

BICM

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

MARCISTO DE GOIS MOREIRA

**MONITORAMENTO NA REVERSÃO SEXUAL DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO
NILO NO CENTRO DE PESQUISAS EM AQUICULTURA RODOLPHO VON
IHERING DO DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
(DNOCS) NO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE, CEARÁ**

**FORTALEZA – CE
2011**

MARCISTO DE GOIS MOREIRA

MONITORAMENTO NA REVERSÃO SEXUAL DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO NO CENTRO DE PESQUISAS EM AQUICULTURA RODOLPHO VON IHERING DO DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS (DNOCS) NO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE, CEARÁ

Relatório de Estágio Supervisionado 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. Área de concentração: Aquicultura.

Orientador: Rafahel Marques Macedo Fontenele

FORTALEZA – CE

2011

MARCISTO DE GOIS MOREIRA

MONITORAMENTO NA REVERSÃO DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO NO
CENTRO DE PESQUISA EM AQUICULTURA RODOLPHO VON IHERING DO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS (DNOCS) NO
MUNICÍPIO DE PENTECOSTES, CEARÁ.

Relatório de estágio supervisionado
apresentada ao curso de Graduação em
Geologia da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção
do título de Engenheiro de Pesca. Área
de concentração: Aquicultura.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Rafahel Marques Fontenele (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Bruno Braulino Batista
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Rommel Rocha de Sousa
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

(in memórian) Ao meu pai, José de São Miguel Moreira que apesar de ter convivido por poucos anos, mas os anos que passamos juntos serviram para a formação da pessoa que sou hoje, e ao meu irmão, Márcio José de Gois Moreira um grande professor, que amava o que fazia e fez do ensino um mecanismo de inclusão social.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por todas as bênçãos, pela vida, pela sabedoria e por tudo que me deste desde o meu nascimento até os dias de hoje.

Ao meu orientador professor Rafahel Marques Macedo Fontenele me ajudando na elaboração deste relatório, por sua atenção e disponibilidade de tempo.

A minha mãe, Antonia de Gois Moreira pelo apoio, incentivo, força, acolhimento, por todo o exemplo de vida, pelos ensinamentos de valores preciosos, a minha irmã Andrea por ter me acolhido em sua residência durante um período da faculdade, meus irmãos Marliene, Max, Marciano, Marcelo e Mairla e a todos da minha família, que são um dos bens mais valiosos que podemos possuir.

A minha namorada Elzenir Pereira Nojosa, por toda sua compreensão, paciência, amor e ajuda na conclusão desse relatório.

Ao Projeto Educacional Coração de Estudante (PRECE), onde foi possível me capacitar para enfrentar o vestibular durante dois anos.

Aos meus colegas de curso, pelo ensinamento compartilhado.

A todos os professores do Departamento de Engenharia de Pesca, que me repassaram os seus conhecimentos, me auxiliando na conclusão do curso.

E por ultimo, mais não menos importante, Ao Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering do DNOCS, e as pessoas que o fazem, pela disponibilização tanto do local para realização do meu estagio como da minha orientadora técnica Josenilde Henrique Castro, sempre disponível a esclarecer minhas indagações.

RESUMO

O presente relatório de estágio supervisionado possui a finalidade de reunir informações inerentes as etapas do processo de reversão sexual da tilápia do Nilo no Centro de Pesquisas em Aquicultura (CPAq) Rodolpho von Ihering do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), Pentecoste – Ceará. O presente estágio ocorreu durante o período de agosto a novembro de 2011. Atualmente, o CPAq é bastante procurado por produtores que buscam adquirir organismos de boa qualidade, tanto alevinos de tilápias do Nilo como de outras espécies, assim como realizar treinamento em diversas áreas que envolvem a aquicultura. É comum a procura por parte também de estudantes para realizarem pesquisas e estágios. Devido a toda essa importância, o CPAq se torna referência de produção de alevinos na região. Ao longo do estágio foi possível acompanhar todas as etapas do processo de produção de alevinos revertidos de tilápia do Nilo, com uso do hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona, ao longo das seguintes etapas: seleção e o tempo dado aos reprodutores nos tanques de descanso; manejo do plantel reprodutor nas hapas de acasalamento; coleta de ovos, larvas e pós-larvas (despesca); seleção, limpeza e tratamento profilático dos ovos, larvas e pós-larvas nos tanques de manipulação; o manejo dos ovos e larvas nas incubadoras artificiais; a preparação da ração com o hormônio masculinizante para o processo de reversão sexual; estocagem das pós-larvas nos tanques de reversão; arraçoamento de pós-larvas durante a reversão sexual; despesca e biometria das pós-larvas após a reversão; limpeza de hapas de acasalamento e tanques de reversão; acompanhamento do preparo do solo e os cuidados na qualidade da água nos viveiros onde ficam localizadas as hapas e a comercialização dos alevinos revertidos e não-revertidos. Portanto, pode-se concluir que os processos que envolvem a reversão sexual exigem desde instalações apropriadas, planejamento, atenção até o pessoal capacitado para esta finalidade.

Palavra-chave: Reprodução; Piscicultura continental; *Oreochromis niloticus*; 17- α -metiltestosterona.

LISTA DE FÍGURAS

Figura 01 - Exemplar de tilápia do Nilo do plantel reprodutor no CPAq Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste – Ceará, 2011.	13
Figura 02 - Efeito da temperatura (°C) em tilápias.	15
Figura 03 - Ninhos construídos por tilápia do Nilo no fundo do viveiro no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq – DNOCS, Pentecoste – Ceará, 2011.	17
Figura 04 - Diferenciação da papila urogenital de fêmeas e machos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	19
Figura 05 - Vista aérea do Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste – Ceará, 2011.....	24
Figura 06 - Vista panorâmica do Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste – CE, 2011: A – Vista parcial do Campus I; B – Entrada do Campus II.	25
Figura 07 - Tanques de descanso no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.	27
Figura 08 - Separação de machos (esquerda) e fêmeas (direita) para o período de descanso nos tanques de descanso no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.....	27
Figura 09 - Diferença fenótica entre macho (A) e fêmeas (B) no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.	28
Figura 10 - Machos e fêmeas acondicionados nos tambores para serem levados para as hapas de acasalamento no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.....	29
Figura 11 - Viveiro contendo os hapas de reprodução da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.	30
Figura 12 - Arraçoamento dos hapas de acasalamento da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.	31

Figura 21 - Ovos (A) e larvas (B) de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) nas incubadoras no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.	39
Figura 22 - Bandeja plástica com troca total de água no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.	39
Figura 23 - Tanques de reversão sexual (esquerda) e estocagem das pós-larvas nos tanques (direita) no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.	40
Figura 24 - Arraçamento das pós-larvas de tilápia e sifonamento nos tanques de reversão sexual no CPAq Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.	41

Figura 25 - Sifonagem nos tanques de reversão sexual no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.....	42
Figura 26 - Escoamento da água no procedimento de despesca e seleção das pós-larvas revertidas de tilápia no CPAq Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011. ...	43
Figura 27 - Despesca, seleção e contagem das pós-larvas de tilápia revertidas no CPAq Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.....	43
Figura 28 - Limpeza das hapas dos reprodutores no CPAq Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste – Ceará, 2011.....	44
Figura 29 - Limpeza dos tanques de reversão sexual no CPAq Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste – Ceará, 2011.	45
Figura 30 - Hormônio 17- α -metilttestosterona utilizado no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.....	45
Figura 31 - Preparo da ração: A – Preparo da solução estoque; B -Incorporação do hormônio 17- α -metilttestosterona; C – Secagem da ração no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.....	46
Figura 32 - Vista panorâmica do filtro de água no CPAq Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste – Ceará, 2011.....	47
Figura 33 - Seleccionador utilizado na separação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), realizado no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.	48
Figura 34 - Comercialização de alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), acondicionados para comercialização, no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	13
Fonte: Adaptado de Kubitzka (2000).	15
2.2. Características reprodutivas da tilápia do Nilo.....	16
2.3. Métodos para obtenção de indivíduos monossexo	18
2.3.1 Monossexo por seleção.....	19
Fonte: Turra <i>et al.</i> (2010).....	19
2.3.2 Monossexo por hibridação.....	20
2.3.3 Supermachos.....	21
2.3.4 Monossexo por reversão sexual.....	22
3. INFORMAÇÕES DO LOCAL DO ESTÁGIO	24
4. PROCEDIMENTOS REALIZADOS DURANTE O ESTÁGIO	26
4.1. Seleção de reprodutores nos tanques de descanso.....	26
4.2. Estocagem dos reprodutores nas hapas de acasalamento	29
4.3. Coleta de ovos, larvas e pós-larvas nos hapas de reprodução	32
4.4. Recepção, limpeza e tratamento profilático de ovos, larvas e pós-larvas	36
4.5. Estocagem dos ovos nas incubadoras artificiais.....	38
4.6. Estocagem de pós-larvas nos tanques de reversão sexual	40
4.7. Arraçoamento das pós-larvas de tilápia nos tanques de reversão sexual	41
4.8. Despesca e seleção das pós-larvas de tilápia revertidas	42
4.9. Limpeza dos hapas dos reprodutores e tanques de reversão	44
4.10. Preparo da ração contendo o hormônio masculinizante	45
4.11. Água de abastecimento.....	46
4.12. Comercialização de alevinos revertidos.....	47
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (2010), a aquicultura continua a ser o setor que mais cresce na produção de alimento de origem animal no mundo, com um aumento no abastecimento per capita de 0,7 kg em 1970 para 7,8 kg em 2008, sendo uma taxa média de crescimento anual de 6%, observando um aumento substancial na taxa de emprego oriundos dessa atividade nas últimas três décadas, com uma taxa de crescimento em torno de 3,6% desde 1980.

No Brasil, a aquicultura continental, com uma produção de 337.353 toneladas no ano de 2009, representa 47% da produção de pescado total do Brasil. Em 2009, apresentou um crescimento de 19,6% em relação ao ano de 2008 (BRASIL, 2010).

Comercialmente, a tilápia é o segundo grupo mais importante de peixes cultivados depois das carpas, com uma produção global de 769.936 toneladas em 2007 (FAO, 2009). A tilápia do Nilo representa aproximadamente 84% do total de produção de tilápia no mundo (FAO, 2009). Em 2010, a produção mundial de tilápias do Nilo atingiu cerca de 2,5 milhões de toneladas, com um valor de mercado de quase US \$ 5 bilhões (FAO, 2010).

A produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) no Brasil apresenta um padrão de crescimento contínuo desde 1994, tendo um crescimento entre os anos de 2003 até 2009 de 105%. Do ano de 2008 a 2009, houve um crescimento de 20% da produção, chegando a 132.957,8 toneladas, representando 39% da produção total de pescado proveniente da piscicultura continental (BRASIL, 2010).

No Estado do Ceará, a produção de tilápia desponta como estratégica por ter caído no gosto da população e por o Estado deter domínio tecnológico e infraestrutura de cultivo, processamento e distribuição da cadeia produtiva. Em 2009, foram produzidas 20 mil toneladas ano⁻¹ do pescado, mas a meta até 2011 é passar para 40 mil toneladas (DIÁRIO DO NORDESTE, 2010).

O Ceará aponta, atualmente, como o maior produtor de tilápia no Brasil, com uma produção em torno de 25 mil toneladas no ano de 2010, sendo, também, o estado que mais consome esse pescado (DIÁRIO DO NORDESTE, 2011). Isso se deve, em particular, porque o Estado apresenta um grande potencial hídrico para criação de tilápia em tanques-redes, além de possui forte mercado local para a tilápia, clima favorável para o cultivo, à tradição como exportador de pescado e a proximidade dos mercados internacionais (KUBITZA, 2000, 2003).

Os machos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis nilóticos*) crescem de 1,8 a 2,5 vezes mais rápido que as fêmeas, um dos motivos pelo qual é preferível um cultivo com uma população constituída apenas por indivíduos machos (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004). Outra razão para o cultivo de populações monosexo é o fato das tilápias atingirem a maturidade sexual entre o 4º e o 6º mês de vida, podendo se reproduzir e superpovoar viveiros e tanques de produção antes mesmo de atingirem o peso comercial. O excesso de peixes advindo da reprodução acentua a competição pelo alimento natural e pela ração, resultado em redução ou paralisação do crescimento (KUBITZA, 2000). Para alcançar tal objetivo, costumava-se fazer, até meados da década de noventa, a separação sexual dos alevinos pela observação visual dos orifícios genitais, processo denominado de monosexo por seleção ou sexagem (POPMA; LOVSHIN, 1996).

Com a utilização dessa técnica, mesmo que o encarregado da sexagem manual seja muito hábil, falhas podem surgir durante o processo, reduzindo sua eficiência, além de ser este, um procedimento mais laborioso.

Com o desenvolvimento da tilapicultura, diversas estratégias para obtenção de populações masculinas foram desenvolvidas, uma delas é através da administração de hormônios masculinizantes adicionados à ração (MEURER *et al.*, 2003), processo denominado reversão sexual, em que indivíduos geneticamente fêmeas desenvolvem fenótipo de machos.

As pós-lavas de tilápia não possuem sexo definido nos primeiros 15 a 30 dias de vida, assim torna-se possível administrar esteróides masculinizantes como o metiltestosterona, a fluoximesterona e o acetato de trembolona, e obter uma população masculina.

No Brasil, as fazendas especializadas na produção de juvenis para aquicultura representam 0,9% do total de empreendimentos aquícolas, sendo deste total 79% destinado a produção de alevinos para a aquicultura (BRASIL, 2010), o que eleva a importância desse ramo na produção aquícola continental.

Portanto, consideramos que proporcionar ao concludente do Curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, a oportunidade de conhecer e atuar na produção de alevinos revertidos de tilápia do Nilo é uma ação relevante, destinada à formação de engenheiros de pesca altamente qualificados, essencial para o desenvolvimento da aquicultura do Estado do Ceará.

O objetivo geral desse estágio é acompanhar as etapas do processo de produção de alevinos revertidos sexualmente para machos de tilápia do Nilo, *Oreochromis nilóticos*, no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolfo von Ihering do Departamento Nacional de

Obras Contra as Secas (DNOCS) no município de Pentecoste, Ceará.

Os objetivos específicos são: acompanhar a seleção de reprodutores nos tanques de descanso, acompanhar o manejo nas hapas de acasalamento, acompanhar a coleta de ovos, larvas e pós-larvas (despesca), acompanhar a recepção, limpeza e tratamento profilático de ovos, larvas e pós-larvas, acompanhar o manejo das incubadoras artificiais, acompanhar o preparo da ração destinada ao processo de reversão sexual, acompanhar a estocagem de pós-larvas nos tanques de reversão, acompanhar o manejo de arraçoamento de alevinos nas hapas de reversão sexual, acompanhar a despesca e seleção de alevinos revertidos, acompanhar a limpeza de hapas dos reprodutores e tanques de reversão, acompanhar o manejo no solo e na qualidade da água nos viveiros, acompanhar a comercialização de alevinos revertidos e não revertidos e confeccionar um relatório ao qual descreverá todas as atividades observadas no presente estágio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Pertencentes à Ordem *Perciformes*, família *Cichlidae*, as tilápias são oriundas do continente africano, sendo encontradas principalmente nas bacias dos rios Nilo, Níger, Tchade e nos lagos do centro-oeste (VERANI, 1980). Foi introduzida em mais de 100 países das regiões tropicais e subtropicais, tanto para melhorar a produtividade pesqueira como para auxiliar o desenvolvimento da aquicultura (COWARD; BROMAGE, 2000; LÈVEQUE, 2002)

Na Figura 01 está um exemplar da espécie tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) do Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Hiering, do Departamento de Obras Contra as Secas (DNOCS).



Figura 01- Exemplar de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) do plantel reprodutor no CPAq Rodolpho von Hiering – CPAq - DNOCS, Pentecoste – Ceará, 2011.

Segundo Lowe-McConnell e Pullin (1982) *apud* Silva (2009), sua classificação sistemática é a seguinte:

REINO - Animalia

FILO - Chordata

SUBFILO - Vertebrata

CLASSE - Osteichthyes

SUBCLASSE - Actinopterygii

SUPERORDEM - Acanthopterygii

ORDEM - Perciformes

SUBORDEM – Percoidei

FAMÍLIA - Cichlidae

TRIBO – Tilapiini

GÊNERO - *Oreochromis* (Günther, 1889)

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

No Brasil, essa espécie foi introduzida em 1971, visando o povoamento dos reservatórios regionais e para cultivos em cativeiro (SILVA, 2009). Outro motivo para a introdução dessa espécie seria a necessidade de encontrar espécies que aumentassem a produção por unidade de área, ao mesmo tempo em que permitisse a utilização de métodos de criação mais avançados (GALLI; TORLONI, 1982).

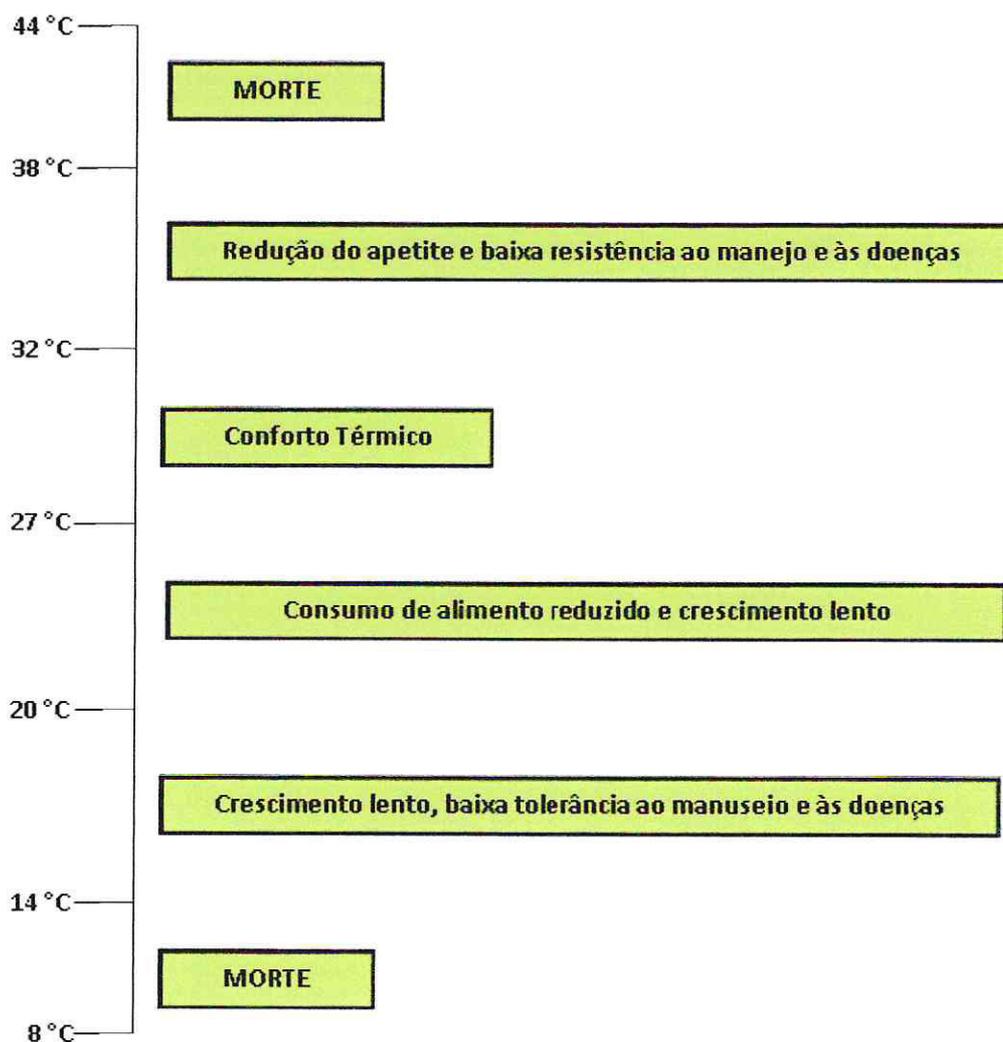
Com o objetivo de melhorar geneticamente o plantel, em 1996 foram importadas matrizes da linhagem tailandesa chitralada, gerando impactos positivos na produção da mesma, observando-se rápido crescimento no cultivo (KUBITZA, 2000; LOVSHIN, 2000).

Esta espécie, sendo tipicamente tropical, apresenta conforto térmico na faixa de 27 a 32 °C. Valores abaixo e acima dessa faixa acarretam na diminuição do apetite e, por consequência, redução nas taxas de crescimento da tilápia do Nilo (KUBITZA, 2000). A origem tropical e subtropical da tilápia do Nilo é claramente refletida em suas preferências térmicas, tendo em vista que esses peixes não se desenvolvem bem em temperaturas inferiores a 16 °C e, geralmente, não sobrevivem por um longo período de tempo a 10 °C (CHERVINSKI, 1982, *apud* AZAZA, DHRAÏEF; KRAÏEM, 2008), mas são tolerantes a temperaturas de até 40 °C (AZAZA, 2004 *apud* AZAZA, DHRAÏEF; KRAÏEM, 2008).

A tilápia do nilo é bastante resistente a doenças e ao manejo, sobrevive a águas com menos de 1mg l⁻¹ de oxigênio dissolvido. A carpa, que até então era

considerada muito resistente, necessita de no mínimo $3,2 \text{ mg l}^{-1}$ de oxigênio dissolvido. Fora da água e protegida do sol, a tilápia pode sobreviver durante mais de uma hora. Preferem águas quentes, com temperatura entre 15 e $35 \text{ }^\circ\text{C}$, embora já estejam se adaptando em regiões onde a temperatura da água atinge $8 \text{ }^\circ\text{C}$ no inverno (GALLI; TORLONI, 1982).

Na Figura 02 indicam-se os efeitos da temperatura no metabolismo das tilápias.



Fonte: Adaptado de Kubitza (2000).

Figura 02 - Efeito da temperatura ($^\circ\text{C}$) em tilápias.

Marengoni (1999) salienta que a tilápia do Nilo consome grande variedade de alimentos, além de ajudar a controlar plantas aquáticas submersas e flutuantes e, dessa forma,

favorece ao equilíbrio de ecossistemas aquáticos. Silva (2009) informa que esta espécie ingere plâncton, folhas verdes, organismos bentônicos, invertebrados aquáticos, detritos e matéria orgânica em decomposição.

Esta espécie possui grande tolerância a águas de baixa qualidade, sobrevivendo em condições precárias, seja com excessiva alimentação, fertilização e mesmo matéria orgânica na forma de resíduos (KELLNER; PIRES, 1998). São organismos rústicos que, por aproveitarem a matéria orgânica e restos de produtos animais e vegetais em ambientes eutrofizados, tornaram-se tão utilizados como escolha na atividade do reuso na piscicultura (MATHEUS, 1984).

A maioria das espécies de tilápias amadurece sexualmente entre o 4º e 5º mês de vida e dependendo da temperatura, a precocidade pode ocorrer antes do 4º 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).

Com o objetivo de melhorar geneticamente o plantel, em 1996 foram importadas matrizes da linhagem tailandesa chitralada, gerando impactos positivos na produção da mesma, observando-se rápido crescimento no cultivo (KUBITZA, 2000; LOVSHIN, 2000).

2.2. Características reprodutivas da tilápia do Nilo

A tilápia do Nilo apresenta desova parcelada com a primeira maturação gonadal bastante precoce, podendo ter início no 4º ou 6º mês de vida (KUBITZA, 2000), com menos de 15 cm de comprimento total, dependendo das condições nutricionais (MUNIZ, 2009).

Em condições favoráveis como as encontradas no Nordeste a tilápia do Nilo pode desovar até oito vezes ao ano, em intervalos de cinco a sete semanas. Observa-se que em condições de reprodução controlada, quando os ovos são removidos da boca, logo novo ciclo de maturação gonadal é iniciado pela fêmea,

dependendo da disponibilidade de alimentos, e o intervalo para nova desova pode variar de doze a dezesseis dias. Contudo há casos de até sete dias (SILVA, 2009).

Para se reproduzir, os machos constroem ninhos no fundo dos tanques, com a boca e com movimentos do corpo e das nadadeiras; esses ninhos medem cerca de 2 a 50 cm de diâmetro (Figura 03). Após a construção do ninho, os machos passam para a corte, atraindo as fêmeas que liberam seus óvulos no ninho. O macho poderá usar o mesmo ninho com outras fêmeas (RIBEIRO, 2001).



Figura 03 - Ninhos construídos por tilápia do Nilo no fundo do viveiro no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq – DNOCS, Pentecoste – Ceará, 2011.

Os embriões de tilápias não têm sexo definido fenotipicamente, embora estejam presentes as células germinativas primordiais, precursoras biológicas de testículos e ovários. Em determinada fase do desenvolvimento, os embriões recebem sinais químicos, oriundos dos genes, determinando o sexo. Contudo o fenótipo sexual poderá ser direcionado, aplicando-se, numa fase do desenvolvimento pós-larval, hormônios sexuais (andrógenos, para machos, e estrógenos, para fêmeas). Na tilapicultura interessa, geralmente, a reversão sexual para machos, vez que estes crescem bem mais do que as fêmeas, quando de mesma idade e criados em idênticas condições (SILVA, 2009).

Isso acontece porque grande parte da energia, que poderia ser utilizada no crescimento das fêmeas, é desviada para a produção de óvulos (RIBEIRO, 2001). A fim de solucionar os problemas inerentes à maturidade sexual precoce, grande parte das criações no Brasil e no mundo faz uso de populações monossexo macho, por estes apresentarem maiores índices de crescimento e ganho de peso

(TACHIBANA et al., 2004). A proporção sexual que propicia melhor produção de alevinos da tilápia do Nilo é de um macho para três fêmeas (SILVA, 2009).

2.3. Métodos para obtenção de indivíduos monossexo

Nos últimos 20 anos, os esforços das pesquisas têm se voltado para a procura de métodos confiáveis de produzir progênes de indivíduos somente de um determinado sexo. No caso das tilápias, o que se busca são populações com monossexo masculino, já que os machos apresentam melhor desenvolvimento do que as fêmeas (BORGES, 2004).

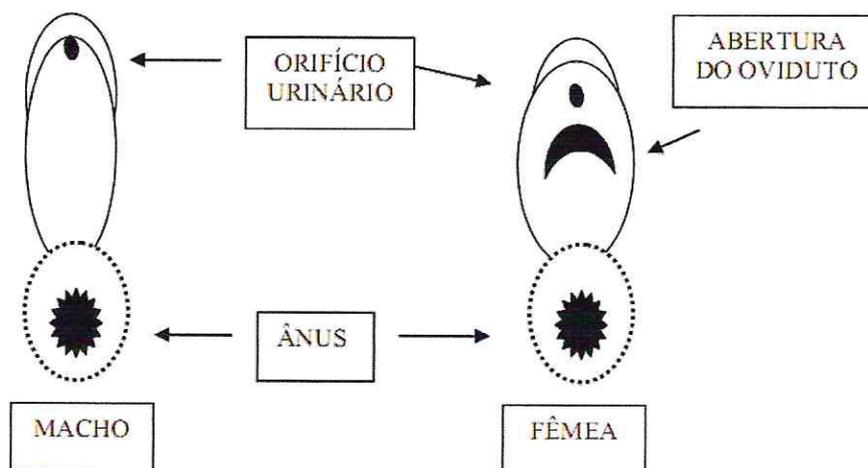
De acordo com Kubitzka (2000) em pisciculturas comerciais é quase obrigatório o cultivo de populações monossexo de tilápias devido à alta frequência de desovas, desviar grande parte da energia que poderia ser utilizada no crescimento para a produção de ovos. Adicionalmente, as fêmeas incubam os ovos e protegem as pós-larvas na boca, um cuidado parental intenso que pode se prolongar por duas ou mais semanas, quando as fêmeas praticamente não se alimentam.

A prática mais utilizada para o controle da reprodução é a criação de populações monossexo. Na tilapia do Nilo, 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 de incubação oral dos ovos, sendo indicada a criação de populações monossexo macho (PHELPS; POPMA, 2000; BEARDMORE; MAIR; LEWIS, 2001).

Várias são as opções para se conseguir populações monossexo, incluindo métodos genéticos e não-genéticos e também uma combinação entre eles. Dentre os principais métodos utilizados, destacam-se a seleção manual, a hibridação interespecífica, a manipulação cromossômica e a reversão sexual com hormônio (BORGES, 2004).

2.3.1 Monossexo por seleção

A presença da gônada masculina ou feminina é considerada como um dimorfismo sexual primário. Diferenças físicas externas entre os dois sexos podem existir ou não de acordo com a espécie de peixe. Se existirem, podem ser permanentes ou temporárias e são chamadas de dimorfismos sexuais secundários. As tilápias apresentam dimorfismo sexual secundário permanente, representado principalmente pela papila urogenital distinta entre os sexos (BORGES, 2004), o que facilita a separação entre os indivíduos (Figura 04). Na fêmea, a papila apresenta duas aberturas distintas, o orifício urinário e a saída do oviduto. Nos machos, existe somente uma abertura, que servirá para a liberação de sêmen e a excreção da urina (TURRA *et al.*, 2010).



Fonte: Turra *et al.* (2010)

Figura 04 - Diferenciação da papila urogenital de fêmeas e machos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Porém, a separação só pode ser feita de maneira mais precisa em indivíduos de peso próximo a 100 g. Logo, a sexagem manual de machos e fêmeas, executada no princípio da tilapicultura, trouxe benefícios para produções pequenas e rudimentares, mas foi inviável financeiramente para produções em larga escala (MAIR; LITTLE, 1991; HERBST, 2002).

2.3.2 Monossexo por hibridação

Este método baseia-se no cruzamento entre machos homogaméticos de uma espécie e fêmeas homogaméticas de outra espécie, resultando em proles híbridas totalmente masculinas (PHELPS; POPMA, 2000). Os primeiros experimentos utilizando hibridação para a produção de proles monossexuais foram realizadas no final de 1950, onde o pesquisador C. F. Hickling identificou acidentalmente que o cruzamento entre *O. mossambicus* e *O. hornorum* produzia uma prole 100% masculina (MCANDREW, 1993; PENMAN; MCANDREW, 2000).

Esta técnica é fundamentada na base genética da determinação do sexo da tilápia. Na tilápia do Nilo (*O. niloticus*) e na tilápia de Moçambique (*O. mossambicus*) o sexo é determinado por cromossomos X e Y, onde a fêmea é XX (homogamética) e o macho XY (heterogamético). Na tilápia azul (*O. aureus*) e na tilápia de Zanzibar (*O. hornorum*) ocorre o inverso, os machos são ZZ (homogaméticos) e as fêmeas ZW (heterogaméticas) (KUBTIZA, 2000).

Portanto, quando se realiza um cruzamento entre fêmeas puras homogaméticas XX e machos puros homogaméticos ZZ, os híbridos resultantes, teoricamente, seriam heterogaméticos (XZ) e todos machos. No entanto, nem todos os cruzamentos híbridos resultam em progênie 100% masculina, podendo variar de 70 a 100%. Isto pode ser atribuído a alguns fatores: contaminação das linhagens parentais através do cruzamento com outras espécies de tilápia; cruzamento dos filhos híbridos (geração F1), que são machos férteis, com as fêmeas originalmente estocadas nos tanques de hibridação; e presença de outros genes em autossomos que podem influenciar a manifestação dos genes presentes nos cromossomos Y e Z (cromossomos determinantes do sexo da tilápia). Uma das principais vantagens da utilização da técnica da hibridação é a eliminação da necessidade do uso de hormônios masculinizantes na alimentação das pós-larvas (KUBITZA, 2000).

Além da produção de proles 100% masculinas, a hibridação proporciona um aumento no desempenho dos animais, como a melhora nas taxas de crescimento, tolerância ao frio e melhora a coloração, aumentando assim, o valor comercial do produto (PILLAY, 1990). Cruzamentos entre *O. niloticus* X *O. aureus* tem proporcionado proles com elevados índices de machos e com

maior tolerância ao frio em comparação à linhagem pura de *O. niloticus* (PENMAN; MCANDREW, 2000).

Apesar do vigor híbrido e da produção de população monossexo, o processo de hibridação é de certa forma limitado para aplicações em escala comercial. Este fato se dá basicamente por dois fatores, pela dificuldade em realizar manejo eficiente que mantenha a pureza genética do lote fundador (isolamento dos viveiros); e, mesmo em lotes puros, pode ocorrer a interferência devido a outros fatores genéticos, que podem influenciar a manifestação dos genes presentes nos cromossomos Y e Z (PILLAY, 1990; MCANDREW, 1993; KUBITZA, 2000; PENMAN; MCANDREW, 2000; PHELPS; POPMA, 2000; HULATA, 2001; TURRA *et al.*, 2010).

2.3.3 Supermachos

Em tese, reprodutores machos com a combinação cromossômica sexual YY, chamados de supermachos, se acasalados com fêmeas normais XX, produziriam progênie 100% macho sem a necessidade de administração de hormônios esteroides. A pesquisa e a produção massificada desses reprodutores foram objetivos de alguns pesquisadores (MAIR *et al.*, 1995; BEARDMORE; MAIR; LEWIS, 2001).

Segundo Beardmore, Mair e Lewis (2001), a obtenção de peixes machos YY é laboriosa e demorada. Primeiramente, revertem-se lotes de pós-larvas normais com uso de hormônios feminilizantes, destacando-se o 17- β -estradiol, 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) (KUBITZA, 2000). Por teste de progênie, estes supermachos são identificados e separados. Os machos YY seriam cruzados com fêmeas normais XX para produção de progênie 100% XY (TURRA *et al.*, 2010).

Segundo Kubitzka (2000), a produção da tilápia supermacho (YY) poderá vir a ser uma importante ferramenta para a produção de populações 100% masculinas em escala comercial.

Apesar da importância do sistema cromossômico na determinação do sexo da tilápia do Nilo, o efeito de gene autossômico pode ser notado. Mair *et al.* (1995) obtiveram 99% de machos na progênie de reprodutores YY, e citam o trabalho de Mair *et al.* (1993) em que os resultados variaram de 67-100% de machos (média de 96,5%). Essa possibilidade de um percentual de fêmeas resultantes seria um fato desabonador para o uso da técnica. Porém, vale ressaltar que as fêmeas YY produzidas não apresentaram maturação gonadal, resultado interessante e resposta possível para a superioridade dos filhos de pais YY frente aos animais revertidos neste experimento (TURRA *et al.*, 2010).

Para a garantia de um percentual alto de machos em progênie de pais YY, Beardmore, Mair e Lewis (2001) sugerem a necessidade de um programa de seleção que aumente a frequência alélica na população trabalhada do(s) gene(s) autossômico(s) que contribui(em) para a determinação de machos.

A tecnologia de supermachos é bastante promissora na tilapicultura. Contudo, a necessidade de esforços e tempo para a formação de supermachos pode levar a um aumento de custos e gap genético. Evitar o uso de hormônios esteróides no produto comercial pode se tornar uma grande vantagem de mercado para essa metodologia (TURRA *et al.*, 2010).

2.3.4 Monossexo por reversão sexual

Segundo Phelps e Cerezo (1992), a utilização de hormônios masculinizantes é a técnica mais prática e efetiva para a produção de machos fenotípicos. Essa prática, além de eliminar problemas relativos à reprodução, proporciona a obtenção de populações constituídas apenas por machos com maior potencial de crescimento.

Este método 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 ser de três a quatro semanas (KUBITZA, 2002).

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. A alimentação com ração contendo hormônio (MT) tem, geralmente, produzido uma taxa de 98% de eficiência de reversão no período de 21 a 28 dias, dependendo da temperatura (POPMA; GREEN, 1990).

Contudo, vários fatores ambientais, como qualidade de água, frequência de arraçoamento, qualidade do hormônio, forma de sua incorporação na ração e a idade da larva, podem determinar uma redução significativa na eficiência desse processo (POPMA; GREEN, 1990). Sequências de erros podem reduzir os índices de masculinização para 80% (LUNDSTEDT *et al.*, 1997) e, como consequência, haverá redução da eficiência zootécnica e econômica do lote. Além disso, a escassez de informação sobre possíveis impactos ambientais de resíduos dos hormônios (DESPREZ *et al.*, 2006) e o uso desse tipo de produto em animais com destino ao consumo humano geram discussões e possíveis rejeições a ele (HERBST, 2002; DESPREZ *et al.*, 2003; Borges, 2004).

3. INFORMAÇÕES DO LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio foi realizado no Centro de Pesquisas em Aquicultura (CPAq) Rodolpho von Ihering (Figura 05) de propriedade do DNOCS, localizado no município de Pentecoste – CE, distante cerca de 92 Km de Fortaleza. O CPAq foi idealizado e criado pelo Engenheiro Agrônomo Raimundo Adhemar Braga, PhD., em 1972, absorvendo todas as atividades da ex-Divisão de Pesquisas Ictiológicas, sendo instalado em janeiro de 1973. Sua inauguração se deu em 08 de março de 1985, embora tenha iniciado as suas atividades desde sua instalação.



Fonte: http://www.assecas.org.br/acervo_arquivos/pentecoste.jpg

Figura 05 - Vista aérea do Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

As principais ações desenvolvidas pelo CPAq Rodolpho von Ihering são nas seguintes áreas de atuação: Aquicultura, Nutrição, Tecnologia do Pescado, Limnologia, Ictiopatologia e Genética Molecular, incluindo pesquisas, fomento à produção e capacitação, e ainda, atividades administrativas.

O CPAq é dividido em dois Campus e possui uma área total inundada de 11,33 hectares, abastecido pelo açude Pereira de Miranda. O Campus I (Figura 6A) possui 62 viveiros, 28 unidades de preservação de linhagem, 28 tanques e 03 açudes, compreendendo uma área total de 6,05 hectares. O Campus II (Figura 6B) possui 62 viveiros e 06 tanques numa área de 5,28 hectares.

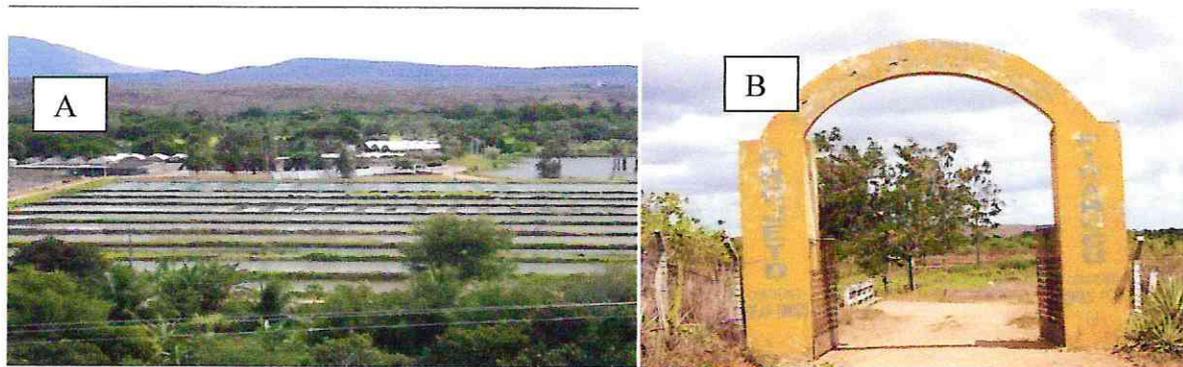


Figura 06 - Vista panorâmica do Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste – Ceará, 2011: A – Vista parcial do Campus I; B – Entrada do Campus II.

O CPAq concentra suas atividades principalmente no Campus I, mas também são realizadas algumas atividades no Campus II, sendo as seguintes atividades realizadas nos dois Campus: hipofisação de espécies como a Pirapitinga e o Tambaqui; produção e distribuição de alevinos, matrizes e reprodutores em coleções d'água públicas e particulares de carpa comum, híbrido de tambaqui com pirapitinga, pirapitinga, pirarucu, tambaqui, tilápia do Nilo tailandesa e tilápia do Nilo tailandesa revertida; na área de tecnologia do pescado produzindo almôndegas, filé in natura, filé defumado, fishburguer, lingüiça in natura e defumada, sardinagem, etc.; na área de genética molecular com a finalidade fazer a identificação e marcação genética das espécies para o controle e monitoramento da pureza, assegurando assim, aos clientes a qualidade dos alevinos fornecidos; capacitação através de cursos, estágios, aulas ministradas e pesquisas; e a participação em feiras e congressos.

4. PROCEDIMENTOS REALIZADOS DURANTE O ESTÁGIO

O presente estágio teve duração de 130 horas, e por meio deste foi possível observar às atividades relativas à obtenção de alevinos monossexo masculinas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), por meio do processo de reverção sexual utilizando hormônio masculinizante 17- α -metil-testosterona.

A seguir será descrito os procedimentos de reversão sexual de tilápia do Nilo produzidas no CPAq, bem como o escoamento dos alevinos de tilápia revertidos.

4.1. Seleção de reprodutores nos tanques de descanso

O plantel de reprodutores utilizado atualmente no CPAq foi formado com alevinos de tilápias oriundas da Tailândia, trazidos no ano de 2002 (SILVA, 2009). Os reprodutores, machos e fêmeas, são acondicionados separadamente em tanques de descanso, até o momento em que serão utilizados no processo de reprodução em hapas.

O CPAq possui 26 tanques de alvenaria para descanso dos reprodutores (Figura 07), sendo 24 tanques com capacidade de 33 m² (3m x 11m x 1m) e 2 tanques com capacidade de 66 m² (6m x 11m x 1m), compreendendo uma área aproximada de 300 m², com abastecimento de água sendo realizado por um canal do lado oposto ao canal de escoamento.



Figura 07 - Tanques de descanso no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

Os tanques de descanso são protegidos por tela de aço em todo o seu perímetro, tendo em vista o risco de predação por algumas espécies de aves, onde acidentalmente as mesmas transportam peixes de outros locais, deixando-os cair nos tanques, podendo ocorrer mistura de linhagens e reproduções indesejadas.

Os reprodutores, machos e fêmeas, ficam estocados separadamente (Figura 08) nos tanques de descanso durante 10 dias, com a finalidade de reduzir o desgaste causado durante o período de acasalamento, numa densidade de 03 peixes m^{-2} , recebendo ração extrusada duas vezes ao dia, uma vez pela manhã (08:00) e outra a tarde (16:00), com teor de 28% de proteína bruta, com taxa de arraçoamento de 3% da biomassa total estocada.



Figura 08 - Separação de machos (esquerda) e fêmeas (direita) para o período de descanso nos tanques de descanso no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

Após os 10 dias nas quais os reprodutores têm para descanso, era feita uma seleção dos indivíduos que estavam preparados para serem estocados nas hapas de reprodução. Nessa seleção eram observadas, visualmente, algumas características que definiam se o peixe estava ou não apto para a reprodução, como:

- ❖ O peso que deve estar entre 150 g a 700 g para machos e fêmeas;
- ❖ A estrutura corpórea não deve possuir nenhuma deformidade como a falta de escama, ferimentos ou algum tipo de doença;
- ❖ O estado nutricional do animal.

Todo esse cuidado era tomado para que o resultado na desova não fosse afetado. Caso algum animal possuísse alguma dessas características negativas, o mesmo era descartado do plantel de reprodutores.

A retirada dos peixes para seleção e estocagem em hapas é realizada às terças e quintas-feiras, sempre pelas manhãs. Durante a seleção, a água do tanque era escoada quase que totalmente para realizar a captura dos reprodutores com uma rede de arrasto e um puçá. Nos machos era observado se o ventre estava prolongado e se os mesmo apresentavam pigmentação avermelhada na cabeça e na nadadeira caudal (Figura 09A). Nas fêmeas era observado se o ventre estava prolongado e se a região do oviduto estava avermelhada (Figura 09B). Essas características destacadas eram as que indicavam quando os reprodutores estavam aptos para a reprodução.

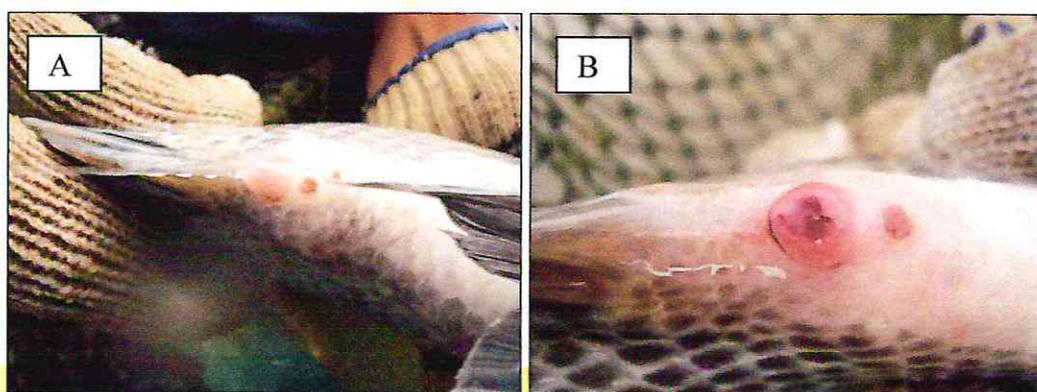


Figura 09 - Diferença fenótica entre macho (A) e fêmeas (B) no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

A idade dos peixes também é levada em consideração, pois é importante que animais velhos e muito jovens não sejam utilizados no processo reprodutivo.

Após essa etapa de seleção, os reprodutores eram levados para as hapas de acasalamento em tambores plásticos adaptados (Figura 10), com capacidade de 50 litros, já contendo água adicionada de sal, em torno de 3 g de sal por litro de água, com intuito de minimizar a perda de mucosa e proteger os animais contra patógenos.

O CPAq utiliza animais com peso médio de 320 g, sendo importante que os animais estocados no hapa de acasalamento devam apresentar peso e tamanho uniforme, de modo a evitar a dominância hierárquica e uma possível perda de animais.

Segundo Kubitzka (2000), peixes grandes dificultam o manejo e as fêmeas, quando são jovens, produzem maior quantidade de óvulos, apresentam maior frequência de desova, maior taxa de eclosão e melhor desenvolvimento e sobrevivência das pós-larvas.



Figura 10 - Machos e fêmeas acondicionados nos tambores para serem levados para as hapas de acasalamento no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

4.2. Estocagem dos reprodutores nas hapas de acasalamento

Após a seleção dos reprodutores nos tanques de descanso, os mesmos eram estocados nas hapas de acasalamento. Hapas são estruturas confeccionadas com tela de polietileno e apresentam como vantagens a facilidade no manejo de peixes e na captura de ovos e pós-larvas, tendo o menor custo de construção do que viveiros e tanques destinados a desovas. Outras vantagens são a não necessidade de esvaziamento do viveiro e o melhor aproveitamento da área, podendo-se manter vários grupos estocados ao mesmo tempo.

Podem trazer como desvantagem a maior necessidade de manutenção baseando-se em limpeza freqüente devido à colmatação da tela; inspeção da malha, a fim de evitar fuga de larvas, pós-larvas e reprodutores; vida útil curta, devido à exposição às intempéries do tempo e freqüente manuseio e limpeza; maior facilidade de predação por aves e maior risco de roubo. Além disso, seu uso pode ser inviável em locais onde o custo das malhas é elevado. Além disso, pode ser necessária a utilização de equipamentos para auxiliar na alimentação dos peixes, como por exemplo, o uso de caiaque (KUBITZA, 2000).

O CPAq possui dois viveiros destinados para a reprodução, que juntos possuem 67 hapas. Estes viveiros se localizam próximos à bateria de tanques de repouso dos reprodutores, com objetivo de diminuir a distância e o estresse dos indivíduos pelos constantes manejos. O viveiro nº 09 possui volume de 2.500 m³ (25m x 100m x 1 m), com 48 hapas e o viveiro nº 10 tem volume de 5.000 m³ (50m x 100m x 1 m), com 19 hapas.

Na Figura 11 mostra o viveiro contendo os hapas de reprodução da tilápia do Nilo no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering.



Figura 11 - Viveiro contendo os hapas de reprodução da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

As hapas utilizadas possuem malha de 1,5 mm, com dimensionamento de 10 x 1,5 x 1 m, sendo fixadas por estacas de madeira com auxílio de cordas para fixação da tela a madeira. Com o intuito de nivelar o fundo das hapas com o solo do viveiro, foram dispostos pesos confeccionados em varas de madeira e garrafas pet cheias de areia.

O CPAq utiliza a proporção de 3 fêmeas para cada 1 macho na reprodução em hapas, logo, em cada hapa são estocados 15 machos e 45 fêmeas (60 reprodutores / hapa),

com densidade de estocagem de 4 peixes / m³. Este método de estocagem está de conforme com o descrito por Nobre (2002).

Os reprodutores permaneciam nos hapas por 14 dias, sendo alimentados na semana inicial com ração extrusada contendo 32% de proteína bruta, na taxa de 1% da biomassa, por duas vezes ao dia, às 08:00 e às 16:00 (Figura 12), sendo interrompido na semana seguinte. Essa interrupção ocorre devido às fêmeas se alimentarem pouco e em virtude das mesmas se encontrarem com ovos ou larvas na boca, correndo o risco de ingeri-los. Outro motivo para suspensão da alimentação foi aumentar o estresse nas matrizes, servindo este de estímulo à desova e também a diminuição das sobras de ração dentro do hapa.



Figura 12 - Arraçamento dos hapas de acasalamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

A ração é fornecida normalmente durante os sete primeiros dias de acasalamento sendo suspensa nos sete dias finais, uma vez que os peixes se encontram em situação de estresse e as fêmeas se encontram com ovos e/ou larvas na boca, impossibilitando a sua alimentação, logo a ração será desperdiçada. A estocagem dos reprodutores em hapas é realizada de segunda a quinta-feira, onde, durante esses dias, seis hapas são montados e seis hapas são despescados por dia.

4.3. Coleta de ovos, larvas e pós-larvas nos hapas de reprodução

Passados 14 dias nos hapas de reprodução, ocorre a coleta de ovos, larvas e pós-larvas. Esta é realizada, assim, no 15º dia após a estocagem dos reprodutores nos hapas de reprodução, sendo efetuada nas primeiras horas da manhã com o intuito de amenizar a ação do estresse, ocorrendo, atualmente, duas vezes na semana, na terça e quinta-feira.

Primeiramente nas despescas ocorria a soltura das amarras das estacas e retirados as estruturas de sustentação das hapas (estruturas feitas de varas com garrafas pets cheias de areia nas extremidades). Em seguida, dois funcionários inseriam um cano de PVC por baixo da tela, levantando-a até a superfície, tendo cuidado para não permitir a fuga dos reprodutores. Com movimentos cuidadosos, os reprodutores, ovos, larvas e pós-larvas eram levados para a outra extremidade da hapa para que ocorresse a despesca (Figura 13).



Figura 13 - Despesca total de ovos, larvas e pós-larvas, e captura, para repouso, dos reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

Na extremidade que ocorria a despesca, o cano de PVC era colocado sobre uma estrutura de ferro, permitindo aos funcionários a livre movimentação sem ter que se preocupar com fuga dos reprodutores.

Após o adensamento, foram retirados os reprodutores com auxílio de um puçá com malha de 10 a 20 mm, evitando injúrias nas pós-larvas. A separação do plantel foi

realizada por meio da sexagem manual (Figura 14), onde, após a separação, os indivíduos foram estocados em três recipientes:

- ❖ Recipiente 01: estocados os indivíduos machos, onde os mesmos foram transportados para outros hapas para um novo ciclo de reprodução;
- ❖ Recipiente 02: estocados os indivíduos machos que já estavam no segundo ciclo reprodutivo, sendo esses transportados para os viveiros de descanso;
- ❖ Recipiente 03: estocadas as fêmeas que desovaram, sendo as mesmas transportadas para os tanques de repouso;



Figura 14 - Sexagem e coleta de ovos, larvas e pós-larvas no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering -CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

Segundo Zimmermann (1999), o rodízio dos reprodutores melhora a sincronia das desovas, aumenta a eficiência das coletas de ovos na boca da fêmea e diminuem as perdas de ovos, pelas remoções constantes dos mesmos, evitando que sejam ingeridos pela fêmea durante a incubação.

Nas fêmeas, era observado quais ainda estavam com ovos na boca e, quando encontrados, os mesmos foram delicadamente retirados da cavidade bucal (Figura 15). Em seguida, os ovos foram colocados em um recipiente de plástico, contendo água, e conduzidos para os tanques de separação. As fêmeas foram colocadas em uma “bombona” com água e cloreto de sódio, sendo conduzidas para os tanques de repouso (Figura 16).



Figura 15 - Exemplar capturado de fêmea de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) apresentando incubação oral dos ovos, no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.



Figura 16 - Reprodutores preparados para serem conduzidos aos tanques de repouso, no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

Ao término da separação, os ovos, as larvas e as pós-larvas que se encontravam no hapa foram coletados com auxílio de puçá com malha de 1,0 mm e de uma peneira para retirada destes do puçá. Em seguida, os ovos foram transportados para o setor de incubação e reversão em recipiente plástico de 10 litros contendo aproximadamente 5 litros de água. Larvas e pós-larvas foram conduzidos para os tanques de manipulação próximos às incubadoras.

A coleta de pós-larvas nos hapas no CPAq apresenta as vantagens de uma menor utilização de mão-de-obra e infra-estrutura mais modesta, não sendo necessário grandes investimentos em tecnologia.

Durante o período do presente estágio não foi observado tratamento do solo dos viveiros de reprodução. Contudo, os técnicos do CPAq relatam que a cada 06 meses os viveiros são esvaziados a fim de realizar a correção do solo e melhoria da qualidade da água.

No CPAq é aplicado nos viveiros de reprodução inócuos comerciais de bactérias, denominados de biorremediadores, para melhorar a qualidade da água digerindo excretas, resíduos amoniacais, sobras de alimentos e outros tipos de matéria orgânica, transformando-as em água e gás carbônico. Este produto é composto por microrganismos benéficos que promovem uma higienização natural do local, reduzindo a quantidade de matéria orgânica no fundo dos viveiros e elevando o teor de oxigênio.

Diversos benefícios são observados através do uso de probióticos na aquicultura, tais como: exclusão de patógenos por competição, fonte de nutrientes e aumento da atividade enzimática, melhoria na qualidade de água e aumento da resposta imunológica do hospedeiro (BALCÁZAR *et al.*, 2006).

Outras vantagens no uso desses biorremediadores são:

- ✓ Correção do pH da água;
- ✓ Equilibra os níveis de NH_3 ;
- ✓ Reduz os índices de coliformes, diminuindo o risco de contaminação e ocorrência de doenças;
- ✓ Preserva o equilíbrio bioquímico e nutricional do ambiente;
- ✓ Reduz a frequência de troca de água dos viveiros;
- ✓ Aumenta a taxa de ganho de peso dos peixes;
- ✓ Possibilita um aumento da densidade do viveiro.

O CPAq realiza este tratamento do viveiro uma vez por semana, onde 2 kg do produto são dissolvidos em 50 litros de água. Após a mistura ser feita, aguarda-se um período de duas horas para poder adicionar no viveiro, não necessitando a retirada dos peixes do viveiro.

Vale salientar que os microrganismos contidos nesses produtos ocorrem naturalmente nos viveiros, podendo não ser necessária a aplicação desse produto (QUEIROZ; BOYD, 1998; QUEIROZ *et al.*, 1998; QUEIROZ; SILVEIRA, 2006).

4.4. Recepção, limpeza e tratamento profilático de ovos, larvas e pós-larvas

Os ovos, larvas e pós-larvas oriundas das hapas de acasalamento são recebidas nos tanques de manipulação (dois tanques) para que fosse realizado o processo de separação (Figura 17), limpeza e tratamento profilático.

Primeiramente, a prole contida em um balde oriundo das hapas de acasalamento era colocada dentro de dois selecionadores, um dentro do outro, sendo o primeiro com malha de aço de 2,5 mm e o outro selecionador de malha de plástico de 1,5 mm, onde ficaram contidas pós-larvas e larvas, respectivamente. Como as larvas e pós-larvas são pelágicas, concentram-se na superfície do recipiente, facilitando, assim, a separação, já que ovos são demersais e concentram-se no fundo do recipiente.



Figura 17 - Separação de ovos, larvas e pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

A cada despesca de 4 e 8 hapas, as pós-larvas que ficam contidas no segundo selecionador são contadas e recebem tratamento profilático. Este tratamento consiste na imersão durante 30 segundos na solução de formalina a 0,1% e são levadas para os tanques de reversão. As pós-larvas que não passam pelo primeiro selecionador não podem ir mais para o processo de masculinização, sendo utilizadas para povoamento de açudes ou a venda de pós-larvas não masculinizadas.

Os ovos que ficam no fundo do recipiente passam por outro selecionador com tela de aço, que retém as sujeiras (escamas, folhas e restos de conchas de caramujos) e

deixa passar os ovos e larvas limpos que ficam dentro de uma bandeja de plástico retangular (Figura 18).



Figura 18 - Limpeza dos ovos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

Após a limpeza, ovos e larvas eram colocados em uma peneira para o tratamento profilático para a eliminação da ação de parasitas (Figura 19). Após essa etapa, os ovos eram transferidos para as incubadoras artificiais.



Figura 19 - Tratamento dos ovos em formalina no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

4.5. Estocagem dos ovos nas incubadoras artificiais

As incubadoras artificiais (Figura 20) são fabricadas com material de polietileno, no formato cilindro com capacidade de 2 litros, sendo estocados 350 g de ovos. O abastecimento de água ocorre por meio de uma mangueira, com regulação do fluxo de água, conectada a um cano que leva água até o fundo da incubadora. Assim, é formado um fluxo ascendente de água, com vazão de 4 litros de água / minuto. Dessa forma, as incubadoras simulam as condições encontradas na boca da fêmea no processo de incubação natural.



Figura 20 - Incubadora dos ovos e bandeja plástica para coleta das pós-larvas, no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

O tempo de permanência desses ovos nas incubadoras varia de acordo com o estágio do ovo, sendo 72 horas para ovos com coloração amarela (Fase I), pois se encontram na etapa inicial, e 24 horas para ovos com coloração marrom (Fase II), pois se encontram na fase final de desenvolvimento (Figura 21).

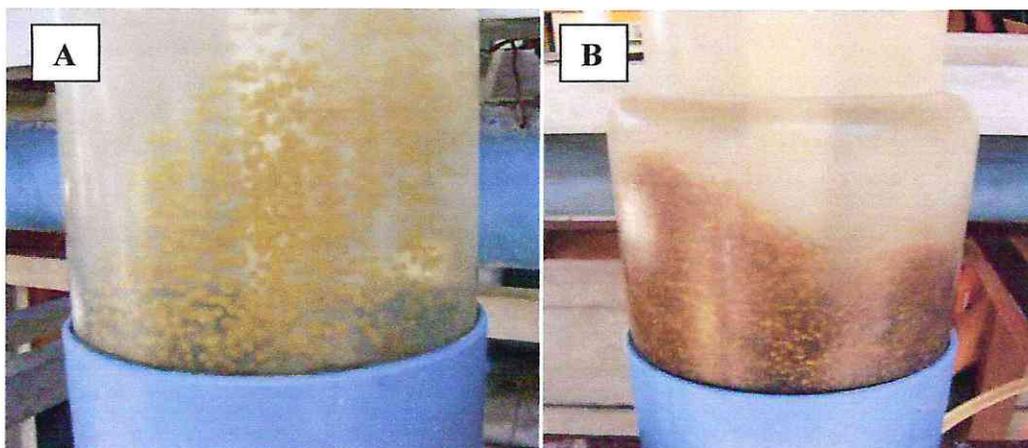


Figura 21 - Ovos Fase I (A) e Fase II (B) de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas incubadoras no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

A água excedente seguia para uma bandeja plástica retangular (Figura 22) de 29 x 19 x 5 cm e volume de 2 L de água com aberturas nas laterais protegidas por uma tela plástica com malha de 1,0 mm para drenagem, permitindo o fluxo contínuo de água, de forma a manter as larvas dentro das bandejas com troca total de água. Essas aberturas eram limpas constantemente com uma escova para evitar a obstrução da malha e para a retirada de larvas mortas, evitando a proliferação de fungos e parasitas.



Figura 22 - Bandeja plástica com troca total de água no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

O fluxo de água das incubadoras conduzia as larvas com certo poder natatório às bandejas, onde permanecem por 02 a 03 dias, até a absorção completa do saco vitelino, observando, após esse período, o início de comportamento de agregação das pós-larvas.

Foi realizada então a contagem das pós-larvas com auxílio de uma peneira, funcionando como medida padrão, que suporta em média 5.000 pós-larvas e, em seguida, feita uma nova profilaxia para conduzir esses indivíduos ao estágio da reversão sexual, que ocorreu nas hapas de reversão sexual.

4.6. Estocagem de pós-larvas nos tanques de reversão sexual

Após a etapa de seleção e profilaxia, as pós-larvas eram transferidas para os tanques de reversão sexual (Figura 23). As mesmas possuíam comprimento médio entre 8 a 13 mm, e peso médio de 0,02 g. O CPAq Rodolpho von Ihering possui 36 tanques, todos utilizados no processo de reversão sexual, sendo esses divididos em 6 baterias de 6 tanques. Os tanques possuem sistema de abastecimento contínuo de água e são protegidos por tela fixada em uma estrutura de madeira, tendo finalidade de diminuir a mortalidade ocasionada pela predação de aves. Cada tanque possui 3 m de comprimento por 1 m de largura, com capacidade para 1.500 litros de água.

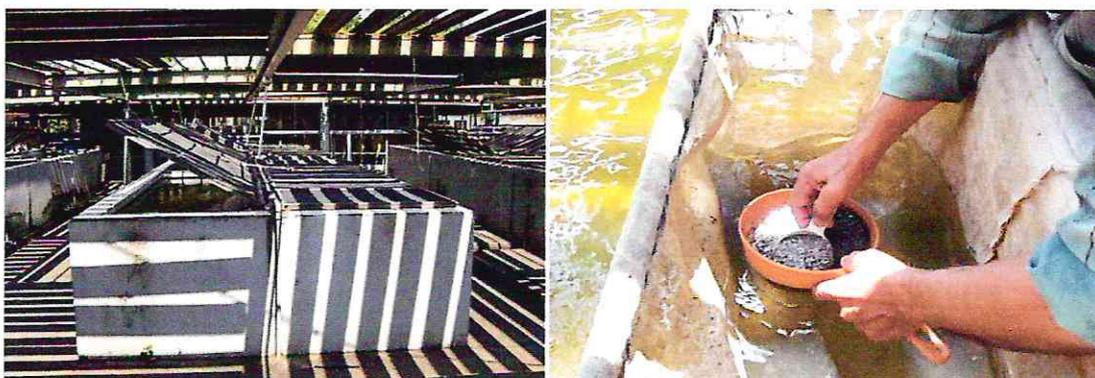


Figura 23 - Tanques de reversão sexual (esquerda) e estocagem das pós-larvas nos tanques (direita) no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

Nos tanques de reversão, as pós-larvas eram estocadas com densidade de 3 pós-larvas por litro, totalizando 5.000 por tanque, ao longo de 21 dias. Durante o período no qual o estágio foi realizado, as pós-larvas não estavam sendo estocadas nas hapas e calhas de reversão, que também podem ser utilizadas para o processo de reversão sexual. O não uso dessas estruturas é devido à demanda por pós-larvas não-masculinizadas ser muito grande.

4.7. Arraçamento das pós-larvas de tilápia nos tanques de reversão sexual

Durante os 21 dias nos tanques de reversão, as pós-larvas recebem ração em pó, com teor de 50% de proteína, com o hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona, sendo fornecida 06 vezes ao dia (Figura 24).



Figura 24 - Arraçamento das pós-larvas de tilápia e sifonamento nos tanques de reversão sexual no CPAq Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

Sobre o tratamento do processo de reversão sexual de tilápia, Kubitza (2000) relata que vários produtos são eficazes na reversão sexual de tilápias, embora o uso do hormônio 17- α -metiltestosterona, comparativamente a hormônios tais como fluoximesterona, acetato de trembolona e outros esteróides, seja o mais utilizado pela sua grande eficácia, facilidade de aquisição e menor custo.

Ao longo do dia, eram realizados duas sifonagens da água dos tanques de reversão (Figura 25), proporcionando, assim, uma água de melhor qualidade no sistema de reversão, aumentando a eficiência do processo de masculinização.



Figura 25 - Sifonagem nos tanques de reversão sexual no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

4.8. Despesca e seleção das pós-larvas de tilápia revertidas

O procedimento da despesca e seleção das pós-larvas revertidas começa com o escoamento da água do tanque, tomando-se o cuidado para não permitir a fuga dos peixes, sendo utilizado um recipiente plástico com uma abertura lateral protegida com tela para retenção dos peixes (Figura 26).



Figura 26 - Escoamento da água no procedimento de despesca e seleção das pós-larvas revertidas de tilápia no CPAq Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

As pós-larvas que ficavam retidas nos recipientes eram contadas (Figura 27) para calcular a taxa de sobrevivência ao final de cada período de reversão sexual, onde, no período de estágio, foi verificado uma taxa média de sobrevivência em torno de 90%.

Após a contagem, era realizado uma biometria para separação das pós-larvas de acordo com o seu tamanho, sendo os alevinos transferidos para outras 03 baterias com 06 tanques onde ficavam a espera para a comercialização.



Figura 27 - Despesca, seleção e contagem das pós-larvas de tilápia revertidas no CPAq Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

4.9. Limpeza dos hapas dos reprodutores e tanques de reversão

Os hapas de reversão, ao final dos 14 dias do período de acasalamento, eram desmontadas e levadas para que fosse feita a limpeza das mesmas (Figura 28). Primeiramente, os hapas eram estirados em um piso limpo e firme, sendo depois, utilizado um jato de água mecânico, onde a força da água era suficiente para a limpeza e desobstrução dos orifícios. Para finalizar, os hapas eram expostos ao sol para secagem, estando prontos novamente para serem montados nos viveiros.



Figura 28 - Limpeza das hapas dos reprodutores no CPAq Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

Assim como as hapas, os tanques de reversão, depois de 21 dias, que corresponde o período de cada ciclo de reversão sexual, ficam muito sujos, sendo preciso realizar a limpeza dos mesmos (Figura 29). Para proceder esta limpeza, um funcionário fazia uma primeira retirada do excesso de sujeira com a ajuda de uma vassoura e depois efetua a retirada do restante da sujeira com um escovão e palha de aço. Toda a sujeira que é retirada, tanto das hapas como dos tanques, são escoadas pelos canais de escoamento.



Figura 29 - Limpeza dos tanques de reversão sexual no CPAq Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste – Ceará, 2011.

4.10. Preparo da ração contendo o hormônio masculinizante

Para preparo da ração utilizada durante os 21 dias do período de reversão sexual foi utilizado ração comercial em pó, com 50% de proteína bruta (PB), incorporada do hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona (Figura 30) na proporção de 60 mg kg⁻¹ de ração.



Figura 30 - Hormônio 17- α -metiltestosterona utilizado no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

Inicialmente foi preparada uma solução-estoque (Figura 31A), onde era utilizado 6,0 g de hormônio 17- α -metiltestosterona diluído em 1L de álcool etílico PA (99,8%), sendo este volume suficiente para reverter 30.000 pós-larvas. Essa solução estoque era armazenada em

frasco de vidro na cor âmbar e mantida sob refrigeração. Através desse procedimento de armazenagem pode-se utilizar esse material em um período de três meses.

A incorporação do hormônio a ração (Figura 31B) foi realizada manualmente por um funcionário, onde, para evitar-se o contato direto com o hormônio, era utilizado como equipamentos de proteção individual máscara e luvas.

Para cada quilo de ração, foram inseridos 10 mL da solução-estoque, que contém 60 mg do hormônio, em 500 mL de álcool etílico comercial (56-70%). Agitou-se a solução e à misturou com a ração até a obtenção de uma consistência homogênea e sem grânulos. Após a homogeneização, a ração foi disposta em camadas de no máximo três centímetros sobre sacos plásticos (Figura 31C), e permaneceu em descanso a sombra de 01 a 02 dias, para evaporação do álcool. Após esse período a ração foi peneirada e acondicionada a baixas temperaturas, para que possa manter-se adequada ao consumo dentro de três meses.

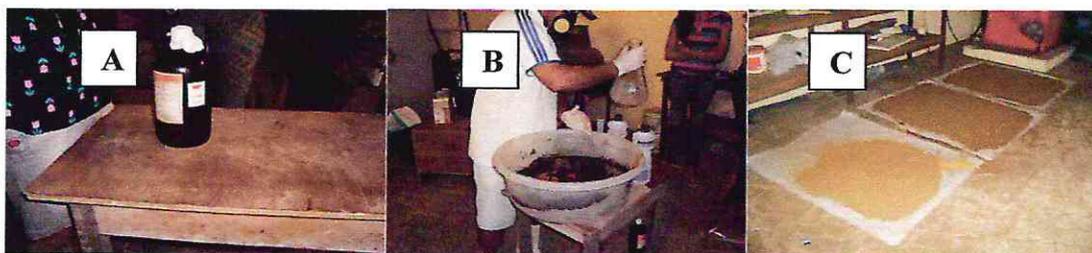


Figura 31 - Preparo da ração: A – Preparo da solução estoque; B -Incorporação do hormônio 17- α -metiltestosterona; C – Secagem da ração no Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq – DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

4.11. Água de abastecimento

A água que abastece o CPAq é provenientes do açude Pereira de Miranda. Toda a água passa por um filtro feito de alvenaria, intercalado por divisórias contendo areia e brita, que impedem a passagem de peixes predadores e ovos de alguns peixes (Figura 32).



Figura 32 - Vista panorâmica do filtro de água no CPAq Rodolpho von Ihering – DNOCS, Pentecoste – Ceará, 2011.

Alguns parâmetros são observados periodicamente na água dos viveiros, como a temperatura e o oxigênio dissolvido, ambos apresentam níveis críticos ao amanhecer e no final da tarde que pode ser resolvido com aplicação de aeração. Outros parâmetros também devem ser verificados com frequência, tais como pH, amônia total, alcalinidade, dureza total, gás carbônico e nitrito. Durante o período do estágio, não foi observado a verificação desses últimos parâmetros, mas somente a temperatura e o oxigênio dissolvido.

4.12. Comercialização de alevinos revertidos

Terminado o período da reversão sexual, os alevinos foram despescados e submetidos a uma seleção por tamanho, através de um selecionador (Figura 33) com três aberturas de malhas diferentes (5,0; 4,0 e 1,5 mm) e estocados nos tanques de expedição. Os alevinos que ficavam retidos na malha de 5,0 mm apresentavam tamanhos na faixa de 3,0 a 5,0 cm e pesavam entre 1,2 a 2,2 g, e estavam aptos para serem comercializados.



Figura 33 - Seleccionador utilizado na separação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), realizado no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

Os alevinos que ficavam retidos na malha de 4,0 mm apresentavam tamanhos variando de 2,5 a 4,0 cm e pesavam de 0,5 a 1,2 g, podendo ser comercializados imediatamente ou serem alimentados por mais uma semana, com ração em pó com 40 a 45% de proteína bruta sem o hormônio masculinizante, até atingirem o peso ideal para a comercialização.

Os alevinos que ao final da reversão apresentavam tamanhos inferiores a 2,5 cm foram descartados, pois havia grandes possibilidades da existência de fêmeas e/ou de indivíduos em intersexo. Durante o estágio, foi observado que esse descarte não ultrapassou os 5% dos lotes acompanhados.

Os alevinos aptos à comercialização eram estocados nos tanques de expedição e passavam por jejum de 01 a 02 dias, para limpeza do trato digestivo e eram transportados em sacos plásticos com capacidade para 90 L (Figura 34), contendo 1/3 de água, 2/3 de oxigênio e aproximadamente 50 g de cloreto de sódio, para manutenção do equilíbrio osmótico, evitando a perda de eletrólitos dos peixes pelas brânquias e reduzindo o efeito do estresse provocado pela captura e transporte (MESQUITA, 2002; UBINATI; CARNEIRO, 2004). Em cada saco de transporte, foram colocados mil alevinos com um grama de peso médio. Segundo Mesquita (2002), os sacos plásticos têm a vantagem de promover um “dumping” na oscilação dos parâmetros físico-químicos da água de transporte e reter a desejada mistura de oxigênio dissolvido em contato com a superfície da água. Em períodos mais longos, isto se torna uma desvantagem, porque também são retidos os gases tóxicos, derivados da respiração dos peixes e da atividade bacteriana.



Figura 34 - Comercialização de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), acondicionados para comercialização, no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering – CPAq - DNOCS, Pentecoste - Ceará, 2011.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estágio realizado no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering, do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, localizado no município de Pentecoste, Estado do Ceará foi possível observar todas as técnicas necessárias para a reversão sexual de pós-larvas de tilápiado Nilo, utilizando hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona.

Conhecer a técnica da produção de alevinos revertidos se mostra muito importante, pois por meio dela pode-se buscar maior produtividade sem perder a qualidade genética da espécie, e no cenário mundial atual, onde a busca por novas fontes de proteína se tornam cada dia mais importante, é possível saciar tais anseios através desta técnica.

Por mais que se possa ver a parte teórica dada nas salas de aula e nos livros, sobre todos os processos para se chegar à produção de pós-larvas revertidas de tilápia do Nilo, somente na prática diária é possível obter o conhecimento necessário para por em prática todos os procedimentos necessários para se chegar ao produto final.

Portanto, obter o conhecimento da técnica de produção de alevinos revertidos, em uma área com ascendente crescimento no Brasil, proporciona a colocação de um profissional qualificado no mercado da tilapicultura.

REFERÊNCIAS

AZAZA, M. S.; DHRAÏEF, M. N.; KRAÏEM, M. M. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. **Journal of Thermal Biology**, v. 33, p. 98–105, 2008.

BARD, J. Desenvolvimento da piscicultura intensiva da tilapia macho no Nordeste. **Centre Technique Forestier Tropical**, Nogent-sur-Marne, 24 pp., 1976b.

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

BORGES, A. M. **Efeito da temperatura da água na produção de populações monossexo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem Chitralada**. 2004. 65p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2004.

BORGES, A.M.; MORETTI, J.O.C.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A.S. Produção de populações monossexo macho de tilápia-do-nilo da linhagem Chitralada. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.2, p.153-159, fev. 2005.

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

BRASIL – Ministério da Pesca e Aquicultura – **Produção Pesqueira e Aquícola: Estatística 2008 e 2009**. Brasília, DF, 2010.

CESAR, M. P.; MURGAS, L.D.S.; ARAÚJO, R.V.; DRUMMOND, C.D. Métodos para obtenção de população monossexo na piscicultura. **Boletim Agropecuário**, Lavras/MG, n. 69, p. 1-27, 2006.

DESPREZ, D.; CÉDRIC, B. HOAREAU, M.C.; MÉLARD, C.; BOSC, P.; BAROILLER, J.F. Study of sex ratio in progeny of a complex (*Oreochromis hybrid*), the Florida red tilapia. **Aquaculture**, v.251, p.231-237, 2006.

DESPREZ, D.; GÉRAZ, E.; HOAREAU, M.C.; MÉLARD, C.; BOSC, P.; BAROILLER, J.F. Production of a high percentage of male offspring with a natural androgen, 11 α -hydroxyandrostenedione (11hOHA4), in Florida red tilapia. **Aquaculture**, v.216, p.55-65, 2003.

DIARIO DO NORDESTE. **Criação de tilapia do Estado vai dobrar até 2011**. Diário do Nordeste, Caderno de Negócios, edição de 09/04/2010. Fortaleza, CE, 2010.

DIARIO DO NORDESTE. **3º maior consume de pescado**. Diário do Nordeste, Caderno de Negócios, edição de 12/02/2011. Fortaleza, CE, 2011.

FAO. **Fishery and aquaculture statistics**. FAO yearbook. 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/publications/year-books/en>. Acesso: 10/11/2011

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture**. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Roma, 2010.

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

HERBST; E.C. **Induction of tetraploidy in zebrafish danio rerio and nile tilapia Oreochromis niloticus**. 127f. 2002

HULATA, G. Genetic manipulations in aquaculture, a review of stock improvement by classical and modern technologies. **Genetica**, v.111, p.155-173, 2001.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – **Estatística da pesca 2007: Brasil, grandes regiões e Unidades da Federação**. Brasília, DF, 2007.

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

KUBITZA, F. A evolução da tilapicultura no Brasil: produção e mercados. **Panorama da Aquicultura**, vol. 13, nº 76, 2003. pp. 25 – 35.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 74p.

LOVSHIN, L. L. Criteria for selecting Nile tilapia and red tilapia for culture. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [s.n.], 2000, p. 49-57.

LUND, V. X. , FIGUEIRA, M. L. O. A. **Criação de tilápias**. São Paulo: Livraria Nobel, 1989. 63p.

LUNDSTEDT; L.M.; LEONHARDT, J.H.; DIAS, A.L. Alterações morfológicas induzidas pela reversão sexual em tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). **Rev. UNIMAR**, v.19, p.461-472, 1997.

MACINTOSH, D.J.; LITTLE, D.C. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: BROMAGE, N.R.; ROBERTS, R.J. (Ed.). **Broodstock management and egg and larval quality**. Oxford: **Blackwell Science**, 1995. p.277-320.

MAIR; G.C.; LITTLE, D.C. **Population control in farmed tilapias**. NAGA: ICLARM Q, v.17, n.4, p.8-13, 1991.

MAIR; G.C.; SCOTT, A.G.; PENMAN, D.J.; BEARDMORE, J.A.; SKIBINSKI, O.F. Growth performance trials of genetically male tilapia (GMT) derived from YY-males in *Oreochromis niloticus* L.: On station comparisons with mixed sex and sex reversed male population. **Aquaculture**, v.137 p.313-322, 1995.

MAKINO, L.C.; NAKAGHI, L.S.O.; PAES, M.C.F.; MALHEIROS, E.B.; KOBERSTEIN, T.C.R.D. Diferentes granulometrias de rações sobre o ganho de peso, crescimento, sobrevivência e reversão sexual para tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 268-273, 2010

MCANDREW, B.J. Sex control in tilapines. In: MUIR, J.F.; ROBERTS, R.J. **Recent Advances in Aquaculture IV**. London: Blackwell Scientific Publications, 1993.

MCANDREW, B.J. Sex control in Tilapiines. In: MUIR, J.F.; ROBERTS, R.J. **Recent advances in aquaculture IV**. Blackwell science, 1993. p. 87-98.

MESQUITA, P. E. C. **Curso teórico sobre aqüicultura continental**. Pentecoste, Ce: **Centro de Pesquisas em Aqüicultura**, DNOCS, 2002. 152p.

MEURER, F. et al. Influência do Processamento da Ração no Desempenho e Sobrevivência da Tilápia do Nilo, durante a Reversão Sexual. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.32, n.2, p. 262 – 267, 2003.

MOTA ALVES, M. I. e LIMA, S. X. Considerações sobre a reprodução de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). **Ciê. Agron.**; Fortaleza, 18 (2): pág. 51-56 – Dezembro, 1987.

- NOBRE, M. I. S. Curso teórico sobre aqüicultura continental. Pentecoste, CE: Centro de Pesquisas em Aqüicultura, DNOCS, 2002. 152p.
- PENMAN, D.J.; MCANDREW, B.J. Restraint. In: **Tilapias: Biology and Exploitation**. Londres, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- 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, v.2, p.34-59. 2000.
- POPMA, T.J.; GREEN, B.W. **Sex reversal of tilapia in earthen ponds: aquaculture production manual**. Alabama: Auburn University, 15p. (Research and Development Series, 35). 1990.
- POPMA, T.J.; LOVSHIM, L. L. 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. 1996.
- PROENÇA, C. E. M. de; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA, 1994. 196 p.
- QUEIROZ, J.F.; BOYD, C.E. Effects of a bacterial inoculum in channel catfish ponds. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 29, p.67-73, 1998.
- QUEIROZ, J.F.; BOYD, C.E.; GROSS, A. Evaluation of a bio-organic catalyst in channel catfish, *Ictalurus punctatus*, ponds. **Journal of Applied Aquaculture**, v.8, p.49-61, 1998.
- QUEIROZ, J.F.; SILVEIRA, M.P. Recomendações práticas para melhorar a qualidade da água e dos efluentes dos viveiros de aqüicultura. **Circular Técnico**, Embrapa: Jaguariúna, SP, Dezembro. PP. 1 – 14. 2006.
- RIBEIRO, R. P. Espécies exóticas. In: MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L. PEREIRA, R.; ZIMMERMANN, S. (Org.) **Fundamentos da moderna aqüicultura**. Canoas: ULBRA, p. 91-121, 2001.
- 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. **Tilápias: Biologia e cultivo-evolução, situação atual e perspectivas da tilapicultura no Nordeste brasileiro**. Edições UFC, 326p. 2009.

TACHIBANA, L.; CASTAGNOLLI, N.; PEZZATO, L. E. ; BARROS, M. M.; VALLE, J. B.; SIQUEIRA, M. R. **Desempenho de diferentes linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v. 26, n. 3, p. 305-311, 2004

TURRA, E.M.; OLIVEIRA, D.A.A.; TEIXEIRA, E.A.; LUZ, R.K.; PRADO, S.A.; MELO, D.C.; FARIA, P.M.C.; SOUSA, A.B. Controle reprodutivo em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de manipulações sexuais e cromossômicas. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.34, n.1, p.21-28, jan./mar. 2010.

URBINATI, E.C.; CARNEIRO P.C.F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 171 - 193.

ZIMMERMANN, S. O bom desempenho das chitraladas no Brasil. **Panorama da Aqüicultura**, v.10, n. 60, p.15-19, 2000.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. Editora TecArt, São Paulo, Brasil, PP 239 – 266, 2004.

ZIMMERMANN, S. Incubação artificial (técnica permite a produção de tilápias do Nilo geneticamente superiores). **Panorama da aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 54, p. 15-21, 1999.