



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – BACHAREL

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA DENSIDADE NO  
DESENVOLVIMENTO DE LARVAS DE TILÁPIA DO NILO  
(*OREOCHROMIS NILOTICUS* (LINNAEUS, 1758)) DURANTE O  
PROCESSO DE REVERSÃO SEXUAL**

Janaína Raquel Dalferth

Lajeado, novembro de 2017.

Janaína Raquel Dalferth

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA DENSIDADE NO  
DESENVOLVIMENTO DE LARVAS DE TILÁPIA DO NILO  
(*OREOCHROMIS NILOTICUS* (LINNAEUS, 1758)) DURANTE O  
PROCESSO DE REVERSÃO SEXUAL**

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas – Bacharel, da Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Ms. Hamilton C. N. Grillo

Lajeado, novembro de 2017.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, Günter Gilberto Dalferth e Gladis Nair Dalferth, que sempre me incentivaram a estudar e me ajudaram a tornar realidade este sonho. Ao meu namorado, Charles Lindemann, que esteve ao meu lado em todos os momentos, principalmente na realização deste trabalho. Ao meu orientador Hamilton C. N. Grillo pela paciência, atenção, sugestões e contribuições a construção deste trabalho. Aos professores da Univates que se fizeram presentes em minha vida acadêmica, em especial ao professor Eduardo Périco pelas análises estatísticas. À empresa que concedeu o espaço e materiais, aos amigos e colegas que colaboraram e auxiliaram na construção do resultado final deste estudo.

## RESUMO

Este estudo foi desenvolvido com o intuito de avaliar densidades de estocagem de larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT, realizado em gaiolas (hapas), durante a fase de reversão sexual em uma estação de piscicultura. Utilizaram-se 12000 larvas com massa inicial de 0,001 mg e comprimento total de 7 mm em doze gaiolas (hapas) de 1 m<sup>2</sup>, nas densidades de 500, 1000 e 1500 larvas/m<sup>2</sup>, em delineamento totalmente aleatório com três repetições. Essas foram alimentadas com ração farelada com 55% de proteína bruta contendo 60 mg de metilttestosterona/kg, oito vezes ao dia, durante 28 dias. Avaliaram-se as médias de massa e comprimento utilizando análise de variância pelo teste Tukey, sendo encontradas diferenças significativas entre os três tratamentos ( $p > ,0001$ ). Estas relações foram inversamente proporcionais à densidade de estocagem. Constatou-se o mesmo fato quanto ao ganho de peso diário. A conversão alimentar foi alta nos três tratamentos, no entanto, a estocagem de maior densidade obteve a melhor conversão alimentar (2,50). A taxa de sobrevivência ficou acima de 80% nos três tratamentos, porém com a menor densidade obteve a maior taxa (90,90%). Os parâmetros da qualidade de água (temperatura, oxigênio, pH) mantiveram-se dentro de limites adequados, havendo pequenas variações de amônia e nitrito. Assim, apesar dos três tratamentos apresentarem desempenhos aceitáveis para a fase de reversão sexual de tilápia do Nilo, constatou-se que a densidade de estocagem exerceu influência no desenvolvimento das larvas, sendo este inversamente proporcional àquela. A densidade de estocagem que mais se desenvolveu e obteve maior taxa de sobrevivência foi a de 500 larvas/m<sup>2</sup> e a de menor desenvolvimento correspondeu a de 1500 larvas/m<sup>2</sup>.

**Palavras-chave:** Tilápia do Nilo. Densidade de estocagem. Reversão sexual. Desenvolvimento de larvas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista da Estação de Piscicultura, Unidade de Fazenda Vilanova, na qual Foram Desenvolvidos os Experimentos .....	25
Figura 2 – Vista da Estação de Piscicultura, Unidade de Teutônia .....	25
Figura 3 – Laboratório de Tilapicultura .....	26
Figura 4 – Captura dos Reprodutores .....	27
Figura 5 – Incubação de Ovos na Boca de uma Fêmea.....	27
Figura 6 – Vista Parcial do Sistema de Aquecimento da Água do Laboratório de Larvicultura.....	28
Figura 7 – Separação dos Ovos a Partir do Material Aspirado do Recipiente de Coleta.....	29
Figura 8 – Alojamento dos Ovos nas Incubadoras .....	30
Figura 9 – Contagem das Larvas.....	31
Figura 10 – Gaiolas (Hapas) Instaladas no Viveiro Escavado da Reversão Sexual .....	31
Figura 11 – Soltura das Larvas nas Gaiolas (Hapas) .....	32
Figura 12 – Alimentação das Larvas .....	33
Figura 13 – Retirada dos Indivíduos das Gaiolas (Hapas).....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias de Massa (PESO, g), Comprimento (COMP, cm), Sobrevivência (SOB, %), Conversão Alimentar (CA) e Ganho de Peso Diário (GPD, g) para cada Tratamento. T1 = 500 indivíduos; T2 = 1000 indivíduos e T3 = 1500 indivíduos .....	38
Tabela 2 – Médias das Máximas e Mínimas dos Parâmetros da Qualidade de Água Acompanhados ao Longo do Experimento .....	39

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Média e Desvio Padrão das Massas (em Gramas) Conforme o Tratamento. T1 = 500 indivíduos; T2 = 1000 indivíduos e T3 = 1500 indivíduos .....36
- Gráfico 2 - Média e Desvio Padrão dos Comprimentos (em Centímetros) Conforme o Tratamento. T1 = 500 indivíduos; T2 = 1000 indivíduos e T3 = 1500 indivíduos. Os Números de 1 a 12 Correspondem à Numeração Individual de Cada Gaiola (Hapas) Durante a Realização do Experimento.....37
- Gráfico 3 – Médias de Alimento (em Gramas) Consumido Conforme Tratamento. T1 = 500 indivíduos; T2 = 1000 indivíduos e T3 = 1500 indivíduos .....38

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1 Objetivos .....	10
1.1.1 Objetivo Geral .....	11
1.1.2 Objetivo Específicos .....	11
1.2 Justificativa.....	11
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
2.1 Piscicultura Mundial .....	12
2.2 Piscicultura Brasileira .....	13
2.3 Biologia das Espécies de Tilápia Utilizadas em Piscicultura .....	14
2.3.1 Tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)) .....	14
2.4 Sistema de Reprodução .....	16
2.4.1 Coleta de Ovos.....	16
2.4.2 Incubação Artificial .....	17
2.4.3 Reversão Sexual .....	18
2.5 Qualidade de Água.....	20
2.5.1 Temperatura.....	20
2.5.2 Oxigênio .....	21
2.5.3 Potencial Hidrogênio Iônico (pH).....	21
2.5.4 Nitrito.....	22
2.5.5 Amônia .....	22
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>24</b>
3.1 Delineamento Experimental .....	24
3.2 Descrição Geral da Estação de Piscicultura Utilizada para o Experimento.....	24
3.3 Coleta de Ovos.....	26

3.4 Incubação Artificial .....	27
3.5 Reversão Sexual .....	30
3.6 Biometria .....	33
3.7 Qualidade de Água.....	34
3.8 Variáveis Analisadas .....	34
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>36</b>
4.1 Discussão dos Resultados .....	39
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A piscicultura é o ramo da Aqüicultura que envolve a criação de peixes, e vem crescendo em um ritmo acelerado. A produção de alimentos tornou-se uma atividade muito importante, adquirindo novas formas e produtos. A carne de peixe vem ganhando destaque pelo seu valor nutricional e excelente sabor.

Porém, ainda existem algumas limitações como: a aceitação de mudanças tecnológicas por parte da população, disponibilidade de alevinos de qualidade, equipamentos e materiais, assistência técnica, crédito financeiro e mercado ainda mais favorável.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) é uma espécie exótica cultivada desde a Idade Antiga, e disseminada pelo mundo todo. Porém, segundo Carvalho (1995), passados muitos anos desde a sua introdução, diversos pesquisadores e piscicultores frustraram-se com esta espécie ao ponto de considerarem-na uma praga. Posteriormente, a tilápia ressurgiu em diversos países, bem como no Brasil, acompanhada de novas tecnologias, novos métodos para manejo e genéticas superiores, fazendo com que os piscicultores acreditassem que a tilápia poderia revolucionar, tanto na piscicultura brasileira, como na mundial.

A partir de 1980, a tilapicultura firmou-se como uma atividade empresarial e as primeiras pesquisas, no Brasil, sobre manejo e rações, iniciaram-se em 1990 (JÚNIOR, 2008).

A tilápia tem se destacado na piscicultura brasileira, tendo seu cultivo crescido cerca de 17% ao ano no período de 2000 a 2010 (MATIAS, 2012). Isto devido a algumas características importantes como o ótimo desempenho, alta rusticidade, adaptabilidade a diversos sistemas de criação, curto ciclo de produção, consumo de alimento natural, resistência ao manejo, boa aceitação do filé no mercado consumidor.

A tilapicultura, de acordo com Kubitza (2006), exige experiência e organização por parte dos piscicultores. É preciso produzir alevinos de qualidade, a começar pela eficiência da reversão sexual, garantir a qualidade genética, o tamanho mínimo e a uniformidade de tamanhos dos alevinos.

Segundo Oliveira et al (2007) quatro espécies de tilápia têm se destacado na aqüicultura brasileira e mundial: tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), tilápia de Moçambique (*Oreochromis mossambicus*), tilápia azul ou áurea (*Oreochromis aureus*) e a tilápia Zanzibar (*Oreochromis urolepis hormorum*).

As linhagens mais cultivadas da tilápia do Nilo são a tailandesa (chitralada) e a GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia). Segundo Kubitza (2006), os reprodutores destas linhagens tendem a permanecer calmos durante o manuseio, facilitando a coleta de ovos para a incubação.

Conforme Kubitza (2006) a tilápia GIFT chegou em 2005 ao Brasil. Hoje é uma linhagem com potencial para a aqüicultura brasileira devido a fatores positivos, como resistência as águas mais frias, maior rendimento de filé e maior ganho de peso. Tais características tem fomentado o interesse em estudar e desenvolver técnicas de manejo de forma que expresse ainda mais seu potencial genético.

## **1.1 Objetivos**

A seguir apresentam-se os objetivos.

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Determinar qual a melhor densidade de estocagem de larvas de tilápia da variedade GIFT quanto ao desenvolvimento e sobrevivência, durante a fase de reversão sexual, acompanhando os parâmetros da qualidade de água.

### **1.1.2 Objetivo Específicos**

- a) Verificar a taxa de sobrevivência em cada tratamento;
- b) Determinar o peso e o comprimento médio final em cada tratamento;
- c) Determinar o consumo de ração em cada tratamento;
- d) Determinar qual foi a conversão alimentar obtida em cada tratamento;
- e) Determinar o ganho de peso diário de cada tratamento.

### **1.2 Justificativa**

Sendo a produção de alevinos de tilápia incipiente no Estado do Rio Grande do Sul e constituindo-se esta em nova linha de produção para a estação de piscicultura, na qual se realizou este experimento, foi importante a testagem e monitoramento das técnicas de produção sugeridas no referencial teórico.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo serão apresentados conceitos que foram relevantes para o desenvolvimento deste trabalho como o sistema de reprodução da tilápia, incubação artificial, a reversão sexual e a qualidade de água.

### **2.1 Piscicultura Mundial**

Segundo a FAO (2014), o crescimento populacional e a busca por alimentos mais saudáveis, fizeram com que a demanda por pescado aumentasse significativamente nas últimas décadas.

O mercado mundial mostrou um aumento significativo no consumo de pescados per capita da década de 1960 até 2014, saltando de 9,9 kg para 20 kg (FAO, 2014). Nas últimas cinco décadas a produção de pescado cresceu 3,2% ao ano, sendo que o consumo de pescado representa 17% da proteína animal ingerida no mundo (FAO,2016).

Conforme Barroso (2017) a produção de mais de 250 toneladas de tilápia em 2011 colocou o Brasil como o quinto maior produtor mundial da espécie, representando 47% de toda produção de pescado cultivado no país.

## 2.2 Piscicultura Brasileira

O Brasil, segundo Rocha et al (2013) tem um grande potencial para a aquicultura devido ao imenso potencial hídrico para a produção de peixes.

O país apresenta condições naturais excelentes para a atividade (clima e matriz energética).

No período de 2015 e 2016 a piscicultura brasileira produziu 483,24 mil toneladas (IBGE, 2015) e 640,54 mil toneladas (FAO, 2016) de pescado respectivamente. Informações dão conta que a aquicultura no Brasil tem uma previsão de crescimento de 104% até 2025 (FAO, 2016).

No ano de 2007 a tilápia alcançou o primeiro lugar entre as espécies mais cultivadas no mundo, com 92 mil toneladas, seguida pelas carpas com 34,7 mil toneladas, segundo a FAO (2010). Já em 2015 foram produzidas, no Brasil, 219,33 mil toneladas de tilápia (IBGE, 2015; ARAÚJO, 2017).

De acordo com Araújo (2017) a produção de tilápia obteve um aumento de 223% de 2005 a 2015, e isso deveu-se ao aumento da tecnificação e do profissionalismo por parte dos produtores em diversos polos. No Paraná e Santa Catarina a produtividade saltou de 30 para 50 toneladas por hectare.

No estado do Rio Grande do Sul a atividade de aquicultura iniciou em 1942, nos seguintes municípios: Anta Gorda, Estrela, Montauri, Pouso Novo, Sinimbu e Venâncio Aires. Estudos indicam que no estado possui um grande potencial aquícola (MARDINI et al, 1997; PIEDRAS e BAGER, 2007). Atualmente a atividade de piscicultura está bastante disseminada.

Não foram encontrados dados atualizados sobre a produção de tilápia neste estado.

## 2.3 Biologia das Espécies de Tilápia Utilizadas em Piscicultura

A tilápia pertence à família Cichlidae e pode ser distinguida de outras famílias de peixes ósseos pela presença de uma linha lateral interrompida, que corre superior ao longo da parte anterior do peixe e inferior ao longo da porção posterior. As tilápias geralmente podem ser separadas de outros ciclídeos nativos pela coloração e/ou presença de uma placa faríngea usada na moagem de matéria vegetal (POPMA; LOVSHIN, 1995).

Conforme Popma e Lovshin (1995) as tilápias de importância comercial estão divididas pelos seus comportamentos reprodutivos, sendo três os principais grupos taxonômicos, englobando gêneros: *Tilapia spp*, as quais incubam seus ovos em substratos; *Oreochromis spp*, as quais incubam seus ovos na boca da fêmea, e *Sarotherodon spp*, as quais incubam seus ovos na boca do macho ou de ambos.

Segundo Oliveira (2007) as tilápias possuem hábitos alimentares dos tipos herbívoros, fitoplanctófago, omnívoro e detritívoro. Elas ingerem uma grande variedade de alimentos naturais, incluindo plâncton, folhas verdes suculentas, organismos bentônicos, invertebrados aquáticos, larvas de peixes, detritos e matéria orgânica em decomposição (POPMA; LOVSHIN, 1995). Estes peixes possuem dentes rudimentares nos lábios, intestino longo, respiração do tipo branquial, e o corpo coberto por escamas.

### 2.3.1 Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758))

Conforme Oliveira et al (2011), as tilápias foram introduzidas em 1953 pela primeira vez no Brasil, quando importaram a *Coptodon rendalli* (Boulenger, 1897) do Congo, conhecida como Tilapia rendali. Posteriormente, em 1971, introduziram exemplares da espécie *Oreochromis niloticus*, conhecida como Tilapia nilotica, sendo originária da Costa do Marfim. Tão logo foi introduzida, esta espécie disseminou-se por praticamente todo o país. De acordo com Buscolo et al (2001), o interesse pelo cultivo desta espécie se explica pela busca por melhores índices de

crescimento e produtividade. Desde então diversas espécies foram introduzidas na piscicultura mundial, totalizando em mais de 70.

O aumento da produção de tilápia do Nilo deve-se à grande procura da carne e das características zootécnicas, como elevada capacidade de adaptação, resistência a situações ambientais adversas, alta conversão alimentar, grande resistência ao manuseio, excelente potencial para comercialização, facilidade de reprodução, adaptabilidade a variados sistemas de produção, boa aceitação de rações e rápido crescimento, sendo acompanhado por um incremento nos estudos de melhoramento genético (KUBITZA, 2000; SEBRAE, 2014).

### **2.3.1.1 Linhagem GIFT**

A linhagem GIFT (Genetic Improvement of Farmed Tilapias), segundo Gupta e Acosta (2004), surgiu através de um projeto de pesquisa, que iniciou na Malásia no ano de 1988, a partir da espécie *Oreochromis niloticus*, incluindo quatro linhagens comerciais de tilápias cultivadas na Ásia e mais quatro linhagens silvestres de cultivo africano. De acordo com Oliveira et al (2011) a pesquisa tinha o objetivo de aumentar a variabilidade genética e selecionar características desejáveis. Com o resultado obtido dessa combinação das oito linhagens, realizou-se a seleção das primeiras gerações da linhagem GIFT. Para que esta linhagem pudesse se disseminar plenamente, testes em diferentes ambientes de cultivo foram realizados.

Segundo Oliveira et al (2011), esta linhagem se destaca pelo seu rápido crescimento, alta rusticidade, alto rendimento de filé e elevado grau de resistência às doenças.

## 2.4 Sistema de Reprodução

Conforme Kubitza (2000), as tilápias são conhecidas por reproduzirem-se precocemente. Algumas espécies, como a *Oreochromis niloticus*, quando possuem de 30 a 40g, alcançam a maturidade sexual, podendo realizar de 8 a 12 desovas por período reprodutivo. Segundo Zimmermann (1999), sua maturação sexual está muito vinculada ao clima regional, idade e tamanho. É importante que a temperatura da água seja superior a 24 °C.

Quando a fêmea está apta para desovar, ela dirige-se ao macho no sítio de reprodução. Ou seja, os machos escolhem um local (área) na parte do fundo do tanque ou gaiola (hapas) para estabelecerem um território de desova (SURESH, 1999). Nesse local será realizada a limpeza pelo macho para iniciar o ritual de acasalamento (POPMA; LOVSHIN, 1995).

Após um breve cortejo entre os reprodutores, a fêmea deposita os ovos no território escolhido pelo macho, e simultaneamente o macho os fertiliza (KUBITZA, 2000). Conforme El - Sayed (2006) ele nada sobre os ovos, e com sua papila genital, lança uma nuvem de esperma sobre os mesmos. Assim que a fertilização é concluída, a fêmea recolhe os ovos em sua boca para encubá-los, afastando-se da área de acasalamento. Segundo Popma e Lovshin (1995), os ovos permanecem na boca da fêmea até a absorção do saco vitelínico pelas larvas. Estas mantêm-se na cavidade bucal por vários dias até a inflação da bexiga natatória das larvas.

### 2.4.1 Coleta de Ovos

Campagnolo (2002) explica que os reprodutores são alojados em gaiolas (hapas), confeccionadas com tela de nylon (tipo mosqueteiro), que variam de um a dois milímetros de malha, afim de evitar que os ovos se percam durante as desovas. Estas gaiolas (hapas) ficam imersas e suspensas dentro do viveiro escavado. Este ambiente deve ser mantido entre 26 a 30 °C.

Segundo Zimmermann (1999), as fêmeas são coletadas, com auxílio de um puçá, entre 5 a 7 dias após o acasalamento. Manuseiam-se as fêmeas mantendo-as imersas, aplicando-se um movimento suave de balanço (vai-e-vem) longitudinalmente ao eixo sagital do peixe. Desta forma, os animais são induzidos e liberarem os ovos nas gaiolas. Estes são recolhidos com auxílio de peneiras e transferidos ao laboratório para a incubação.

#### **2.4.2 Incubação Artificial**

De acordo com Zimmermann (1999), o processo de incubação artificial deve ser realizado de forma semelhante à forma natural, com lenta circulação da água para a movimentação dos ovos, a fim de atender os requisitos ambientais para a embriogênese.

Segundo Campagnolo (2002), os ovos coletados podem estar em diferentes estágios, indicados pela coloração: ovos de cor creme-amarelada (fase inicial de desenvolvimento embrionário) e/ou ovos de cor marrom (fase final da embriogênese). Quando o material recolhido nas gaiolas para o processo de incubação, faz-se necessária a separação dos ovos de materiais grosseiros como escamas e outros, utilizando-se uma peneira de tela de nylon de malha três milímetros.

Os ovos são alojados em recipientes (incubadoras) de plástico ou de vidro (CAMPAGNOLO, 2002). A quantidade a ser alojada depende da forma e volume do recipiente. As incubadoras estão conectadas a bandejas plásticas para as quais as larvas eclodidas dirigem-se, quando aptas à natação. Estas bandejas são rasas e possuem duas aberturas em forme de janela, com tela de nylon de um milímetro.

Segundo Pandit, Wagle e Ranjan (2017), durante a incubação é necessário que haja um fluxo de água constante, afim de não acumular os ovos e resíduos, permitindo assim a troca de oxigênio entre os ovos e a água circundante. A vazão deste fluxo de água constante deve ser proporcional a densidade de ovos presentes

na incubadora e a fragilidade dos mesmos. A temperatura ideal fica na faixa de 26 °C a 32 °C.

De acordo com Zimmermann (1999), as larvas permanecem de três a cinco dias nas bandejas, até o início da alimentação.

### **2.4.3 Reversão Sexual**

Conforme Guerrero (1979), a reversão sexual é uma técnica utilizada pelos piscicultores na produção de alevinos de tilápia exclusivamente machos. Esta técnica utiliza hormônios masculinizantes, ministrados através da alimentação em larvas recém eclodidas, já que, nesta etapa do ciclo vital ainda não apresentam sexo definido. De acordo com Carvalho (1995) e Popma e Green (1990), este manejo faz com que os tecidos gonadais, ainda não diferenciados, desenvolvam-se em tecido testicular, produzindo indivíduos que crescem e funcionam reprodutivamente como machos. Ou seja, a larga escala comercial é realizada exclusivamente com mais de 95% machos.

Além de evitar problemas com a reprodução, esta prática proporciona a obtenção de populações constituídas apenas por machos, os quais possuem maior potencial de crescimento, quando comparado com indivíduos fêmeas, segundo Barroso et al (2015).

De acordo com El-Sayed (2006), a porcentagem de machos obtida depende principalmente do tipo de hormônios, a dose e duração da administração, a espécie, o tamanho e idade das larvas. O hormônio mais comum e bem sucedido utilizado para reversão sexual de Tilápia é o 17 $\alpha$ -metiltestosterona (MT). A dose que mais vem sendo usada é de 30-60 mg / kg administrada por cerca de 25 a 30 dias, dependendo da temperatura da água e a eficiência da técnica.

Conforme Ribeiro (1996) o hormônio 17 $\alpha$ -metiltestosterona é insolúvel em água, mas é facilmente dissolvido em álcool etílico de 80 a 90%. Para fixar o hormônio à ração, uma solução álcool-hormônio é misturada a ela. O álcool é

perdido por evaporação. Após esse processo, é importante que a ração fique secando, por pelo menos um dia, para garantir que o álcool tenha evaporado.

As pós-larvas iniciam o processo de reversão sexual quando estão entre 8 a 13 milímetros e que haja temperaturas médias da água de 24 a 28 °C. Temperaturas abaixo de 24 °C podem prejudicar a eficiência da reversão sexual (POPMA; LOVSHIN, 1995).

Segundo Popma e Green (1990), a dose de 60 mg/kg de 17- $\alpha$ -metiltestosterona na dieta por períodos de 21 a 28 dias é capaz de reverter para machos de 97 a 100%, de larvas de Tilápia do Nilo, com comprimento inferior a 14 milímetros.

A distribuição das refeições diárias depende do tipo de sistema adotado pela piscicultura (tanque de terra e/ou tanque de fibra). É importante que sejam mais do que 5 refeições diárias, conforme Kubitzka (2006). Em cada refeição, a ração deve ser fornecida até o momento em que os peixes estiverem saciados (*ad libitum*), e isso é obtido através da observação do trato.

De acordo com Kubitzka (1999), pós-larvas de peixes possuem crescimento rápido e são muito exigentes na questão da nutrição. Devido as pós-larvas de tilápia possuírem trato digestivo completo, conseguem usar adequadamente rações de moagem fina, boa palatabilidade e nutricionalmente completas já na primeira alimentação. Fitoplancton, em condições naturais, é um dos primeiros alimentos das mesmas, possuindo um alto valor energético e podem contar com níveis de proteína de 20 a 60%. Por esses motivos, os melhores resultados em questão de crescimento de pós-larvas de tilápias estão sendo obtidos com rações contendo de 40 a 50% de proteína bruta.

Os alevinos, segundo Kubitzka (2006), devem terminar a reversão sexual com no mínimo três centímetros. Larvas com idade e tamanhos adequados são usualmente revertidas em gaiolas (hapas). Estas gaiolas devem ser construídas com tela de nylon de malha de um milímetro, e são suspensas em viveiros. As larvas são estocadas entre 3000 a 5000/m<sup>2</sup>.

## 2.5 Qualidade de Água

De acordo com Kubitza (2000), as espécies de tilápia adaptam-se muito bem às diferentes condições de qualidade de água. São bastante tolerantes as baixas taxas de oxigênio dissolvido e convivem com uma ampla faixa de acidez e alcalinidade na água. Até mesmo se reproduzem em águas salobras e salgadas e toleram altas concentrações de amônia tóxica.

As tilápias, conforme Popma e Phelps (1998), são algumas das espécies mais cultivadas mundialmente, sendo as mais resistentes as altas temperaturas, as baixas concentrações de oxigênio dissolvido e as altas concentrações de amônia na água.

O gerenciamento da qualidade de água torna-se fator chave para as atividades da aquicultura bem-sucedidas (EL-SAYED, 2006). É muito importante conhecer as inter-relações entre os parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água e a saúde e crescimento dos animais, evitando-se falhas e garantindo-se o sucesso dos procedimentos. Esse conhecimento e prática ajudam a entender os processos biológicos, químicos e físicos da água.

### 2.5.1 Temperatura

A temperatura é um dos fatores mais importantes, afetando a fisiologia, crescimento, reprodução e metabolismo da tilápia, segundo El-Sayed (2006).

Conforme Devlin e Nagahama (2002), os peixes são animais pecilotérmicos, ou seja, o desenvolvimento embrionário no período da determinação sexual ocorre sob condições de temperatura controlada.

Segundo Kubitza (2000), as tilápias apresentam conforto térmico entre 27 °C a 32 °C. Temperaturas acima dos 32 °C e abaixo dos 27 °C podem reduzir o apetite, bem como o crescimento. Na prática da reversão sexual, temperaturas abaixo dos 24 °C podem afetar a eficiência da mesma.

Segundo Devlin e Nagahama (2002), uma variedade de sinalizações bioquímicas que participam na determinação do sexo, envolve diversas proteínas. A temperatura pode ter grande influência na estrutura e função destas proteínas e outras macromoléculas. Ou seja, se no ambiente de vida do peixe houver flutuações de temperatura, poderá ocorrer alterações nas sinalizações envolvidas na determinação do sexo e, conseqüentemente, alterar a proporção de machos e fêmeas, mesmo utilizando alimento com hormônios.

### **2.5.2 Oxigênio**

O oxigênio dissolvido (OD) é um dos fatores ambientais limitantes que afetam a alimentação, o metabolismo e o crescimento do peixe. Segundo El-Sayed (2006), em ambientes com oxigênio adequado, as tilápias terão um melhor desempenho. Porém, os baixos níveis podem limitar a respiração e o crescimento, além de atividades metabólicas.

As tilápias são conhecidas por tolerarem níveis baixos de oxigênio, chegando a suportar 0,1 a 0,5 mg/l por diferentes períodos de tempo. Os melhores níveis de oxigênio ficam entre 3 a 6 mg/l, de acordo com Kubitza (2000).

No viveiro de tilápias as fontes de oxigênio são: o fitoplâncton, a renovação de água, os equipamentos tipo aeradores elétricos, bem como o contato com o ar.

### **2.5.3 Potencial Hidrogênio Iônico (pH)**

O pH da água para tilápias deve ser mantido entre 6 a 8,5. Abaixo de 4,5 e acima de 10,5 a mortalidade é característica. Quando expostas ao pH baixo, segundo Kubitza (2000), as tilápias apresentam sinais de asfixia, o corpo e as brânquias apresentam excesso de muco.

#### 2.5.4 Nitrito

De acordo com El-Sayed (2006), o nitrito e nitrato são produtos da degradação da amônia, que ocorre através do processo de nitrificação, no qual bactérias utilizam a amônia para seus processos metabólicos.

Primeiramente as bactérias dos gêneros Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrosolobus e Nitrospira atuam na oxidação da amônia a nitrito, e aquelas denominadas Nitrobacter, Nitrococcus, Nitrospina e Nitrospira convertem o nitrito a nitrato, sendo esta última forma menos tóxica para os peixes, de acordo com El-Sayed (2006). Normalmente os peixes toleram faixas até 0,5 mg/l.

Para a tilápia, segundo Kroupova, Machova e Svobodova (2005), o principal efeito da contaminação por nitrito é a oxidação da hemoglobina no sangue, fazendo com que ela leve oxigênio para os órgãos e tecidos. Em consequência disso, o sangue e as guelras dos peixes ficam marrons, e o peixe entra em estado de letargia (fica parado demais). Isso ocorre porque os músculos não trabalham corretamente, prejudicando o funcionamento de todos os órgãos.

#### 2.5.5 Amônia

A amônia deriva da própria excreção nitrogenada dos peixes e da decomposição do material orgânico na água. A amônia excretada existe em duas formas: o íon  $\text{NH}_4^+$  (forma pouco tóxica) e  $\text{NH}_3$  (forma tóxica). Segundo Morrow (2009), a molécula de  $\text{NH}_3$  pode ser altamente tóxica, prejudicando as membranas teciduais e impedindo o funcionamento do sistema nervoso central. É necessário medir o pH e temperatura da água para saber quanto da amônia total está na forma tóxica, conforme Kubitzka (2000). É importante que esta forma da amônia se encontre abaixo de 0,04 mg/l.

Segundo Morrow (2009), nos peixes a amônia é produzida no fígado através da transaminação de aminoácidos, porém, também pode ser produzida nos rins, nas brânquias e músculo esquelético.

Devem servir como alerta no cultivo de tilápias concentrações de amônia não ionizada de 0,20 mg/l. Kubitzka (2000) explica que, mesmo que não observa-se mortalidade no viveiro por toxidez de amônia, a exposição dos peixes a níveis letais afeta o crescimento, a conversão alimentar, a tolerância ao manuseio e transporte e a condição de saúde dos peixes, além de comprometer a lucratividade.

## **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **3.1 Delineamento Experimental**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e definido em três tratamentos e três repetições, sendo 30 dias o período experimental, no qual ocorreu o processo de reversão sexual. Os tratamentos seguiram com as seguintes densidades de estocagens: 500, 1000 e 1500 indivíduos.

### **3.2 Descrição Geral da Estação de Piscicultura Utilizada para o Experimento**

O experimento foi desenvolvido em uma estação de Piscicultura, localizada no município de Fazenda Vilanova – Rio Grande do Sul (Figura 1), sendo esta uma das maiores do estado, no segmento de produção de alevinos, com funcionamento desde 1996. E desde 2014 tem produção de alevinos de Tilápia.

Figura 1 – Vista da Estação de Piscicultura, Unidade de Fazenda Vilanova, na qual Foram Desenvolvidos os Experimentos



Fonte: Google Earth (2017).

A estação de Piscicultura possui produção em duas áreas: a matriz, com 5ha de lâmina d'água, situada em Linha Harmonia, município de Teutônia (Figura 2), e uma segunda área (8 há de lâmina d'água) situada no município de Fazenda Vilanova, localidade de Colônia Cardoso. A matriz conta com 33 tanques escavados, um amplo laboratório, local onde é realizada a reprodução e larvicultura de Carpas e Jundiá.

Figura 2 – Vista da Estação de Piscicultura, Unidade de Teutônia



Fonte: Google Earth (2017).

A área de Fazenda Vilanova conta com um amplo laboratório para produção de alevinos de Tilápia, como pode ser visualizado na Figura 3, no qual ocorre a incubação das ovas e larvicultura. Além desse espaço, conta com 4 tanques escavados cobertos por estufas para alojamento de matrizes e alevinos. Conta também com 22 tanques escavados para alevinagem e engorda.

Figura 3 – Laboratório de Tilapicultura



Fonte: Autora (2017).

### 3.3 Coleta de Ovos

O sistema de reprodução utilizado incluiu a coleta de ovos diretamente da boca das fêmeas no dia 07 de fevereiro de 2017, e incubação artificial. Nesse sistema os reprodutores estavam estocados em gaiolas (hapas) para a reprodução. A temperatura da água registrou 29 °C. Essas gaiolas (hapas) foram confeccionadas com tela de nylon, com malha de um milímetro, e suspensas dentro do viveiro escavado. Com auxílio de um puçá, capturaram-se manualmente os peixes (Figura 4), verificada a presença de ovos na cavidade bucal (Figura 5), em caso afirmativo, aplicado um discreto movimento de balanço (vai-e-vem) longitudinalmente ao eixo sagital do peixe, fazendo com que o reprodutor deixe cair os ovos nas gaiolas. Neste balanço, as cabeças dos reprodutores foram levemente direcionadas para o fundo das gaiolas. Por último, os ovos foram recolhidos, com o auxílio de peneiras, e transferidos ao laboratório para a incubação.

Figura 4 – Captura dos Reprodutores



Fonte: Autora (2017).

Figura 5 – Incubação de Ovos na Boca de uma Fêmea



Fonte: Autora (2017).

### 3.4 Incubação Artificial

O laboratório contou com um sistema de aquecimento de água, no qual a caldeira enviou vapor para as placas de aquecimento, conforme pode ser visto na Figura 6, e uma bomba levou a água aquecida para caixas d'água. A água manteve-

se em 28 °C. A água que saiu das incubadoras e bandejas passou por um filtro, de areia e brita, e novamente pelo aquecimento, voltando a 28 °C.

Figura 6 – Vista Parcial do Sistema de Aquecimento da Água do Laboratório de Larvicultura



Fonte: Autora (2017).

Os ovos, ao chegarem ao laboratório foram separados de escamas e materiais grosseiros (Figura 7), passando por uma tela de nylon de três milímetros.

Figura 7 – Separação dos Ovos a Partir do Material Aspirado do Recipiente de Coleta



Fonte: Autora (2017).

Os indivíduos que já haviam eclodido dentro das gaiolas (hapas) e se encontravam em forma de larva, também foram separados. Após essa etapa, os ovos foram alojados nas incubadoras, de acordo com a Figura 8.

Figura 8 – Alojamento dos Ovos nas Incubadoras



Fonte: Autora (2017).

Os ovos permaneceram seis dias até sua eclosão. Para este experimento foram utilizados ovos resultantes de uma coleta de um único dia.

### 3.5 Reversão Sexual

No dia 14 de fevereiro de 2017 selecionou-se um lote de larvas, as quais haviam realizado a completa absorção do saco vitelínico, e foram classificadas por uma tela de nylon de três milímetros. Após, contabilizou-se as larvas uma a uma (Figura 9) e separou-se três baterias de quatro bandejas, cada bateria com, respectivamente, 500, 1000 e 1500, totalizando 12000 larvas, com massa média inicial de 0,01 mg e comprimento total de sete milímetros.

Figura 9 – Contagem das Larvas



Fonte: Autora (2017).

Logo após esta etapa, foram instaladas 12 gaiolas (hapas) no viveiro escavado da reversão sexual (504m<sup>2</sup>), o qual é revestido com geomembrana e coberto com estufa de 2,5m de altura. As gaiolas foram confeccionadas com tela de nylon, de um milímetro de malha e dimensões de 1,0 x 1,0 x 1,0 m. As mesmas foram instaladas em duas colunas, cada uma com 6 gaiolas (hapas), distantes meio metro de cada uma, como visto na Figura 10.

Figura 10 – Gaiolas (Hapas) Instaladas no Viveiro Escavado da Reversão Sexual



Fonte: Autora (2017).

Antes da transferência das larvas para as gaiolas (hapas), a temperatura da água do laboratório foi ajustada para a mesma temperatura o viveiro, para evitar um choque térmico e estresse para os animais.

Neste mesmo dia, as larvas foram transferidas para as gaiolas (hapas). Antes da soltura, as larvas foram aclimatizadas com a água do viveiro (Figura 11).

Figura 11 – Soltura das Larvas nas Gaiolas (Hapas)



Fonte: Autora (2017).

A alimentação das larvas iniciou no mesmo dia, como visto na Figura 12, as quais foram alimentadas oito vezes por dia, ad libitum, nos horários de 8:00, 9:00, 10:00, 11:00, 12:30, 13:30, 14:30 e 15:30. A ração utilizada foi farelada com 55 % de proteína bruta.

Figura 12 – Alimentação das Larvas



Fonte: Autora (2017).

A adição do hormônio masculinizante foi realizada de acordo com Ribeiro (1996), utilizando-se 60 mg de 17  $\alpha$ -metiltestosterona kg<sup>-1</sup> de ração.

Os alevinos foram mantidos no sistema de gaiolas (hapas) por 28 dias.

### 3.6 Biometria

Realizou-se uma biometria final, medindo-se o comprimento total (paquímetro digital) e massa (balança analítica com precisão de 0,001g).

Para as respectivas densidades utilizadas (500, 1000 e 1500) foram pesados e medidos 223, 285 e 315 peixes ao final do experimento, seguindo proporções conforme Barbetta (2001).

Para a realização da biometria final, os indivíduos foram coletados em jejum (Figura 13) no dia 15 de março e acondicionados em baldes plásticos de 20l. Destes baldes foram retiradas, aleatoriamente, as amostras citadas acima, sendo estas acondicionadas em caixas de isopor e conservadas com álcool 70%. Esta biometria foi realizada no Laboratório de Química da Univates.

Figura 13 – Retirada dos Indivíduos das Gaiolas (Hapas)



Fonte: Autora (2017).

### 3.7 Qualidade de Água

O sistema de reversão sexual do viveiro contou com um sistema de renovação de água, o qual foi feito a cada dois dias durante 6 horas. Esta renovação utiliza uma bomba que traz água do poço artesiano da Piscicultura. A entrada da água fica na parte da frente do viveiro. Já o sistema de recirculação de água não foi utilizado devido a maneira de como as gaiolas (hapas) foram instaladas, não tendo disposição de canos. Porém, acoplou-se uma mangueira (de jardim) com garrafa pet em cada gaiola para aeração, a qual foi feita com um soprador. A aeração também foi realizada com um aerador trifásico.

### 3.8 Variáveis Analisadas

Foi realizada análise de variância seguido do Teste Tukey para verificar se existe diferença entre as 3 densidades com relação ao peso e comprimento.

A taxa de sobrevivência foi determinada em cada tratamento e depois fez-se uma média por tratamento, conforme a fórmula:

Sobrevivência (S) = número final de indivíduos / número inicial de indivíduos X 100.

A biomassa final (g), conversão alimentar (CA) e ganho de peso diário (g) foram determinado de acordo com as seguintes fórmulas, e após médias para cada tratamento:

Biomassa (g) = peso médio dos peixes pesados individualmente X o número de peixes pesados individualmente + peso total do conjunto dos demais peixes não pesados individualmente.

Conversão alimentar (CA): Quantidade de ração consumida / (biomassa final – massa inicial).

Ganho de peso diário (GPD): (peso médio final – peso inicial) / dias de cultivo.

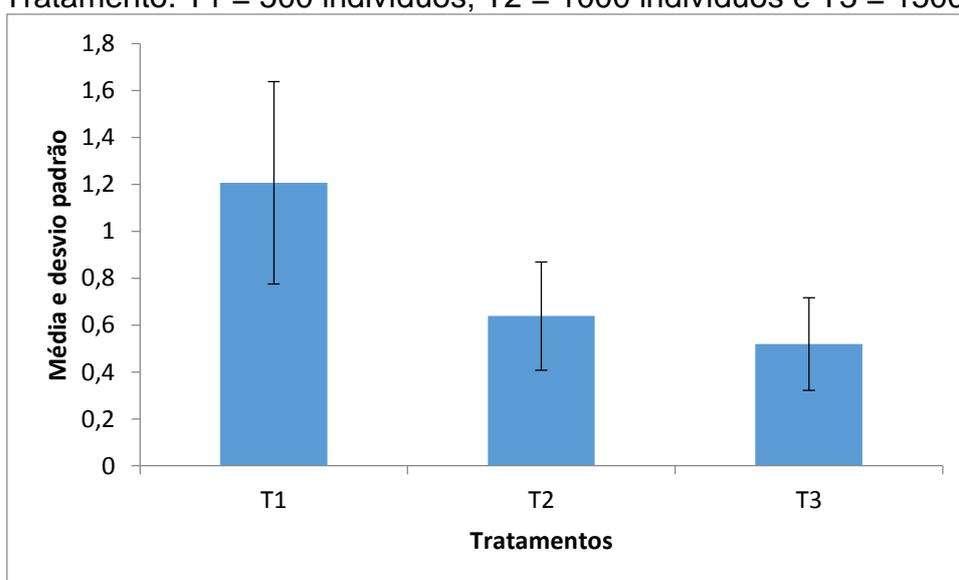
Os parâmetros de água foram acompanhados diariamente, realizando-se os testes de oxigênio dissolvido (oxímetro digital A-155 Alfakit), pH (kit Labcontest), amônia (kit Labcontest), nitrito (kit Labcontest) e temperatura (termômetro de mercúrio). Estes dados serão apresentados com suas respectivas médias.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com relação a massa (g) foi encontrada diferença significativa ( $F=1593$ :  $p>0,0001$ ) entre os três tratamentos (Gráfico 1).

O teste TUKEY indicou diferença significativa entre: T1 e T2 ( $p>0,0001$ ), entre T1 e T3 ( $p>0,0001$ ) e entre T2 e T3 ( $p>0,0001$ ). A média de massa de T1 (1,21 g)  $>$  T2 (0,64 g)  $>$  T3 (0,52 g). Ou seja, a relação entre massa e densidade populacional foi inversamente proporcional. T1, com menor densidade, obteve a maior massa final entre os três tratamentos e T3, com maior densidade, obteve a menor massa final.

Gráfico 1 – Média e Desvio Padrão das Massas (em Gramas) Conforme o Tratamento. T1 = 500 indivíduos; T2 = 1000 indivíduos e T3 = 1500 indivíduos



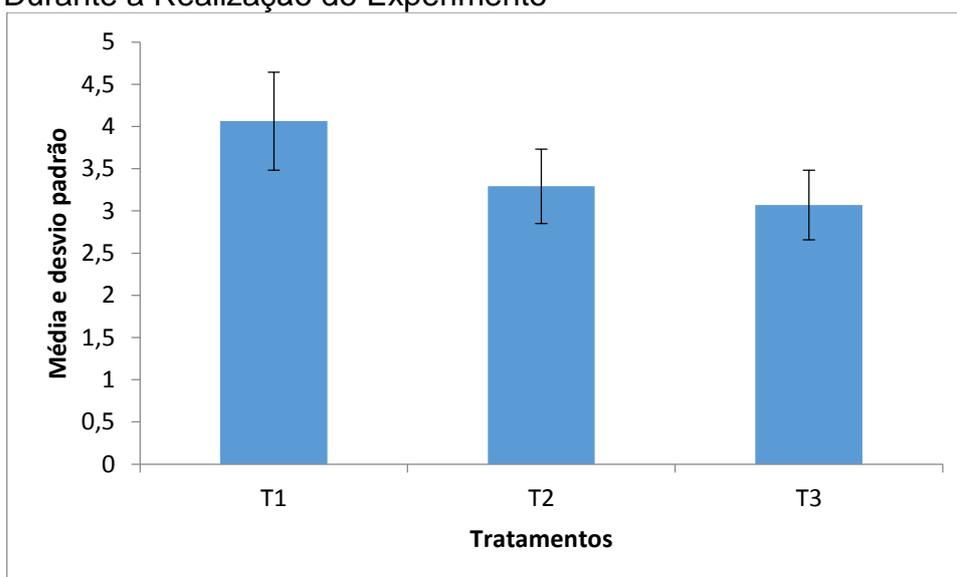
Fonte: Autora (2017).

Com relação ao comprimento (cm) foi encontrada diferença significativa ( $F=1209$ ;  $p>0,0001$ ) entre os três tratamentos (Gráfico 2).

O teste TUKEY indicou diferença significativa entre: T1 e T2 ( $p>0,0001$ ), entre T1 e T3 ( $p>0,0001$ ) e entre T2 e T3 ( $p>0,0001$ ).

A média de comprimento de T1 (4,06 cm) > T2 (3,29 cm) > T3 (3,06 cm). Ou seja, a relação entre comprimento e densidade populacional também foi inversamente proporcional. T1, com menor densidade, obteve o maior comprimento final entre os três tratamentos e T3, com maior densidade, obteve o menor comprimento final.

Gráfico 2 - Média e Desvio Padrão dos Comprimentos (em Centímetros) Conforme o Tratamento. T1 = 500 indivíduos; T2 = 1000 indivíduos e T3 = 1500 indivíduos. Os Números de 1 a 12 Correspondem à Numeração Individual de Cada Gaiola (Hapas) Durante a Realização do Experimento



Fonte: Autora (2017).

O T2 obteve alta conversão alimentar (CA) e com ganho de peso diário (GPD) intermédio, mas provavelmente com grande desperdício de ração. O T3 obteve melhor conversão alimentar (CA) e melhor aproveitamento da ração ministrada, com menor desperdício. T1 obteve a conversão alimentar (CA) intermediário e maior ganho de peso diário (GPD), devido a densidade de estocagem.

O ganho de peso diário (GPD) (Tabela 1) apresentou comportamento inversamente proporcional à densidade populacional, obtendo-se, no tratamento de menor densidade o maior ganho de peso.

A seguir, na Tabela 1, as médias para massa, comprimento, taxa de sobrevivência, conversão alimentar e ganho de peso diário para cada tratamento:

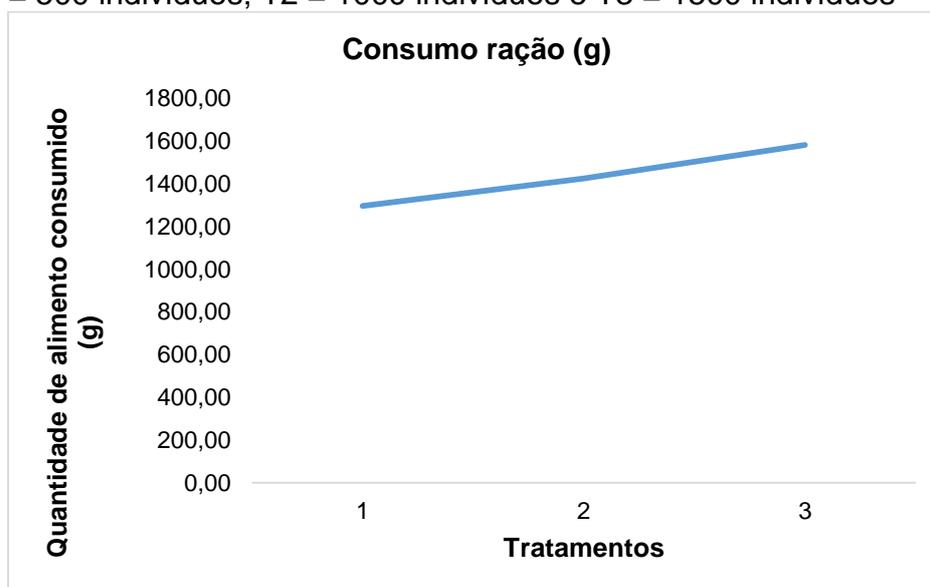
Tabela 1 - Médias de Massa (PESO, g), Comprimento (COMP, cm), Sobrevivência (SOB, %), Conversão Alimentar (CA) e Ganho de Peso Diário (GPD, g) para cada Tratamento. T1 = 500 indivíduos; T2 = 1000 indivíduos e T3 = 1500 indivíduos

TRAT.	MASSA	COMP.	SOB	C.A.	G.P.D.
1	1,21	4,06	90,90	2,55	0,043
2	0,64	3,29	82,35	2,64	0,022
3	0,52	3,07	81,90	2,50	0,018

Fonte: Autora (2017).

Em relação ao consumo de ração, T1 foi o tratamento de menor consumo, T2 consumo mediano e T3 com maior consumo. Essa relação foi proporcional com as respectivas densidades.

Gráfico 3 – Médias de Alimento (em Gramas) Consumido Conforme Tratamento. T1 = 500 indivíduos; T2 = 1000 indivíduos e T3 = 1500 indivíduos



Fonte: Autora (2017).

Os parâmetros da qualidade de água apresentados a seguir foram levantados como rotina de monitoramento de qualidade de água, e realizado uma relação ao desenvolvimento das larvas.

Tabela 2 – Médias das Máximas e Mínimas dos Parâmetros da Qualidade de Água Acompanhados ao Longo do Experimento

	Temperatura (°C)		O2 (ppm)		pH		Nitrito (ppm)		Amônia Total (ppm)		Amônia Tóxica	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Máxima	29	31	6	6	7,2	7,2	1,75	1,75	3,5	3,5	0,039	0,039
Mínima	26	28,5	4	4	7	7	1,75	1	3,5	3,5	0,025	0,025

Fonte: Autora (2017).

As máximas e mínimas dos parâmetros da qualidade de água mantiveram-se, de certa forma, constante durante todo o experimento, como é possível verificar na Tabela 2. A temperatura obteve diferença de 5 °C entre manhã e tarde. O oxigênio e o pH obtiveram pequenas diferenças entre as mínimas e máximas. O nitrito e as amônias permaneceram praticamente constantes ao longo dos 28 dias.

#### 4.1 Discussão dos Resultados

As análises estatísticas demonstram que houve diferença significativa entre os três tratamentos em relação a massa ( $F=1593$ :  $p>0,0001$ ) e comprimento ( $F=1209$ :  $p>0,0001$ ), como pode ser visto nos gráficos 1 e 2. Tachibana et al (2007) também encontrou diferenças significativas na massa e comprimento finais utilizando densidade de estocagem de 1, 3, 5, e 7 pós-larvas L-1.

As médias das massas e comprimento dos peixes foram inversamente proporcionais as densidades de estocagem, sendo que o tratamento 1, com 500 indivíduos, obteve a maior massa (1,21g) e comprimento (4,06cm). O tratamento 2, com 1000 indivíduos, ficou no crescimento intermediário, com massa 0,64g e comprimento 3,29cm, como pode ser visualizado na tabela 1. O tratamento 3, com 1500 indivíduos, obteve massa de 0,5 g e comprimento 3,07cm. Este resultado demonstra que quanto maior a densidade de estocagem de larvas de tilápia do Nilo na fase de reversão sexual, menor é o desenvolvimento dos indivíduos. Este resultado também foi encontrado por Tachibana et al (2007), sendo que o menor crescimento em massa e comprimento totais ocorreu na menor densidade. Maeda

(2010) e M' Balaka, Kassam e Rusuwa (2012) também encontraram diferenças estatísticas para massa e comprimento finais, ou seja, à medida que aumentou a densidade de estocagem, houve redução na massa e comprimento.

Conforme Ribeiro (1996) e Kubitza (2006), os três tratamentos atingiram massa e comprimento ideal para a fase de reversão sexual, quando ao final do tratamento a média da massa geralmente é de 0,1 a 0,3 gramas e média de 3cm de comprimento.

Houve uma diferença da massa entre T1 e T2 foi de 0,57g, sendo que esta diferença é praticamente a massa de T3, e entre T2 e T3 foi somente de 0,12g. Tachibana et al (2007) obteve diferença de 0,29g nas densidades de 3 e 5 pós-larvas L-1. Esta diferença pode ser devido ao número de densidade estocada nas gaiolas (hapas), sendo que assim houve mais uniformidade de comprimento nos tratamentos 1 e 2.

Em relação à conversão alimentar (CA), ela demonstrou um índice razoavelmente ruim nos três tratamentos (T1: 2,55; T2: 2,64 e T3: 2,50). Segundo Kubitza (2010), o índice de conversão alimentar considerado bom é de 1,90, quando da utilização de rações fareladas (pó). Dentre eles, quem melhor converteu a ração foi o T3, ou seja, obteve um melhor aproveitamento do alimento fornecido, apresentando melhor desempenho e mostrando que houve menor agressão e competitividade entre a população. Em T2 a conversão alimentar foi alta em relação ao T3. T1 obteve o índice intermediário. Estes resultados demonstram que a alimentação das larvas de tilápia do Nilo neste experimento na forma ad libitum ficou um pouco excedida e houve desperdiço de ração nos três tratamentos, o que resultou no aumento do índice. Nota-se, portanto, que a conversão alimentar melhorou com o aumento da densidade de estocagem. Sanches e Hayashi (1999) encontraram o inverso deste resultado. Ou seja, a conversão alimentar piorou com o aumento da densidade de estocagem, o que pode ter provocado isto é a má utilização da alimentação pelos indivíduos e estresse. A maior densidade de estocagem atingiu uma conversão alimentar de 3,2. Maeda (2010) também demonstrou este resultado.

Conforme Kubitza (2006), a taxa de sobrevivência (SOB) foi excelente nos três tratamentos, já que geralmente obtêm-se valores acima de 80%. A menor densidade (500 indivíduos) obteve a maior taxa (90,90 %) neste experimento. Tachibana (2007); Maeda et al (2010) e M' Balaka, Kassam e Rusuwa (2012) não encontraram taxas de sobrevivência alterados com o aumento da densidade de estocagem. Neste experimento, o tratamento maior (1500 indivíduos) obteve a menor taxa de sobrevivência (81,90). O que pode ter sido influenciado pelo desperdício de ração, a qual se acumulou e alterou a amônia e nitrito da água.

O ganho de peso diário (GPD) foi inversamente proporcional a densidade de estocagem, sendo que o tratamento de menor densidade de estocagem (T1) obteve o maior ganho de peso diário e o tratamento de maior densidade de estocagem (T3) obteve o menor ganho de peso diário. Ou seja, com o aumento da densidade de estocagem, o ganho de peso diário diminuiu, e isso deve-se em função do aumento da concorrência pelo alimento. Maeda et al (2010) encontrou resultado semelhante.

Segundo Kubitza (1999), geralmente utilizam-se cerca de 800 gramas de ração farelada para cada 1000 indivíduos na fase de reversão sexual. Porém, isso depende de produtor para produtor e alguns fatores como: a linhagem da espécie utilizada, a ração, o manejo alimentar, o hormônio e condições ambientais. Para este experimento, a média de consumo de ração por tratamento foi proporcional a densidade de estocagem, como mostra o gráfico 3. Entretanto, a quantidade de ração utilizada foi razoavelmente alta nos tratamentos 1 e 2. Pode-se pensar na hipótese que a ração farelada utilizada não possui boa flutuabilidade, fazendo com que afunde rapidamente e conseqüentemente os peixes não ingeriram o alimento.

Em relação aos parâmetros da qualidade de água, a temperatura obteve uma pequena oscilação entre as manhãs e tardes, porém, ficou dentro do aceitável e proporcionou conforto térmico ideal para as larvas de tilápia do Nilo neste ambiente (KUBITZA, 2000). A temperatura é um dos fatores mais importantes, afetando a fisiologia, o crescimento, a reprodução e o metabolismo da tilápia, segundo El-Sayed (2006). Tachibana (2007) obteve temperatura de 27 °C em experimento com diferentes densidades de estocagem utilizando tilápia.

O oxigênio permaneceu dentro do esperado, oscilando de 4 a 6 ppm, o qual está dentro do normal para a espécie (KUBITZA, 2000). O pH permaneceu dentro da faixa ideal, o qual praticamente não oscilou entre as manhãs e tardes (7 – 7,2)

Neste experimento houve desperdício de ração nos três tratamentos, porém, o tratamento 3 foi quem menos desperdiçou. Em consequência disto, os parâmetros de nitrito (1,75 ppm) e amônia total (3,5 ppm) permaneceram alterados durante o experimento (EL-SAYED, 2006; KUBITZA, 2000). Ou seja, com o provável acúmulo de ração no fundo das gaiolas (hapas), houve a decomposição aeróbia e anaeróbia de matéria orgânica. A amônia tóxica permaneceu abaixo de 0,04 mg/l (Tabela 2), o que é considerado o ideal para fases de arraçoamento alto (KUBITZA, 2000). Entretanto, o nitrito e a amônia total neste experimento podem ter influenciado em uma parcela pequena no desenvolvimento das larvas de tilápia do Nilo, lembrando que esta espécie é bastante tolerante a níveis intoleráveis dos parâmetros da qualidade de água (KUBITZA, 2000). Entretanto, para saber a real interferência, seria necessário fazer um estudo mais detalhado da influência da qualidade da água no crescimento de larvas de tilápia, já que não foi objetivo deste estudo. Schwarz et al (2016) também encontrou 1,75 ppm de nitrito e 3,5 ppm de amônia, porém, foi observado uma baixa mortalidade dos alevinos de tilápia, o que demonstrou que esta espécie de peixe apresentou uma resistência a essas condições, como foi o caso deste experimento.

## **5 CONCLUSÃO**

Nas condições experimentais explicitadas para larvas em gaiolas (hapas), as densidades de estocagem mostraram diferenças significativas em relação a massa e comprimento entre os três tratamentos, já que os valores apresentaram tendência de piora com o aumento da densidade. Conclui-se que os valores obtidos de massa e comprimento nos três tratamentos são aceitáveis para a fase de reversão sexual de tilápia do Nilo. No entanto, a densidade de estocagem que mais se desenvolveu e obteve maior taxa de sobrevivência foi a de 500 larvas/m<sup>2</sup>.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Clenio. Produção de tilápia no Brasil cresce 223% em dez anos. **Embrapa notícias**, Brasília, 14 abr. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21621836/producao-de-tilapia-no-brasil-cresce-223-em-dez-anos>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

BARBETTA, A. Pedro. **Estatística aplicada às ciências sociais**. Florianópolis, 4 ed., p. 41 – 65, 2001.

BARROSO, M. Renata. Indicadores socioeconômicos do desempenho da produção de tilápia no Brasil. **Embrapa notícias**, Brasília: ---. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/208496/indicadores-socioeconomicos-do-desempenho-da-producao-de-tilapia-no-brasil>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

BARROSO, Renata M. et al. Gerenciamento genético da Tilápia nos cultivos comerciais. **Embrapa Pesca e Aquicultura**, n. 23, p. 23 - 26, Palmas, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139186/1/CNPASA-2015-doc23.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2017

BUSCOLO, R. Wilson et al. Desempenho de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens Tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1-2, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n5/6672.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2017.

CAMPAGNOLO, C. **Sobrevivência de Ovos e Embriões de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) em Sistema de Incubação Artificial**. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, p. 18, 2002.

CARVALHO FILHO, J. Tilápia especial. **Revista Panorama da aquicultura**. Rio de Janeiro, v. 5; n. 27, p.8, jan/fev, 1995. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/27/Tilapia.asp>>. Acesso em: 24 set. 2017.

DEVLIN, R. H.; NAGAHAMA, Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. **Aquaculture**, v. 208, p.191-364, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848602000571>>. Acesso em 20 set. 2017.

EL-SAYED, A.F.M. Reproduction and seed production. **Tilapia culture**, London: CABI Publishing, p.112 – 140, 2006.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges**, Roma, p. 3 11, 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **El estado mundial de la pesca y acuicultura** (contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos), Roma, p. 70; 171 - 176, 2016. Disponível em:<<http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017.

FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e alimentação. **The State of World Fisheries and Aquaculture**, 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i1820e.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017

GUERRERO, R. D. Use of hormonal Steroids for artificial sex reversal of Tilapia. **Proc. Indian natn. Sci. Acad.** , v. 45, n. 5, p. 512 – 514, 1979. Disponível em: <[http://www.insa.nic.in/writereaddata/UpLoadedFiles/PINSA/Vol45B\\_1979\\_5\\_Art16.pdf](http://www.insa.nic.in/writereaddata/UpLoadedFiles/PINSA/Vol45B_1979_5_Art16.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2017.

GOOGLE. **Google Earth**. Versão 7.3.0. Fazenda Vilanova e Teutônia, 2017. Disponível em: <<http://earth.google.com/>> Acesso em: 31 ag. 2017.

GUPTA, M. V.; ACOSTA, B. O. From drawing board to dining table. **The success story of the GIFT project**. NAGA - Worldfish Center Quarterly, v. 27, n. 3 e 4, p. 4-14, jul/dez, 2004. Disponível em: <<http://pubs.iclarm.net/Naga/naga27-3n4/pdf/article01.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, v. 43, p. 33 – 37, 2015.

JUNIOR, Carlos A. F.; JUNIOR, Airton S. V. Cultivo de Tilápia no Brasil: origens e cenário atual. **In: congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 2008, Rio Branco Comercialização, Mercados e Preços, n. 02, p. 1 – 7, 2008. Disponível em: <<https://ageconsearch.umn.edu/bitstream/108143/2/178.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2017.

KROUPOVA, Hana; MACHOVA, J.; SVOBODOVA, Z. Nitrite influence on fish: a review. **Revista Vet. Med.**, Czech, V. 50, N. 11, p. 461 – 468, 2005. Disponível em: <<http://vri.cz/docs/vetmed/50-11-461.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017.

KUBITZA, Fernando. Nutrição e alimentação de Tilápias – parte 2 – Final. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 53, p. 41 – 45, mai./jun. 1999. Disponível

em:<<http://web.uvic.ca/~soed/documents/Kubitza%20collection.pdf>>. Acesso em 20 set. 2017.

\_\_\_\_\_. Índice de conversão alimentar de tilápias. **Matsuda artigos técnicos**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.matsuda.com.br/Matsuda/Web/artigostecnicos/detalhe.aspx?id=B10080514581241&lang=pt-BR>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 60, jul./ago. 2000. Disponível em: <[http://www.matsuda.com.br/Matsuda/upload/artigostecnicos/qualidade\\_da\\_agua\\_sistemas\\_de\\_cultivo\\_planejamento\\_da\\_producao\\_manejo\\_nutricional\\_e\\_alimentar\\_e\\_sanidade\\_parte\\_ii.pdf](http://www.matsuda.com.br/Matsuda/upload/artigostecnicos/qualidade_da_agua_sistemas_de_cultivo_planejamento_da_producao_manejo_nutricional_e_alimentar_e_sanidade_parte_ii.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2017.

\_\_\_\_\_. Tilápia: um bom planejamento gera alta rentabilidade. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 59, p. 44-48, mai./jun. 2000. Disponível em: <<http://web.uvic.ca/~soed/documents/Kubitza%20collection.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017.

\_\_\_\_\_. Questões frequentes dos produtores sobre a qualidade dos alevinos de Tilápia. **Revista Panorama da Aquicultura**. Rio de Janeiro, set/out, v. 16; n. 97, p. 14 - 16, 2006. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/97/KubAlevinosTilapia97.asp>>. Acesso em: 26 set. 2017.

M'BALAKA, M., KASSAM, D., RUSUWA, B. The effect of stocking density on the growth and survival of improved and unimproved strains of *Oreochromis Shiranus*. **Egyptian Journal of Aquatic Research**. Antigo Egito, n. 38, p. 205 – 211, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

MAEDA, Henrique et al. Densidade de estocagem na Alevinagem de tilápia-do-nylo em tanque-rede. **Ci. Anim. Bras. Goiânia**, v. 11, n. 3, p. 471 – 476, jul./set, 2010. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/vet/article/download/1472/7902>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

MARDINI, V. Carlos et al. Caracterização preliminar da piscicultura desenvolvida no Rio Grande do Sul. **Boletim técnico da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária/FEPAGRO**, Porto Alegre, n. 6, 1997. Disponível em: <[http://www.fepagro.rs.gov.br/conteudo/6332/?Boletim\\_6\\_-\\_Caracteriza%C3%A7%C3%A3o\\_preliminar\\_do\\_perfil\\_da\\_piscicultura\\_desenvolvida\\_no\\_RS](http://www.fepagro.rs.gov.br/conteudo/6332/?Boletim_6_-_Caracteriza%C3%A7%C3%A3o_preliminar_do_perfil_da_piscicultura_desenvolvida_no_RS)>. Acesso em: 10 set. 2017.

MATIAS, Felipe. Aquicultura brasileira: como aproveitar o bom momento no cenário internacional. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 132, p. 15 – 16, jul./ago. 2012. Disponível em: <[http://www.acquaimagem.com.br/docs/Pan132\\_Kub\\_panor\\_piscicultura\\_brasil\\_parte1-1.pdf](http://www.acquaimagem.com.br/docs/Pan132_Kub_panor_piscicultura_brasil_parte1-1.pdf)>. Acesso em 20 set. 2017.

MORROW, J. Richard. **Effects of ammonia on growth and metabolism in tilapia, oreochromis niloticus**. Canada: Queen's University, 2009. Disponível em: <<http://www.collectionscanada.gc.ca/obj/thesescanada/vol2/OKQ/TC-OKQ-2574.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

OLIVEIRA, Elenise G. et al. Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria. **Circular Técnica**, Teresina, v. 45, ed. 1, dez. 2007. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34992/1/Circular45.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2017.

OLIVEIRA, Sheila N. et al. Análise genética de três gerações de tilápia do Nilo (linhagem GIFT) utilizando o marcador RAPD. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.33, n. 2, p. 207-212, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asas/v33n2/a14v33n2.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2017.

PANDIT, Narayan P.; WAGLE, Ranjan; RANJAN, Rahul. Alternative artificial incubation system for intensive fry production of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, Chitwan, Nepal, v. 5, n. 4, p. 425 – 428, 2017. Disponível em: <<http://www.fisheriesjournal.com/archives/2017/vol5issue4/PartF/5-4-66-256.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2017.

PIEDRAS, R. N. Sérgio; BAGER, Alex. Caracterização da Aquicultura desenvolvida na região Sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 403 – 407, 2007. Disponível em: <[file:///C:/Users/User/Downloads/1391-1916-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/1391-1916-1-PB%20(2).pdf)>. Acesso em: 23 set. 2017.

POPMA, J., Thomas; GREEN, W. Bastholomew. Sex reversal of Tilapia in Earthen Ponds. **Aquacultural Production Manual**, Alabama - EUA: Universitu Auburn, n. 35, p. 3 – 14, 1990. Disponível em: <<http://fisheries.tamu.edu/files/2013/09/Sex-Reversal-of-Tilapia-in-Earthen-Ponds.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2017.

\_\_\_\_\_. Sex reversal of Tilapia in Earthen Ponds. **International Center for Aquaculture Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University**, n. 35, p. 3 – 14, 1990.

POPMA, T. Thomas; LOVSHIN, L. Leonard. **Worldwide prospects for commercial production of tilapia**. Auburn University: Auburn International Center Aquaculture, Alabama, p. 3 - 19, 1995. Disponível em: <<http://www.aces.edu/dept/fisheries/aquaculture/docs/worldtilapia.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2017.

POPMA, J., Thomas; PHELPS, R.P. Status report to commercial tilápia producers on monosex x fingerling productions techniques. In: **Simpósio Sul Americano de Aquicultura**, Aquicultura Brasil, Recife, p. 127 – 145, 1998.

RIBEIRO, Maria A. G. Reversão sexual de Tilápias. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 06, n. 37, p. 14 – 18, 1996. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/37/REVERSAO.asp>>. Acesso em: 10 set. 2017.

ROCHA, Carlos. M. C. et al. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.8, p.4-6, ago. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2013000800003&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2013000800003&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 20 set. 2017.

SANCHES, F. E. Luis; HAYASHI, Carmino. Densidade de estocagem no desempenho de larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), durante a reversão sexual. **Acta Scientiarum**. Maringá, V. 21, n. 3, p. 619 – 625, 1999.

Disponível em:

<<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/4299/2958>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

SCHWARZ, K. Kátia et al. Probiótico, prebiótico e simbiótico na nutrição de alevinos de tilápia do nilo *oreochromis niloticus*. **Archives of Veterinary Science**. ---, v. 21, n. 2, p. 43 – 51, 2016. Disponível em: <[www.ser.ufpr.br/veterinary](http://www.ser.ufpr.br/veterinary)>. Acesso em: 12 nov. 2017.

SEBRAE. Criação de Tilápia em Tanques escavados, Natal, p. 7, 2014.

SURESH, Arul V. Recent advances in tilapia broodstock management. **Revista Científica Internacional de Aquicultura em Espanhol**, Puerta La Cruz, Venezuela, n. 10, nov. 1999. Disponível em:

<<http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/issue/view/10/showToc>>. Acesso em: 12 out. 2017.

TACHIBANA, Leonardo et al. Densidade de estocagem de pós-larvas de tilápia-do-nilo (*oreochromis niloticus*) durante a fase de reversão sexual. **Boletim Instituto Pesca**. São Paulo, v. 4, n. 34, p. 483 – 488, 2007. Disponível em:

<<http://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/index.php/publicacoes/boletim-do-instituto-de-pesca>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

ZIMERMANN, Sérgio. Incubação Artificial: técnica permite a produção de tilápias do Nilo geneticamente superiores. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 54, p. 15 – 21, 1999. Disponível em:

<<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/54/incubacaoartificial.a.sp>>. Acesso em: 22 set. 2017.