênero *Oreochromis*, e aquelas cujos machos e as fêmeas fazem a incubação oral são incluídas no gênero *Sarotherodon*. Em 1983, as espécies do gênero *Sarotherodon* foram novamente divididas, sendo separadas daquelas nas quais só as fêmeas incubam os ovos na boca, as quais passaram para o gênero *Oreochromis*. Desta forma a tilápia nilótica, hoje classificada como *Oreochromis niloticus*, é encontrada na literatura da década de 70 e início de 80 com a sinonímia *Sarotherodon niloticus* (PRUGININ et. al., 1975).

1.3.1 Reprodução

A tilápia do Nilo, *O. niloticus*, é uma espécie prolífica e precoce de desova parcelada. Nas condições do nordeste brasileiro, a primeira maturação gonadal é atingida quando os peixes estão com 5 a 6 meses de vida, dependendo do estado de maturação das gônadas . As desovas acontecem quando a temperatura se mantém acima de 20° C, podendo chegar a oito por ano, em intervalos de 5 a 7 semanas (MOTA-ALVES; LIMA, 1987). Na tilapicultura, os alevinos são retirados logo que começam a nadar em grupos e os reprodutores iniciam novo processo reprodutivo, podendo ser ainda menor os intervalos entre as desovas (GALLI; TORLONI, 1982).

Lund e Figueira (1989) observaram que, na natureza, a tilápia do Nilo chega a sua primeira maturação sexual a partir de 20 cm, podendo atingi-la em cativeiro, com quatro a cinco meses, período em que apresentam de 10 a 17cm

de comprimento total. Segundo os autores, em locais de clima quente e com temperatura acima de 24 °C, o intervalo entre duas desovas consecutivas pode ser de 28 dias.

Galli e Torloni (1982) afirmam que no processo reprodutivo da tilápia do Nilo, o macho é quem constrói o ninho, cujo tamanho varia com o espaço do fundo reservatório. Normalmente o diâmetro do ninho tem cerca de 70 cm, podendo variar de 20 a 90 cm. Segundo Silva et al. (1983), no momento da construção dos ninhos, é comum o macho defender o local no viveiro e expulsar todos os outros indivíduos. Contudo, em dado momento, uma fêmea madura é atraída para o local e aceita pelo macho. Em um dos ninhos a fêmea deposita os óvulos, os quais são, imediatamente, fecundados pelo macho, o qual lança o líquido espermático sobre os mesmos. Concluída a desova, a fêmea aspira os ovos para boca, que se encontra dilatada, para incubação, eclosão e proteção das larvas. Logo após a absorção do saco vitelino, decorridos de 7 a 10 dias da desova, as larvas saem da boca da fêmea retornando prontamente em caso de perigo. Dessa forma, ela pode passar 10 dias sem se alimentar. Galli e Torloni (1982) afirmam que, devido a esta característica, o número de alevinos produzidos depende do tamanho de fêmea, variando de 100 a 500 por desova. BARD (1976a) menciona uma produção de 500 a 700 alevinos a cada quatro semanas, quando os mesmo se dispersam totalmente e as reprodutrices partem para outra desova.

1.3.2 Alimentação

A alimentação é um dos fatores de maior importância num cultivo, pois determina o ganho de peso e o crescimento das espécies, mediante a

combinação da qualidade e quantidade do alimento. A quantidade de alimento é regulada pelo apetite do peixe para satisfazer suas necessidades de energia e nutrientes. Se a oferta do alimento é limitada, não permitindo que o peixe se satisfaça, observa-se a diminuição da taxa de crescimento. A qualidade do alimento depende de sua composição e da facilidade com que seus componentes são digeridos e assimilados. Por isso, para se determinar o tipo de alimentação adequada para cada espécie é imprescindível o conhecimento de seus hábitos alimentares (LUND; FIGUEIRA, 1989).

1.3.3 Crescimento

Os crescimentos da tilápia do Nilo em viveiros variam conforme as condições as quais ele se encontra. Além das diferenças dos orifícios genitais, que se evidenciam após a primeira desova, os machos apresentam maior crescimento do que as fêmeas sendo também, mais claro, maior e mais alto (BARD, 1976b; GALLI & TORLONI, 1982).

Coche (1982) cita que em experimentos realizados na Universidade de Auburn, com cultivos de machos e de sexos misturados de *O. niloticus*, ambos em gaiolas, os machos exibiram taxa de crescimento cerca de 2,4 vezes maior que as fêmeas.

Silva et al. (1982), em pesquisas realizadas com *O. niloticus* em gaiolas, obtiveram peso médio final dos machos 1,59 vezes maior que o das fêmeas, quando a densidade de estocagem foi de 100 peixes/m³, e de 1,66 vezes para densidade de 200 peixes/m³.

1.4 Produção de alevinos monosexo das tilápias

A maioria das espécies de tilápias amadurece sexualmente entre o 4° e 5° mês de vida e dependendo da temperatura, a precocidade pode ocorrer antes do 4° mês e a energia que as fêmeas deveriam usar para o crescimento é desviada para o ato reprodutivo, salientando, ainda, que algumas espécies de tilápias incubam os ovos na boca, ficando vários dias praticamente sem se alimentarem, aumentando ainda mais a diferença de tamanho entre machos e fêmeas (KUBITZA, 2000).

Quando um sexo supera o outro em crescimento, a obtenção de lotes do mesmo sexo pode trazer outras vantagens: dependendo da espécie pode ocorrer a suspensão da reprodução, portanto há economia de energia com atividade reprodutiva alcançando maior tamanho e melhor uniformidade na despesca, gerando uma carne de boa qualidade já que os efeitos da maturação sexual serão diminuídos (PULLIN, 1982). Atualmente, algumas técnicas são usadas na tentativa de minimizar os efeitos da precocidade da espécie como: hibridação; sexagem manual; reversão sexual e super macho (RYE, 2000).

1.4.1 Hibridação

O cruzamento entre algumas espécies de tilápias resulta na produção de híbridos machos. Alguns dos exemplos mais conhecidos são os híbridos entre a tilápia do Nilo, *O. niloticus*, e a tilápia de Zanzibar, *O. hornorum*, muito utilizados no Brasil nas décadas de 70 e 80, graças ao empenho das Estações de Piscicultura do DNOCS, principalmente, e os híbridos entre a tilápia do Nilo e a tilápia azul, *O. aureus*, bastante utilizados em Israel (KUBITZA, 2000).

1.4.2 Sexagem manual

Problemas surgidos com a manutenção das linhagens puras de *O. hornorum* e *O. niloticus*, acarretaram o aparecimento de grande número de fêmeas nos cruzamentos. Por isto, estes peixes passaram a ser, paulatinamente, substituídos, nos cultivos, por machos da tilápia do Nilo, sexados manualmente (CHACON et al., 1989).

As principais desvantagens da sexagem manual são: a necessidade de produzir juvenis com 2 a 3 meses de idade, o que demanda maior espaço físico e uso de insumos; a grande demanda por mão-de-obra bem treinada e de tempo para a sexagem; a margem de erro que pode ser considerada, principalmente quando a sexagem é feita com alevinos pouco desenvolvidos ou por pessoas sem muita experiência (KUBITZA, 2000).

1.4.3 Supermacho

Essa técnica consiste em, primeiramente, reverter lotes de pl's normais com uso de hormônios feminilizantes, dentre eles destaca-se o etinilestradiol, obtendo assim, fêmeas normais (XX) e machos revertidos para fêmeas (XY), sendo estas capazes de se reproduzir normalmente. As fêmeas (XY) são cruzadas com machos normais (XY), obtendo-se desse cruzamento, teoricamente, $\frac{1}{4}$ da população de indivíduos supermachos (YY). Por sua vez, esses indivíduos (YY) ao serem cruzados com fêmeas normais, produzem indivíduos 100% machos (XY) (KUBITZA, 2000).

Segundo o mesmo autor a produção da tilápia supermacho (YY) poderá vir a ser uma importante ferramenta para a produção de populações 100% masculinas em escala comercial. Essa tecnologia foi testada em campo por

larviculturas das Filipinas e já está sendo utilizada em escala comercial (MAIR, 1997).

1.4.4 Reversão Sexual

Das técnicas utilizadas para produção de indivíduos monosexo, a reversão sexual é a mais viável do ponto de vista econômico. Consiste na administração de hormônios masculinizantes (17 α metiltestosterona - MT) adicionados à ração balanceada para as pós-larvas, antes que o órgão reprodutor seja desenvolvido nas fêmeas (ovários), dando lugar ao desenvolvimento de tecido testicular, produzindo indivíduos que cresçam e funcionem reprodutivamente como machos. O momento exato em que deve ser suspenso o tratamento hormonal é desconhecido, mas à temperatura de 24 a 28°C deve durar cerca de três a quatro semanas (KUBTIZA, 2000).

Segundo Popma e Green (1990), desde a década de 80, o processo da reversão sexual vem sendo desenvolvido de forma viável para a obtenção de tilápias monosexo em escala comercial. Segundo estes autores, a alimentação com ração contendo hormônio (MT) tem, geralmente, produzido taxas de 95% de eficiência de reversão no período de 21 a 28 dias, dependendo da temperatura. A densidade de pós-larvas deve ser de 3.000 a 5.000/m³ por hapa com comprimento das pós-larvas variando de 8 a 13mm para, intencionalmente, reduzir a quantidade de alimento natural disponível e, fazendo com que as pós-larvas consumam somente a ração com hormônio. Para isso, a ração deve ser palatável e de boa qualidade nutricional para assegurar a ingestão de hormônio na quantidade suficiente para que a reversão sexual seja efetiva (POPMA; LOVSHIN, 1996). A taxa de alimentação deve ser de 10 a 20% da biomassa

total, fracionada em 6 tratos (refeições) diários. No início do tratamento serão ofertados 20% da biomassa até que as pós-larvas atinjam um comprimento de 15mm. Posteriormente será ofertado 10% da biomassa até o final do tratamento, quando as pós-larvas terão peso médio em torno de 0,2 a 0,8g e tamanho entre 14 a 25mm, sendo que 95% das pós-larvas devem ser maiores que 14mm (POPMA ; GREEN, 1990: POPMA ; LOVSHIN, 1996).

1.5 Microalga *Spirulina platensis*

As algas são os organismos mais amplamente distribuídos na água doce e no oceano. Algumas espécies podem crescer em fontes termais em temperaturas próximas do ponto de ebulição, situadas perto de vulcões, e outras podem permanecer congeladas e ficarem ilesas por meses. Algumas crescem também em desertos que recebem água mineralizada que corre periodicamente das montanhas e muitas crescem simbioticamente com outros vegetais e organismos como a hidra, por exemplo (HILLS;NAKAMURA, 1981).

A microalga *Spirulina platensis* pertence ao grupo das cianofíceas e, segundo Henrikson (1989), as microalgas deste grupo são consideradas a primeira forma de vida fotossintética criada pela natureza há mais de 3,5 bilhões de anos . Algas deste tipo iniciaram a produção de oxigênio em nossa atmosfera, permitindo que todas as formas de vida superiores se desenvolvessem.

Sua classificação taxonômica , segundo FOX (1996) é a seguinte:

REINO – Monera

SUB-REINO – Prokaryota

FILO – Cyanophyta

CLASSE – Cyanophyceae

ORDEM – Nostocales

FAMÍLIA – Oscillatoriaceae

GÊNERO – *Spirulina*

ESPÉCIE – *Spirulina platensis*

A microalga *Spirulina platensis* foi primeiramente descrita por Wittrock; Nordstedt em 1844 como *Spirulina jeneri platensis*, sendo classificada como um organismo vegetal microscópico planctônico, que flutua na superfície da água formando populações importantes em corpos d'água tropicais e subtropicais, caracterizados por possuírem altos níveis de carbonato e bicarbonato , ou seja, altos valores de pH (VONSHAK, 1997). O produto de assimilação é, principalmente, o glicogênio e a composição de aminoácidos assemelha-se a de um animal (VONSHAK, 1997).

Os filamentos de *Spirulina* são solitários, flutuantes e móveis, geralmente deslocando-se em espiral em movimentos de 5µm por segundo (FRITSCH, 1945; HALFEN; CASTANHOLZ, 1971; CASTANHOLZ, 1982). A razão da mobilidade desta alga é para proteção contra insolação e para

encontrar nutrientes. Como a característica flutuante é alta, pode-se separar facilmente o corpo algal da solução.

A multiplicação dos tricomas ocorre apenas por fragmentação, enquanto que o prolongamento dos mesmos se dá ativamente por divisão celular que, segundo Vonshak (1997), ocorre por fissão binária e divisões celulares múltiplas, intercaladas ao longo de todo o filamento. Segundo FOX (1996), este microrganismo contém cerca de 18 a 22 aminoácidos conhecidos, incluindo todos os oito essenciais, tornando-o uma fonte completa de proteínas. Possui os níveis mais altos de Vitamina B-12, sendo 250% superiores aos no fígado humano, além das vitaminas A, B, B-2, B-6, D, E, H e K, além de todos os minerais essenciais, elementos traços, sais celulares e enzimas necessárias para o metabolismo de qualquer organismo.

1.5.1 Morfologia

A *Spirulina* encontrada em várias partes do mundo, principalmente na África, Ásia e América do Sul, apresenta muitas variações no tamanho e forma dos tricomas ou filamentos. Segundo Vonshak (1997), sua característica morfológica principal é à disposição dos filamentos em uma hélice aberta à esquerda ao longo de todo o comprimento. As espirais (hélices) podem ser regularmente espaçadas e de igual diâmetro por todo o tricoma, ou então totalmente desenrolados formando um filamento aproximadamente reto. Fatores ambientais, principalmente a temperatura, condições físicas e químicas podem afetar a geometria da hélice. Uma alteração drástica desta geometria é a transição reversível da hélice para a forma espiral. Quando em uma cultura de um grupo helicilmente enrolado alguns filamentos se tornam simples, eles

tendem a se tornar dominantes. Embora a forma helicoidal do tricoma seja considerada uma propriedade estável e constante mantida na cultura, ela pode ter variação considerável no grau de helicidade entre os diferentes grupos da mesma espécie e até dentro do mesmo grupo (VONSHAK, 1997).

A organização celular da *Spirulina*, observada ao microscópio eletrônico, é típica de organismos procarióticos, sendo destituída de membrana nuclear e com uma parede celular do tipo gram-negativa, com cerca de 40 a 60 nanômetros (TOMASELLI et al., 1993). Logo abaixo da parede celular existe a membrana plasmática e o citoplasma, que é rico em inclusões subcelulares típicas de cianobactérias com arranjo e distribuição precisos dentro do citoplasma (STOLZ, 1991). De interesse especial são as vesículas de gás que podem fazer flutuar os filamentos na coluna d'água, de maneira a alcançar a luz para a fotossíntese. Essas vesículas são tubos cilíndricos ocos, geralmente com cerca de 70 nanômetros de comprimento e 10 nanômetros de diâmetro (SMITH; PEAT, 1967).

1.5.2 Ecologia

Este microrganismo cresce naturalmente em lagos com altas concentrações de bicarbonatos de sódio, carbonatos de sódio, cloreto de sódio, magnésio, potássio e minerais tais como o selênio e uma fonte de nitrogênio que, em conjunto, previnem a contaminação por qualquer outro ser vivo (HILLS; NAKAMURA, 1981; FOX, 1996), tem uma capacidade espantosa de florescer em condições muito rigorosas para outras algas, sendo que a física e a química ambiental do meio natural da *Spirulina* praticamente eliminam possíveis contaminações por organismos patogênicos humanos, exceto

durante o manuseio como os outros alimentos. De acordo com Iltis (1974), enquanto a salinidade e/ou alcalinidade aumenta, a diversidade de espécies diminui.

Segundo Vonshak (1997), quando o cultivo é exposto à alta intensidade de luz acima do ponto de saturação ou quando outros fatores ambientais estressantes são introduzidos, a *S. platensis* pode reduzir sua taxa fotossintética (fotoinibição). Exposta à forte luz solar (120.000 lux) torna-se descorada dentro de minutos podendo vir a morrer. Dessa forma, culturas iniciantes com baixa densidade celular requerem sombra para evitar a fotólise (FOX, 1996).

A captação da luz do sol cria, entretanto, um problema para a *S. platensis*. Ela necessita de tanta luz do sol quanto possível, mas deve ser protegida da insolação excessiva. Para se proteger produz seu próprio β -caroteno que atua como uma proteção natural. Quanto maior a intensidade de luz solar, mais β -caroteno é produzido. Assim, as áreas tropicais, são melhores situadas para sua produção do que as temperadas (MOORHEAD; MORGAN, 1995).

Segundo Hills; Nakamura (1981), cerca de 30 espécies do gênero *Spirulina* são listadas na literatura e estão distribuídas por todo o mundo, especialmente em zonas tropicais. A escolha de uma espécie para propósitos industriais deve satisfazer os seguintes exigências:

- a) possuir alto valor nutricional;
- b) possuir elevada taxa de reprodução;
- c) possuir forte resistência a outros microorganismos;

d) possuir facilidade de controle em cultivos;

Segundo os mesmos autores, algumas espécies que satisfazem a estes propósitos: são a *Spirulina platensis*, *Spirulina gigantes* e *Spirulina maxima*, sendo a *Spirulina platensis* a mais adequada.

Segundo Hills; Nakmura (1981), a *S. platensis* úmida se decompõe dentro de poucas horas. Normalmente, em seu ambiente natural, vira uma crosta quando seca ao sol, nas pedras ou margens de lagoas alcalinas. A temperatura nestas pedras pode alcançar 80 °C , ou mais. Algumas vezes, a alga pode se adaptar ao calor de fontes termais que podem alcançar até 60 °C e, embora não cresça rápido nessa temperatura, floresce vagarosamente sem destruir qualquer um dos seus pigmentos e enzimas naturais. Normalmente, o calor destrói as enzimas da maioria dos organismos. Na *Spirulina* estas não são destruídas podendo voltar à atividade depois de ser seca ao sol. Para isso, basta que venha a chuva e que a temperatura seja ideal.

Durante a ausência prolongada de chuvas muitos lagos contendo *Spirulina* tornam-se secos. A *Spirulina*, contudo, é capaz de tolerar grandes concentrações de sais quando a água do lago evapora, comprimindo-se por atração capilar em pequenas gotas e placas na superfície. A pressão osmótica extrema força os polissacarídeos para fora das células que formam uma camada protetora contra a perda da água interna, deixando as células protegidas dentro das gotas ou placas sustentando sua vida durante anos, até a próxima chuva encher o lago e as bactérias consumirem os polissacarídeos, liberando as células ainda vivas que repovoarão o lago em um período de um mês. Esta técnica de sobrevivência é chamada de criptobiose por MOORHEAD; MORGAN (1995). Segundo os mesmos autor, o uso da água e

da terra são dois fatores ambientais a serem considerados. Comparando a produção de *Spirulina* com outros produtos, seu cultivo não causa erosão ao solo, enquanto o cultivo de milho causa 22 quilos de perda do solo e a produção de carne causa 145 quilos de perda do solo (www.spirulina.com).

Segundo Henrikson (1989), o cultivo de *Spirulina* não causa poluição, erosão do solo ou contaminação da água. Nenhum preservativo, estabilizante ou irradiação é usado na produção, coleta e secagem. Além disso, a *Spirulina* é cultivada usando métodos orgânicos, livres de pesticidas e herbicidas.

Microalgas como a *Spirulina* absorvem o CO₂ atmosférico ajudando na fixação do carbono. A produção destas algas pode se expandir utilizando terras não férteis e água salobra, diminuindo a pressão sobre as matas nativas para cultivar alimentos, além de evitar a formação de desertos. (www.pureplanet.com/prodspir).

1.6 Utilização de *Spirulina platensis* na reversão sexual da tilápia do Nilo

Um dos grandes entraves na produção de peixes é a alimentação inadequada durante o seu período larval, pois é o estágio em que os mesmos encontram-se mais frágeis e susceptíveis a má qualidade de água, ao manejo errôneo e as enfermidades. Todos estes fatores fazem com que a fase de larvicultura seja muito importante para o sucesso da etapa subsequente da produção, ou seja, a engorda. Durante os primeiros dias de vida, a larva atende as suas necessidades energéticas com sua reserva vitelínica, pois nem a cavidade bucal encontra-se aberta nem o trato intestinal completamente formado. Após o consumo do vitelo o peixe já é uma pós-larva e sua alimentação passa a ser exógena, sendo composta, principalmente, por

microalgas e zooplâncton, especialmente, rotíferos e copépodos (ZANIBONI-FILHO, 2000).

Devido à característica fitoplanctófaga da pós-larva de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos para complementar a dieta desta espécie na fase de larvicultura. No caso específico da tilápia do Nilo, além da presença do alimento natural, existe a necessidade da oferta de ração microparticulada contendo o hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona, para a obtenção de indivíduos monossexo (machos) já que esta espécie possui alta prolificidade e maturação sexual precoce, fatores estes indesejáveis nos cultivos comerciais (MAINARDES-PINTO *et al.* 1998).

Uma das técnicas que vêm sendo largamente utilizadas para aumentar a sobrevivência e o crescimento na larvicultura de peixes, é o enriquecimento do alimento natural com ácidos graxos poliinsaturados (HUFA), os quais são essenciais para o perfeito desenvolvimento de muitas espécies (BELAY, 1997). Uma microalga que possui grande potencial para bioencapsulação em microcrustáceos (rotíferos, copépodos e cladóceros) para posterior uso na aquicultura é a *S. platensis*, que também pode ser utilizada diretamente na água de cultivo, a qual vem apresentando resultados bastante satisfatórios. Moreira *et al.* (2007), realizaram a reversão sexual de juvenis de tilápia do Nilo utilizando ração microparticulada com 50% de proteína bruta, aplicando um tratamento com microalgas de água doce e outro com a microalga *S. platensis*. Ao final da reversão sexual, as sobrevivências médias foram de 82,5 e 93,0% para o 1º e 2º tratamentos, respectivamente.

Tomando como base a importância da tilápia do Nilo, sendo seu cultivo o mais promissor dentre as espécies exploradas pela aquicultura mundial e a potencialidade da microalga marinha *S. platensis*, este trabalho foi desenvolvido no intuito de verificar se a salinidade possui influência sobre a sobrevivência, taxa de reversão sexual e no ganho de peso e comprimento de tilápias do Nilo na presença da microalga *S. platensis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento teve duração de 70 dias e foi realizado no período de 26 de outubro de 2007 a 04 de janeiro de 2008.

2.1 Aquisição e transporte dos peixes

As pós-larvas de tilápia do Nilo foram obtidas junto a Estação de Piscicultura Rodolpho Von Ihering do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), Pentecoste-Ce. O transporte para o Laboratório de Aqüicultura do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará (DEP/UFC) foi realizado em sacos plásticos de 20 L, contendo 1/3 de água e 2/3 de oxigênio.

2.2 Produção da microalga *Spirulina platensis*

2.2.1 Preparo do meio de cultivo

Para a produção de *S. platensis* foi inicialmente preparado o meio de cultivo descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição do meio de cultivo para *S. platensis*

REAGENTES	QUANTIDADE (g L ⁻¹)
Cloreto de Sódio (NaCl)	30,0
Bicarbonato de Sódio (NaHCO ₃)	10,0
Nitrogênio, fósforo e potássio (NPK)	1,0
Superfosfato Triplo (SPT)	0,1

Para isso, os sais NaCl e NaHCO₃ foram macerados com auxílio de um pistilo e diluídos em um recipiente plástico contendo 10 L de água doce e posteriormente os fertilizantes agrícolas NPK e SPT foram igualmente macerados e adicionados à mistura. Em seguida, a água foi submetida a uma forte aeração por 24 h e decantada, pois apenas o sobrenatante foi utilizado.

2.2.2 Obtenção do inóculo inicial

O inóculo inicial de *S. platensis* foi obtido a partir de um cultivo pré-estabelecido (Figura 1) mantido no Laboratório de Planctologia do DEP/UFC, através da transferência de 300 mL do referido cultivo para um erlenmeyer de 1 L, em seguida, foi adicionado, a cada dois dias, meio de cultivo até completar o volume do recipiente. O inóculo foi mantido sob iluminação constante de, aproximadamente, 1.000 Lux e temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, sendo agitado manualmente para que as microalgas não se concentrassem na superfície. Este procedimento foi repetido até que a densidade celular do inóculo fosse semelhante à do cultivo pré-estabelecido. Após este período, o inóculo foi transferido para um garrafão de 14 L, iniciando a produção em maior escala. O tempo de cultivo foi de aproximadamente vinte dias. O desenvolvimento da cultura foi acompanhado através da leitura da absorbância em 680 nm em espectrofotômetro. Esse comprimento de onda foi previamente estabelecido através da análise do espectro de absorção de uma amostra do cultivo.

**A****B**

Figura 1 - Cultivo pré-estabelecido de *S. platensis* (A) e inóculo inicial (B).

2.3 Composição bioquímica da ração

A ração balanceada cuja composição química encontra-se na Tabela 2, utilizada para a alimentação das pl's de tilápia no experimento, foi 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, sendo considerada nutricionalmente completa, segundo seu fabricante.

Tabela 2 - Composição bioquímica* da ração utilizada no experimento.

Componentes	%
Umidade	10,0
Proteína Bruta	50,0
Extrato Etéreo	8,0
Matéria Fibrosa	6,0
Matéria Mineral	13,0
Cálcio	8,0
Fósforo	1,2

* Segundo dados do fabricante

2.3.1 Incorporação do hormônio sexual à ração

A princípio, foi preparada a solução estoque, dissolvendo-se 6,0 g do hormônio 17- α -metiltestosterona em 1 L de álcool etílico PA (99,8%). A solução estoque foi armazenada em garrafa de cor âmbar, mantida sob refrigeração. Quando armazenada nestas condições, a solução estoque tem vida útil de até seis meses e é suficiente para reverter sexualmente, aproximadamente, 300.000 pl's.

Para cada kg da ração usada para reversão sexual foram diluídos 10 mL da solução estoque (6,0 mg L⁻¹) em 500 mL de álcool etílico comercial (56-70%). Em seguida, a ração foi umedecida lentamente com o álcool,

incorporando o hormônio de forma bem homogênea. Após a homogeneização, a ração foi deixada à sombra, formando uma fina camada (2,0 – 3,0 cm), por 48 horas, para a evaporação do álcool, sem qualquer incidência da luz solar sobre a mesma. Depois de seca a ração foi passada em peneira de 0,6 mm de abertura de malha, embalada e armazenada sob refrigeração para, posteriormente, ser oferecida aos peixes.

2.4 Procedimento Experimental

2.4.1 Obtenção da água salgada e aclimação das pós-larvas

A água salgada foi coletada na Praia de Iracema, Fortaleza, Ceará e transportada em recipientes (60 L) até o laboratório, onde foi armazenada em caixa de fibra de fibra com capacidade para 500 L. A aclimação dos peixes à água salgada 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 salgada e a salinidade regulada e aferida constantemente com o auxílio de um refratômetro modelo ATAGO (S/Mill).

2.4.2 Reversão sexual (primeira fase)

A primeira fase consistiu no acompanhamento da reversão sexual das pl's de tilápia em laboratório e teve duração de 28 dias. As pl's com comprimento médio inicial de $0,8 \pm 0,02$ cm e peso médio inicial de $0,015 \pm 0,02$ g, foram distribuídas, aleatoriamente, em nove aquários com capacidade de 40 L e volume útil de 25 L (Figura 2). O experimento foi constituído de três tratamentos com três repetições, cada repetição contou com 20 indivíduos

(1,25 pl's L⁻¹), totalizando 60 peixes por repetição. Em todos os tratamentos, as pl's foram alimentadas com ração comercial contendo o hormônio sexual, juntamente com iguais concentrações da microalga *S. platensis*. A quantidade de *S. platensis* ofertada aos peixes 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. 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 Becker. Foram filtrados, aproximadamente, 15 mL do cultivo para cada tratamento em uma única oferta diária.

O fator de variação entre os tratamentos foi à salinidade sendo o primeiro realizado a 0, o segundo a 15 e o terceiro a 25. As biometrias (peso e comprimento) foram realizadas no início, após 15 dias e no final do experimento, (28 dias de reversão sexual). Uma amostra de 20 indivíduos foi pesada em uma balança semi-analítica digital e os comprimentos totais foram medidos com o auxílio de papel milimetrado. Durante o período da reversão sexual, a ração foi ofertada *ad libitum*, em 4 (quatro) refeições diárias.



Figura 2 – Distribuição dos aquários durante a fase de reversão sexual

2.4.3 Avaliação da taxa de reversão sexual (segunda Fase)

Após a reversão sexual os peixes foram submetidos a uma próxima etapa de cultivo, foram transferidos para Estação de Piscicultura Raimundo Saraiva da Costa do – CCA/DEP/UFC, nesta fase além da taxa de reversão sexual também foram avaliados os dados biométricos do animal (peso e comprimento) bem como a sobrevivência. Os peixes provenientes das salinidades 15 e 25 foram aclimatados novamente à salinidade 0, e este processo teve duração de cinco dias, ou seja, a redução diária da salinidade foi de 5.

Foram escolhidos, aleatoriamente, 50 animais de cada tratamento os quais foram distribuídos em três reservatórios distintos de polietileno com volume útil de 1000 L na densidade de 0,05 peixes L⁻¹. Esta fase do trabalho teve duração de 35 dias e as biometrias (peso e comprimento) foram realizadas semanalmente. A sobrevivência e a taxa de reversão sexual foram analisadas ao final da etapa. Apenas a ração comercial (38% PB) sem hormônio masculinizante foi ofertada *ad libitum* aos animais e dividida em quatro

refeições diárias (8 h; 12 h; 14 h e 17 h). Após este período os peixes estavam prontos para a análise da eficiência da indução sexual, procedimento este que constou de uma análise microscópica do tecido gonadal de cada indivíduo. O peso médio (PM) dos peixes foi calculado a partir da seguinte fórmula $PM (g) = Wf/Nf$ onde, Wf = peso médio da biomassa de cada tratamento e Nf : número de indivíduos em cada biometria. Para o comprimento foram medidos, com um paquímetro de precisão 0,001 cm, todos os peixes de cada repetição e feita uma média. Para a sobrevivência (S%) foi utilizada a seguinte fórmula: $S\% = 100 \times Nf/Ni$, onde, Nf = número de peixes no final do experimento; Ni = número de peixes no início do experimento.

2.5 Parâmetros físico-químicos da água de cultivo

Os parâmetros físico-químicos oxigênio dissolvido (OD), temperatura e pH da água de cultivo, em ambas as fases, foram determinados duas vezes por semana, através de um oxímetro digital modelo YSI 550 A para os dois primeiros, e um medidor de pH de bancada modelo MARCONI PA 200 para o último.

2.6 Análise estatística

As médias de peso e comprimento, bem como as sobrevivências das pl's dos três tratamentos, durante a fase de reversão sexual, foram submetidas a uma análise de variância com fator único (ANOVA) e, em caso de diferença significativa, ao teste "t" independente para médias ao nível de 5% de significância, utilizando a função estatística do programa ORIGIN 5.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Parâmetros físico-químicos.

Não houve grandes variações de temperatura, pH e oxigênio dissolvido, durante todo o experimento (Tabela 3), ficando estes parâmetros dentro dos níveis considerados normais para o cultivo de tilápias (KUBITZA, 2000). De acordo com o mesmo autor, as tilápias são peixes tropicais que apresentam conforto térmico de 27 a 32 °C e, no presente trabalho, a temperatura variou de $27,5 \pm 0,011$ a $28,9 \pm 0,001$ °C. Temperaturas acima de 32 °C e abaixo de 27 °C reduzem o apetite e o crescimento desses peixes. Abaixo de 20 °C, o apetite fica extremamente reduzido e aumenta o risco de doenças (KUBITZA, 2000). Com relação ao oxigênio dissolvido, a aeração contínua e as constantes trocas de água garantiram bons níveis em todo o experimento, os quais variaram de $4,2 \pm 0,001$ a $5,2 \pm 0,034$ mg L⁻¹. Para a tilápia do Nilo, *O. niloticus*, faixas acima de 4,0 mg L⁻¹ são consideradas ideais para seu crescimento e desenvolvimento (VINATEA, 2004). Esse parâmetro pode ser considerado o mais importante a ser mensurado e corrigido dentro da aquicultura, pois seu déficit pode ocasionar sérios prejuízos ao cultivo. No entanto, as tilápias toleram baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água e, em viveiro de recria, alevinos de tilápia do Nilo (10-25 g), suportaram concentrações de oxigênio de 0,4 a 0,7 mg L⁻¹ por 3 a 5 h, durante 2 a 4 manhãs consecutivas, sem registro de mortalidade reforçando a rusticidade e resistência desse peixe (GREEN, 1992).. O potencial hidrogeniônico (pH) indica se a água de cultivo é ácida (pH<7,0); neutra (pH=7,0) ou alcalina (pH>7,0). No presente trabalho, os valores de pH foram ligeiramente alcalinos (Tabela 3) e ficaram dentro da faixa

considerada boa para a aqüicultura que, segundo Proença e Bittencourt (1994), situa-se entre 6,0 e 9,0.

Tabela 3. Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água de cultivo durante o experimento.

Parâmetros físico-químicos						
Tratamentos	Temperatura (°C)		Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)		pH	
	1º Fase	2º Fase	1º Fase	2º Fase	1º Fase	2º Fase
0	27,9 ± 0,013	28,9 ± 0,001	5,0 ± 0,022	4,5 ± 0,002	7,7 ± 0,023	7,4 ± 0,002
15	27,8 ± 0,012	28,8 ± 0,001	4,8 ± 0,021	4,2 ± 0,001	7,7 ± 0,054	7,3 ± 0,001
25	27,5 ± 0,011	28,9 ± 0,001	5,2 ± 0,034	4,3 ± 0,021	8,2 ± 0,121	7,3 ± 0,021

3.2 Crescimento médio em peso (g) e em comprimento (cm)

3.2.1 Primeira Fase - Reversão sexual

No início do experimento, as pós-larvas (pl's) apresentavam peso e comprimento médios de $0,013 \pm 0,001$ g e $10 \text{ mm} \pm 0,001$ mm, respectivamente e foram estocadas na densidade de $1,25 \text{ pl's L}^{-1}$. De acordo com BOCEK et al. (1992), a reversão sexual de tilápias deve ser iniciada com indivíduos entre 8 e 13 mm, pois suas gônadas ainda não estão diferenciadas e a ação masculinizante do hormônio 17- α -mestiltestosterona é mais eficaz no organismo dos animais. Após 15 dias de reversão, os pesos e comprimentos médios foram de $0,580 \pm 0,026$ g e $3,289 \pm 0,207$ cm; $0,576 \pm 0,103$ g e $3,267$

$\pm 0,218$ cm e $0,434 \pm 0,044$ g e $2,828 \pm 0,097$ cm para os tratamentos com salinidades 0, 15 e 25, respectivamente. Ao final da reversão (28 dias), os pesos e comprimentos médios foram de $1,639 \pm 0,100$ g e $4,844 \pm 0,238$ cm; $1,593 \pm 0,176$ g e $4,939 \pm 0,125$ cm e $1,579 \pm 0,091$ g e $4,845 \pm 0,025$ cm para os tratamentos com salinidades 0, 15 e 25, respectivamente (Figuras 3 e 4). A análise de variância não evidenciou diferenças significativas entre os tratamentos, mostrando que a salinidade não influenciou no tratamento hormonal. As médias finais de peso e comprimento foram semelhantes aos obtidos por SAES et al. (2007), que acompanharam a reversão sexual de pl's da mesma espécie de tilápia nas densidades de 1, 3, 5 e 7 pl's por litro, em aquários de 20 L com sistema de recirculação da água, e alimentadas *ad libitum*, cinco vezes ao dia por 30 dias, com ração comercial (48% de proteína bruta) contendo 60 mg de 17α -metilttestosterona. As médias dos pesos e comprimentos finais individuais foram 1,66; 0,73; 0,44; 0,37 g e 4,47; 3,41; 2,86; 2,70 cm para as densidades de 1, 3, 5 e 7 pl's L⁻¹, respectivamente.

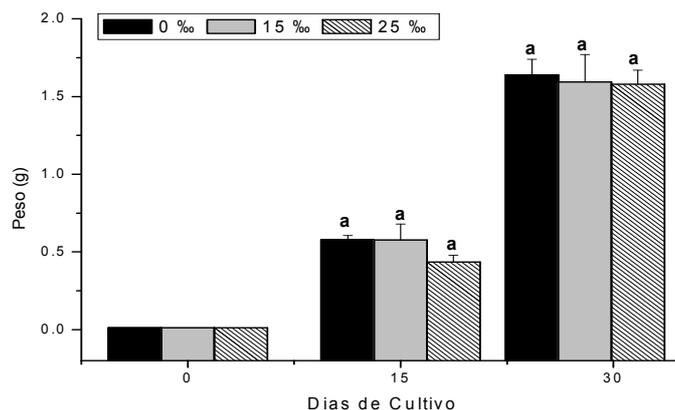


Figura 3. Crescimento em peso (g) de tilápias do Nilo, *O. niloticus*, durante a fase de reversão sexual, para os tratamentos 0, 15 e 25. Letras iguais sobre as barras de erro indicam ausência de diferenças significativas ao nível de 5%.

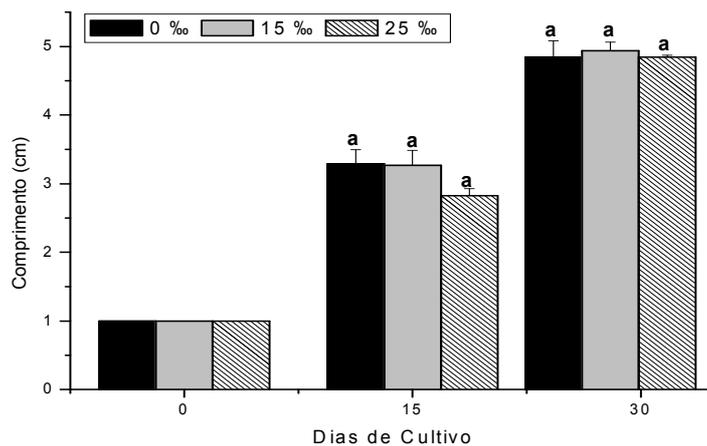


Figura 4. Crescimento em comprimento (cm) de tilápias do Nilo, *O. niloticus*, durante a fase de reversão sexual, para os tratamentos 0, 15 e 25. Letras iguais sobre as barras de erro indicam ausência de diferenças significativas ao nível de 5%.

Assim, quanto maior a densidade de estocagem, menor o crescimento das larvas, devido à competição por espaço, alimento e interação social.

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 e Green (1990) e Popma e 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. Lu *et al.* (2004) utilizaram as microalgas *Spirulina platensis*, *Euglena gracilis* e *Chlorella vulgaris* como suplementação alimentar durante o período larval da tilápia do Nilo. Os autores avaliaram as taxas de ingestão (IT) e assimilação (AT) para cada microalga e concluíram que a microalga *S. platensis* foi a mais eficiente das espécies testadas, com taxas de ingestão e assimilação de 80 e 70%, respectivamente. Provavelmente, o caráter filamentoso da *S. platensis* facilita a retenção da microalga pelos rastros branquiais das tilápias, aumentando sua ingestão e posterior assimilação. Já *E. gracilis* e *C. vulgaris* são unicelulares e bem menores, dificultando a filtração. Takeuchi *et al.* (2002) cultivaram juvenis de tilápia do Nilo com diferentes idades na densidade de estocagem de 5 peixes L⁻¹. Os animais foram alimentados com *S. platensis* seca e ração comercial com o objetivo de verificar a melhor taxa de absorção entre as idades testadas. De acordo com os autores, o melhor índice de crescimento foi observado nos peixes com 2,0 cm, os quais atingiram peso e comprimento médios finais de 3,2 ± 0,4 g e 4,5 ± 0,2 cm, respectivamente.

No trabalho o crescimento (peso e comprimento) dos peixes cultivados em água salgada (15 e 25) foi, estatisticamente, igual aos animais cultivados em água doce, comprovando assim a viabilidade da reversão sexual da tilápia do Nilo até a salinidade de 25, destacando sua resistência e rusticidade em diferentes ambientes de cultivo. 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 (KUBITZA, 2003). O mesmo autor ainda saliente que a salinidade de 18 proporciona um maior conforto para as tilápias, no entanto toleram salinidades mais elevadas, havendo registro de sua criação em água salgada (35).

Alguns estudos mostram que a Tilápia do Nilo pode ser aclimatada em águas com 30 de salinidade ou até mesmo superior a isso, embora registrem alta mortalidade a partir de 23, fenômeno atribuído ao estresse osmótico, que torna o animal susceptível à 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, 2004). 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, 2004).

Martins (2007) ofertou *S. platensis* durante a reversão sexual de tilápias na salinidade de 25 e obteve indivíduos com peso e comprimento superiores aos que se alimentaram apenas de ração. Experimentos de larvicultura de tilápia do Nilo, (*O. niloticus*) em água salgada são, praticamente, inexistentes na literatura e, nesse experimento, as pl's mostraram-se muito resistentes à salinidade de 25, atingindo elevados índices de crescimento e sobrevivência.

A aceitabilidade da microalga *S. platensis* e a resistência ao aumento de salinidade por parte das pl's de tilápia do Nilo foi notória. Essa microalga é considerada uma rica fonte de proteínas, vitaminas, aminoácidos essenciais, minerais, ácidos graxos essenciais, pigmentos antioxidantes (carotenóides) e, além de seu elevado valor nutricional, também possui ação imunoestimulante (BELAY et al., 1996). Por outro lado, segundo o mesmo autor, a *Spirulina* é produtora efetiva de oxigênio e consumidora de gás carbônico se tornando muito importante nos ambientes de cultivo onde está presente. A característica fitoplanctófaga foi um fator preponderante para a absorção de *S. platensis* por parte da tilápia do Nilo que, de acordo com Silva (2001), possui hábito alimentar micrófago e onívoro. A alimentação dos jovens consiste, inicialmente, de zooplâncton e, em seguida, o fitoplâncton também é utilizado, devido sua capacidade de filtração através do sistema branquial, podendo alimentar-se ainda, de larvas de insetos e, às vezes moluscos. Essa espécie utiliza ainda uma grande variedade de plantas e animais aquáticos como alimento e crescem rapidamente em águas ricas em nutrientes.

Dessa forma, a oferta de alimento natural durante a fase de reversão sexual de tilápias é extremamente importante para o bom desempenho dos peixes. No entanto, Radunz-Neto (2003) alerta para o fato de que o uso de

alimento vivo apresenta alguns inconvenientes como elevado custo de produção, variabilidade na produção em função das condições climáticas e riscos de introdução de predadores e patógenos nos sistemas de cultivo . Com relação ao alimento artificial, salienta que este apresenta maior facilidade de aquisição e estocagem, além da uniformidade dos ingredientes e agilidade no fornecimento. O autor afirma ainda que as pesquisas em relação à nutrição de larvas estão sendo desenvolvidas no sentido de limitar o emprego de alimento vivo aos primeiros dias de vida, substituindo-o por alimentos totalmente artificiais, embora estes estudos ainda não sejam conclusivos.

3.2.2 Segunda fase - Avaliação da taxa de reversão sexual

Os alevinos com pesos médios de $2,061 \pm 0,270$ g; $2,312 \pm 0,220$ e $2,472 \pm 0,155$ g provenientes da reversão sexual nas salinidades de 0 ,15 e 25 , respectivamente, foram cultivados, em água doce, por mais 35 dias para a avaliação do sucesso do tratamento hormonal. Ao final desta fase, apresentaram pesos e comprimentos médios de 11,923 g e 8,888 cm; 12,033 g e 9,716 cm e 12,604 g e 10,001 cm para os peixes oriundos das salinidades de 0 ,15 e 25 , respectivamente (Figuras 5 e 6). Após a análise gonadal, os índices de reversão sexual não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, com média de 97,3% de indivíduos machos (Tabela 4).

Tabela 4. Índice de reversão sexual das tilápias para os três tratamentos.

Tratamentos	Índice de Reversão sexual (%)
Salinidade 0	98
Salinidade 15	97
Salinidade 25	97

Moraes Neto (2007) verificou ausência de reversão sexual da tilápia do Nilo em águas claras (53,7%). No entanto, em águas verdes, o índice de masculinização foi de 94,3%, mostrando a influência das microalgas no sucesso da reversão sexual. A incorporação do hormônio sexual à ração é realizada de forma superficial, com o andrógeno diluído em solução alcoólica. Ao entrar em contato com a água, a ração começa a perder o hormônio que, na presença de microalgas, pode ser facilmente assimilado pelas mesmas.

Quando a reversão sexual da tilápia do Nilo foi realizada durante a aclimação para a salinidade 25, também praticamente não houve sucesso na reversão, sendo verificado um índice de 47,5% de machos para os peixes cultivados sem a microalga *S. platensis* (águas claras) e 59,1% para os peixes cultivados com a microalga. Nesse caso, as constantes trocas de água doce por água salgada para atingir a salinidade de 25 contribuíram para a rápida redução da concentração do hormônio, prejudicando a reversão sexual. Além disso, o estresse da aclimação pode também ter inibido o consumo de ração e, conseqüentemente, a eficiência da reversão. Mesmo assim, no tratamento com a microalga, foi obtido um maior número de machos, provavelmente por

filtrarem rapidamente os filamentos de *S. platensis* que assimilou o hormônio perdido para a água.

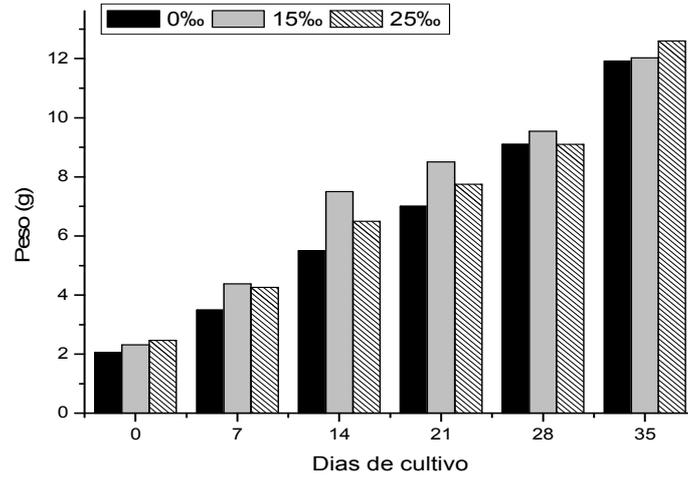


Figura 5. Crescimento em peso (g) das tilápias do Nilo, *O. niloticus*, durante a avaliação da taxa de reversão sexual, para as salinidades de 0, 15 e 25.

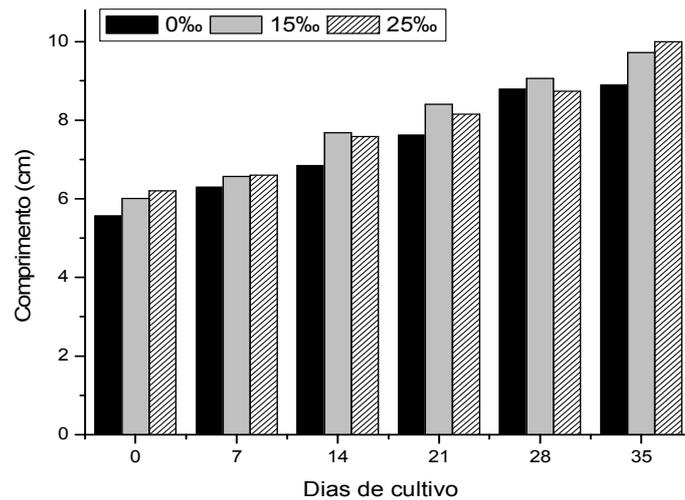


Figura 6. Crescimento em comprimento (cm) das tilápias do Nilo, *O. niloticus* durante a avaliação da taxa de reversão sexual, para as salinidades de 0, 15 e 25.

Lu *et al.* (2004) já demonstraram a eficiência da ingestão (80%) e assimilação (70%) da microalga *S. platensis* durante a larvicultura da tilápia do Nilo. Assim, a característica filamentosa (tricomatas) desta microalga certamente facilita seu aprisionamento nos rastros branquiais dos peixes, aumentando a eficiência de seu consumo.

Segundo Phelps e Popma (2000), os principais fatores que podem afetar negativamente a eficiência da reversão sexual em tilápias 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 em algumas pisciculturas convencionais. Raramente a reversão sexual alcança 100% de sucesso, devido à aparente resistência ao hormônio por 1 a 5% das fêmeas tratadas (BOCEK *et al.*, 1992). Segundo Pandian e Sheela (1995), os ciclídeos revertidos sexualmente com hormônios apresentam crescimento de uma a duas vezes mais rápido do que grupos controle. Segundo os autores, a reversão sexual de peixes, em países tropicais, pode ser de grande vantagem, pois altas temperaturas da água do cultivo favorecem o rápido crescimento dos mesmos.

3.3 Sobrevivência

Na primeira fase da pesquisa, após 15 dias de reversão sexual, observou-se sobrevivências médias de 83,0, 76,0 e 85,0%, para as salinidades de 0, 15 e 25, respectivamente. Na biometria final, ou seja, após 28 dias, às sobrevivências médias foram de 80, 74 e 81,7%, respectivamente. (Figura 7).

A análise de variância não evidenciou diferenças significativas entre os três tratamentos. Na segunda fase, após 35 dias de cultivo em água doce foram observadas sobrevivências médias de 78,0, 84,0 e 96,0% para os peixes provenientes das salinidades 0, 15 e 25 ,respectivamente (Figura 8).

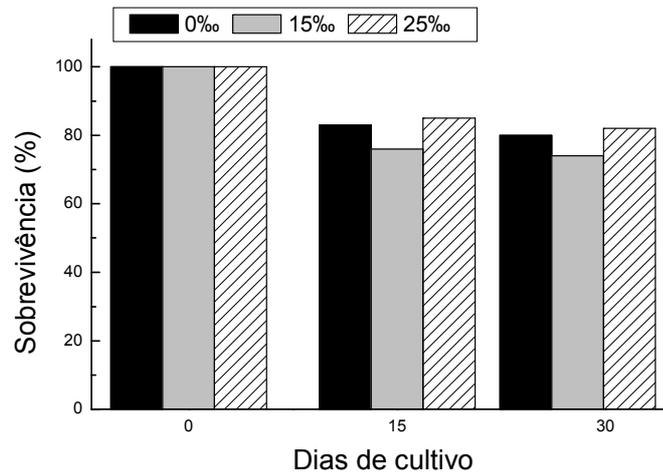


Figura 7. Sobrevivência de tilápias do Nilo, *O. niloticus*, durante a fase de reversão sexual, para as salinidades de 0, 15 e 25.

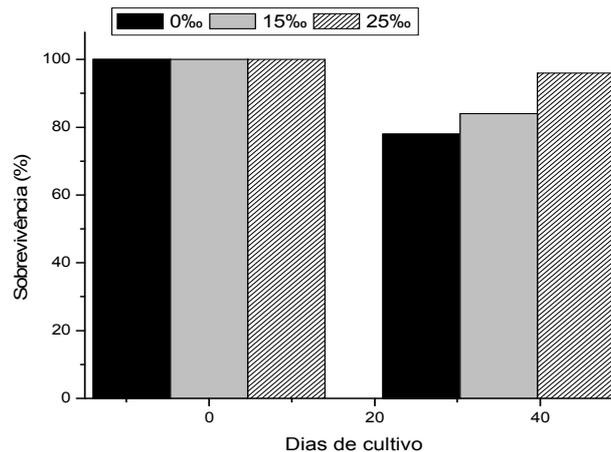


Figura 8. Sobrevivência das tilápias do Nilo, *O. niloticus* durante a avaliação da taxa de reversão sexual, para as salinidades de 0, 15 e 25.

Com base nos cultivos convencionais, que realizam a larvicultura juntamente com a reversão sexual da tilápia do Nilo, os peixes de todos os experimentos obtiveram sobrevivência satisfatória. Como a primeira fase do cultivo (reversão sexual) foi realizada em laboratório, ou seja, em condições controladas, a sobrevivência foi maior do que nas larviculturas intensivas. Certamente, as condições de laboratório, com trocas diárias da água e aeração constante no experimento, foram responsáveis pela elevada sobrevivência das pL's, já que na maioria das larviculturas comerciais de tilápia do Nilo, a sobrevivência pouco passa de 60% (KUBITZA et al. 2000).

No semi-árido nordestino, de uma maneira geral, as águas subterrâneas são salinizadas e existe uma grande demanda por água doce, seja para a irrigação ou para o próprio abastecimento humano e animal. Assim, a utilização dessas águas salobras para a reversão sexual e para a engorda de tilápias, no meio rural, poderia reduzir a concorrência pela água doce, otimizando a utilização desse recurso, muitas vezes tão escasso no semi-árido. Por outro lado, a introdução da microalga *S. platensis* nos cultivos de tilápias poderia substituir o papel das microalgas de água doce, tanto do ponto de vista nutricional quanto com relação à manutenção da qualidade da água.

4 CONCLUSÃO

Com a realização desse trabalho podemos concluir que a salinidade da água não interferiu no crescimento em peso e comprimento da tilápia do Nilo (*O. niloticus*), durante a reversão sexual na presença da microalga *Spirulina platensis*. Além disso, também não foram observadas diferenças significativas nas sobrevivências e nos índices de reversão sexual.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAEZ PUIG, C. **Desarrollo de la acuicultura em Cuba**. Rev. Lat. Acui. México (7): 30-2, 1981.
- BARD, J. Notas técnicas sobre a piscicultura no Brasil. **Centre Technique Forestier Tropical**, Nogent-sur-Marne, 38 pp., 1976a.
- BARD, J. Desenvolvimento da piscicultura intensiva da tilápia macho no Nordeste. **Centre Technique Forestier Tropical**, Nogent-sur-Marne, 24 pp., 1976b.
- BELAY, A. Mass culture of *Spirulina* in outdoors – **The Earthrise Farms experience**. In: **VONSHAK, A. (Ed.) Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, Cellbiology and Biotechnology**. p: 131-158, London, Ed. Taylor and Francis, 1997.
- BOCEK, A.; PHELPS, R. P.; POPMA, T. J., 1992. **Effect of feeding frequency on sex reversal and growth of Nile tilapia, Oreochromis niloticus**. Journal of Applied Aquaculture, 1(3): 97-103.
- CASTENHOLZ, R. W. Motility and taxes, In: CARR, N. G.; WHITTON, B. A. **Botanical Monographs**. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1982, v. 19.
- CHACON, J. de O. et al. **Resultados de um ensaio sobre o cultivo de machos albinos da tilápia do Nilo, Oreochromis niloticus (L. 1766), em tanques do Centro de Pesquisas Ictiológicas “Rodolpho von Ihering” (Pentecoste, Ceará, Brasil)**. B. Téc. Cient. CCA – série Engenharia de Pesca, Fortaleza, p. 35-47, set. 1989.
- COCHE, A. G. **Cage culture of tilapias**. In: **PULLIN, R.S.V.; LOWE-Mc Connell, R.H. The biology and culture of tilapias ICLARM**, Manila, p. 205-246, 1982.
- COSTA-PIERECE, B.A. **Aquaculture in ancient Hawaii**. Biociencia, 37 (5): 320-31, 1987.
- EARTHRISE FARMS AND EARTHRISE TRADING CO. INC. Disponível em: <<http://www.spirulina.com>> Acesso em: Outubro de 1999.
- FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2006**. Rome, Italy: FAO, 2006. 145p.
- FOX, R. D. **Spirulina: production & potencial**. Estados Unidos: EDISUD, 1996. 231p.
- FRITSCH, F. E. **The struture and reproduction of the algae**. Cambridge: Cambridge University Press., 1945, v. II.

GALLI, L. F.; TORLONI, C. E. C. Criação de peixes. Porto Alegre, **Centaurus**, 199 pp., 1982.

GODOY, M.P. de. **Criação de peixes**. 2. ed. Pirassununga: Est. Exp. Bio. Piscicultura, 1959. 24. (Pub., 2).

GREEN, B.W., 1992. **Substitution of organic manure for pelleted feed in tilapia production**. *Aquaculture*, 101: 213-222

GURGEL, J. J. S. **Potencialidade do cultivo da tilápia no Brasil**. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1998, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza:Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1998. p. 345 – 352.

HALFEN, L. N.; CASTENHOLZ, R. W. Gliding motility in the blue-green alga *Oscillatoria princeps*. **Phycology**. v. 7, p. 133-145, 1971.

HENRIKSON, R. **Earth food Spirulina**. California, Estados Unidos: Ronore Enterprises, Inc., 1989.

HEPHER, B. & PRUGININ, Y. **Cultive de peces comerciales. Basado en las experiencias de las granjas piscícolas en Israel**. México, Editorial Limusa, 1985. 316p.

HILLS, C.; NAKAMURA, H. **Food from sunlight**. Kingspot Press: United States, 1981. 378p.

IBAMA 2005 **Estatística da Pesca 2005. Brasil – Grandes regiões e unidades de federação**. Brasília. 137p.

ICLARM. **Introducing the tilápias**. ICLARM News Setter, Metro Manila, Philippines v. 7, n.1, p.3, 1984.

ILTIS, A. **Le Phytoplancton des eaux natronées du Kanem (Tchad) influence de la teneur em sels dissous sur le peuplement algal**. 1974. Tese, Universidade de Paris VI.

LIMA, A. O. **Promessa de lucro que virou realidade**. Revista Brasileira Agropecuária, Ano 1, m. 12, p. 30 – 33, 2001.

LU, J.; TAKEUCHI, T; SOTOH, H. **Ingestion and assimilation of three species of freshwater algae by larval tilapia *Oreochromis niloticus***. *Aquaculture*, v. 238, p. 437 – 449, 2004.

LUND, V. X.; FIGUEIRA, M. L. O. **Criação de Tilápias**. São Paulo, Nobel, 1989.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2. ed. Jundiaí, SP: Editora DEGASPARI, 2000. 289 p.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1 ed. Jundiaí, SP: Editora DEGASPARI, 2003.229 p.

- MAINARDES-PINTO, C.S.R.; FENERICH-VERANI, N.; CAMPOS, B.C.E.S.; SILVA, A.L., 1998. **Masculinização da Tilápia no Nilo (*O. niloticus*) utilizando diferentes doses de 17- α - mestiltestosterona**. In: “ Anais do I Congresso Sul-Americano de Aqüicultura, X SIMBRAQ, V Simp. Bras. Sobre Cultivo de Camarões, p. 75.
- MAIR, G. C. **Genetic manipulations for improved Tilapia: technology adaptation and development II (R 6070A): final report**. Swansea: University of Wales, 1997.
- MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004.
- MALCA, R. P. **Estado actual de la acuicultura em Panamá**. Ver. Lat. Acui., Lima (5): 7- 18, 1980.
- MARTINS, R. R. O.; **Larvicultura da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* vr. chitralada, em água salobra, utilizando a microalga marinha *Spirulina platensis***. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca)—Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.
- MOORHEAD, K. J.; MORGAN, H. C. **Spirulina: Nature’s superfood**. 2 ed. Estados Unidos: Nutrex Inc., 1995. 44p.
- 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
- MOREIRA. R. L.; SOBRINHO. F.G.M.; QUEIROZ. R.V; FARIAS.W. R. L. **Utilização de microalgas de água doce e *Spirulina* sp. na fase de reversão sexual da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Anais do VII Encontro de Pesquisa e Pós-graduação (VII ENPPG) – CEFET /CE, 2007.
- MOTA ALVES, M. I. & LIMA, S. X. **Considerações sobre a reprodução de *Oreochromis (Oreochromis) niloticus* (Linnaeus)**. Ciên. Agron.; Fortaleza, 18 (2): pág. 51-56 – Dezembro, 1987.
- NOGUEIRA-NETO, P. **A criação de animais indígenas vertebrados**. São Paulo: Tecnapis, 1973. 86p.
- NOMURA, H. **Coleta e cultivo de peixes de água doce do Brasil**, In: Seminário Alternativas de Desenvolvimento Pesca – Coleta e Cultivo. São Paulo, Secretaria de Economia e Planejamento, 1977a. (Série Documentos, 7).
- NOMURA, H. **Vantagens e problemas da introdução de peixes alienígenas na piscicultura do Brasil**. Acta Amazonico, 7(1): 144-7, 1977b.
- NOMURA, H. **Criação de Moluscos e crustáceos**. São Paulo, ed. Nobel, 102 p., 1978.

PANDIAN, T. J. & SHEELA, S. G. 1995 **Hormonal induction of sex reversal in fish**. *Aquaculture*, 138;.1 - 22.

POPMA, T. J.; GREEN, B. W. **Aquaculture production manual: sex reversal of tilapia in earth ponds**. Auburn: Auburn University, 1990. 40 p. (Research and Development Series, nº 35).

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.

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, 1994. 40p.

POPMA, T.J.; LOVSHIM, L. L. 1996 Worldwide Prospects for Commercial **Production Of Tilapia, Internacional Center for Aquaculture** and Aquatic Environments. Auburn: Auburn University, Alabama. Research And Development. Series n. 41,23p.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA, 1994.195p.

PRUGININ, J. S.; ROTBARD, G.; WOHLFART, A. HALEVY, R, M.; HULATA, G. **All-male broods of Tilapia nilótica** * T. aurea hybrids. *Aquaculture*, 6: 11-21, 1975.

PULLIN, R. S. V.; LOWE-McCONNEL. **The biology and culture of tilapias**. Manila: ICLARM, 1982. 432p.

RADUNZ NETO, J. **Alimento natural versus ração balanceada na larvicultura de peixes**. Capturado em 07 de ago. 2003. online. Disponível na Internet <http://www.sbz.org.br/eventos/Porto Alegre/homepagessbz/radunz.htm>.

RYE, M. and RETSTIE, T.: Genetic improvement in tilapia: importance and alternative strategies: **Proceedings from the Fifth International Symposium on Tilapia aquaculture**, Rio de Janeiro, (2000).

SAES, L.A.; TACHIBANA, L.; LEONARDO, A.F.G.; CORRÊA, C.F. **Densidade de estocagem durante a fase de reversão sexual da tilápia do Nilo**. 2º Seminário de Iniciação Científica do Instituto de Pesca, São Paulo, 10 de julho de 2007.

SALAYA, J. J.; MARTINEZ, M. ; ESPINOSA, V. DE; CARVAJAL, J. **Investigaciones Y aspectos tecnológicos de la acuicultura en Venezuela**. *Ver. Lat. Acuí.*, Lima (4):14-27, 1980.

SILVA, A.B.DA; OLIVEIRA, M.A.DE; CARNEIRO SOBRINHO, A. **Ensaio preliminar de cultivo de tilápia do Nilo, *Sarotherodon niloticus* Linnaeus, (machos e fêmeas) em gaiolas suspensas**. B. Téc. DNOCS, Fortaleza, 40 (1): 77-96, Jan./Jun. 1982.

SILVA, J. W. B. E.; PORTO, M. N. M.; FARIAS, J. O.; NOBRE, M. I. Da S. **Resultado de um ensaio sobre policultivo da Carpa espelho, *Cyprinus carpio* (Linnaeus) vr. *specularis*, e o híbrido de tilápia Zanzibar, *Sarotherodon hornorum* (Trew.), com a do Nilo, *S. niloticus* (Linnaeus), em viveiro do Centro de Pesquisas Ictiológicas do DNOCS (Pentecoste, Ceará, Brasil). B.Téc.DNOCS, Fortaleza, 41 (1): 27-54, jan./jun. 1983.**

SILVA, J.W.B.E. **Desova e seleção de peixes de águas quentes, temperadas e frias: família Cichlidae.** UFC/CCA/Departamento de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 1997.92p.

SILVA, J.W.B. e. **Contribuição das tilápias (Pisces: *Cichlidae*) para o desenvolvimento da pesca e da piscicultura no nordeste brasileiro, especialmente no Ceará.** 2001. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

SMITH, R. V.; PEAT, A. Comparative Structure of the gas vacuoles of blue-green algae. **Arch. Mikrobiol.** v. 57, p. 111-112, 1967.

STOLZ, J. F. **Structure of phototrophic prokaryotes.** Flórida: CRC. Press., 1991.

Takeuchi, T.; Lu J.; Yoshizaki G.; Satoh. S. **Effect on the growth and body composition of juvenile tilapia *Oreochromis niloticus* fed raw *Spirulina*.** Fisheries Science, v. 68, p. 34-40, 2002.

TOMASELLI, F. L.; PALANDRI, M. R.; TANI, G. Advances in Preparative Techniques for Observation of the Fine Structure of *Arthrospira maxima* Setch. et Gardner (syn. *Spirulina maxima* Geitler). **Arch. Hydrobiol.**, Suppl. v. 100, n. 71, p. 43, 1993.

VINATEA, L; **Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura.** 2. ed. 883 p. 2004.

VONSHAK, A. ***Spirulina platensis* (Arthrospira): physiology, cell-biology and biotechnology.** Inglaterra: Taylor & Francis Ltd., 1997. 233p.

ZANIBONI FILHO, E.;Informe Agropecuário, **Larvicultura de peixes de água doce,**, Belo Horizonte. v.21, n. 203, p 69-77, mar./abr. 2000.

ZIMMERMANN, S. **Incubação artificial (Técnica permite a produção de tilápias do Nilo geneticamente superiores).** Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v.9, n. 54, p. 15 – 21, jul/ago. 1999.