



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

**CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE REUSO DE ÁGUA TRATADA NO
CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus*: ANÁLISE
COMPARATIVA DE RESULTADOS EXPERIMENTAIS**

DEBORAH DE FREITAS GUIMARÃES CAVALCANTI

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

**FORTALEZA - CEARÁ - BRASIL
DEZEMBRO/2007**

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

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

C365c Cavalcanti, Deborah de Freitas Guimarães.

Considerações gerais sobre reuso de água tratada no cultivo de Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*: análise comparativa de resultados experimentais / Deborah de Freitas Guimarães Cavalcanti. – 2007.

36 f. : il. color.

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

Orientação: Prof. Dr. Moisés Almeida de Oliveira.

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

CDD 639.2

COMISSÃO EXAMINADORA

Pof. Moisés Almeida de Oliveira, D.Sc.

Orientador

Prof. Ricardo Lafaiete Moreira

Membro

Prof. Glacio Souza Araújo, M.Sc.

Membro

VISTO

Prof. Moisés Almeida de Oliveira, D.Sc.

Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca

Prof. Raimundo Nonato de Lima Conceição, D.Sc.

Coordenador do Curso de Engenharia de Pesca

AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos,

A Deus por ter me dado incríveis oportunidades de crescimento pessoal e espiritual ao longo dos meus anos.

A minha família que é meu alicerce e inspiraram a formação de meu caráter.

Ao Professor Moisés pelo empenho e amizade durante esse período em que compartilhamos nossos conhecimentos.

A professora Marisete por ter me cedido um pouco do seu tempo tão corrido e ter me inspirado idéias muito frutíferas presentes nesta obra.

Ao amigo Emanuel, o qual eu não sabia que tinha e quem eu contei de forma impagável para que essa obra fosse concluída.

Aos professores Ricardo Lafaiete e Glacio Araújo pelo apoio dado na reta final desta conquista.

Aos meus muitos amigos que conheci durante esse tempo na Universidade que, por mais que eu não cite nome, eles estão gravados na história de minha vida e em meu coração.

Em especial a minha filha Esther por ter me dado forças, mesmo sem saber, para enfrentar os desafios e me encorajado a vencê-los.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELA.....	vi
RESUMO.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Espécie escolhida: a tilápia do Nilo.....	3
1.2. Sistema de lagoas de estabilização.....	5
1.3. Aspectos sanitários.....	6
1.4. Aceitabilidade do público.....	7
2. METODOLOGIA DOS TRABALHOS APRESENTADOS.....	9
2.1. Trabalhos analisados.....	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	12
3.1. Temperatura.....	12
3.2. pH.....	12
3.3. Oxigênio Dissolvido.....	14
3.4. Transparência.....	15
3.5. Clorofila-a.....	17
3.6. Amônia.....	19
3.7. Crescimento.....	21
3.8. Sobrevivência.....	23
4. CONCLUSÕES.....	26
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i>	4
---	---

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Variação da temperatura da água de viveiros de produção de tilápia do Nilo cultivada com água de esgotos domésticos tratados em três diferentes experimentos analisados.....	12
Tabela 2. Variação do pH da água de viveiros de produção de tilápia do Nilo cultivada com água de esgotos domésticos tratados em três diferentes experimentos analisados.....	13
Tabela 3. Concentrações máxima e mínima de Oxigênio Dissolvido na água de viveiros de produção de tilápia do Nilo cultivada em água de esgotos domésticos tratados (dados comparativos).....	15
Tabela 4. Transparência da água em tanques de produção de tilápia do Nilo cultivada em água de esgotos domésticos tratados	17
Tabela 5. Análise comparativa entre concentrações mínima e máxima de clorofila-a em diferentes trabalhos experimentais.....	18
Tabela 6. Valores máximos e mínimos de amônia observados em cultivos de tilápia do Nilo com água de esgotos domésticos tratados.....	21
Tabela 7. Evolução das características biométricas do trabalho 1	21
Tabela 8. Valores de comprimento e peso médio final do trabalho 2.....	22
Tabela 9. Crescimento da tilápia do Nilo em tanques desprovidos de sistema de aeração, abastecidos com água de efluentes de lagoas de estabilização de esgotos domésticos tratados.....	23

Tabela 10. Taxa de sobrevivência em cultivo de tilápia do Nilo cultivada em tanques abastecidos com água de esgoto doméstico tratado em lagoa de estabilização.....24

Tabela 11. Parâmetros de crescimento da tilápia do Nilo cultivada em lagoas de estabilização da Estação de Tratamento de Esgotos de Santa Catarina (tanque submerso próximo à saída da água tratada).....24

RESUMO

O presente trabalho mostra uma análise comparativa com trabalhos publicados na área de reúso de água, com enfoque na prática da piscicultura. Os trabalhos analisados foram publicados em diferentes regiões do país, sob o mesmo sistema de cultivo, cultivo de peixe em lagoas de estabilização, a fim de analisar a viabilidade da criação desses organismos em sistemas de tratamento de águas residuárias. A espécie escolhida pelos autores estudados foi a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, devido a sua boa adaptabilidade a diferentes condições de cultivo. Foram analisados vários parâmetros físico-químicos como temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido (OD), nitrogênio, transparência da água, a fim de mostrar um fiel perfil da qualidade da água em que estava sendo praticado o cultivo, parâmetros estes escolhidos em comum aos três autores, pois se trata de uma análise comparativa. Os diferentes resultados mostraram um bom resultado da prática de cultivo de peixes em lagoas de estabilização, promovendo em conjunto com o crescimento dos mesmos, uma melhoria na qualidade da água em questão. Conclui-se que a criação de tilápia do Nilo se torna mais viável em viveiros situados fora das lagoas de estabilização, por se tratar de um ambiente mais propício ao desenvolvimento dos peixes e a sua sobrevivência. Constatou-se também o efeito benéfico do uso de aeradores mecânicos alcançando melhores resultados na produção se comparados com viveiros que não usaram desse recurso.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE REÚSO DE ÁGUA TRATADA NO CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus*: ANÁLISE COMPARATIVA DE RESULTADOS EXPERIMENTAIS

DEBORAH DE FREITAS GUIMARÃES CAVALCANTI

1. INTRODUÇÃO

A escassez da água apresenta-se sob duplo aspecto: disponibilidade e uso pretendido. Essa distinção é bem aparente comparando-se o consumo rural, no qual se perde a água pela evaporação e poluição, com o consumo urbano, no qual a água não é perdida, mas termina fortemente poluída (MANCUSO, 2003).

De acordo com SANTOS (2005), estima-se que os corpos d'água brasileiros recebem esgotos sem qualquer tratamento, em uma contribuição média 225 litros/pessoa/dia. Isto significa que no Brasil, os dejetos de água residuária domésticas sem nenhum tratamento constituem conseqüentemente, cenários de degradação dos recursos hídricos e exercem o papel fundamental de vetor para a transmissão de doenças de propagação pela água, ocasionadas por parasitas, bactérias e vírus patogênicos (MOTA, 2003).

Os problemas ambientais que a humanidade tem enfrentado ressaltam a conclusão de que a utilização dos recursos naturais, pelo homem, não tem sido feita de forma adequada, e mostram a necessidade de que o desenvolvimento econômico-social deve ser compatível com a conservação do meio ambiente (MOTA, 2003).

Uma das alternativas que se têm apontado para o enfrentamento do problema é o reúso da água, importante instrumento de gestão ambiental do recurso água e detentor de tecnologias já consagradas para a sua adequada utilização (MANCUSO, 2003).

O reúso, até alguns anos era tido como uma opção exótica, é hoje uma alternativa que não poderia ser ignorada, notando-se distinção cada vez menor

entre técnicas de tratamento de água *versus* técnicas de tratamento de esgotos. Realmente, o tratamento de água deve ser visto como um meio de purificar a água de qualquer grau de impureza para um grau de pureza que seja adequado ao uso pretendido, predominando, portanto, a importância de selecionar e combinar, competentemente, os diversos processos unitários que sejam adequados (MANCUSO, 2003).

O reúso da água pode ser dividido em direto e indireto e planejado ou não. O reúso direto, que normalmente é planejado, pode ser caracterizado pela utilização direta do efluente tratado, sem que este sofra diluição para posterior uso. Reusar de forma direta pode implicar na utilização de tubulações, bombas ou outros mecanismos necessários para sua implementação. O reúso indireto não planejado ocorre com a participação do meio ambiente. Após o tratamento, o efluente é descarregado num curso d'água superficial ou subterrâneo, onde ocorrem processos de diluição, dispersão e autodepuração. O indireto planejado também tem a participação do meio ambiente, mas nesse caso, se tem a intenção direta de aproveitamento do efluente (TORRES, 2000).

O cultivo de peixes em tanques-rede também deve ser considerado como atividade que consome água, pois embora não utilize água em quantidade, já que faz uso da água dos reservatórios já existentes, a utiliza em qualidade, onde o uso de rações e os metabólitos dos peixes normalmente cultivados em altas densidades causam um impacto ambiental, como já observados em alguns cultivos. Estes contribuem para um processo de eutrofização das águas que podem apresentar alterações bastante indesejáveis. Desse modo, a aqüicultura deve se preocupar em desenvolver e adotar tecnologias que ajudem a racionalizar o uso da água, a reduzir custos e preservar o meio ambiente, antecipando-se às mudanças que inevitavelmente ocorrerão, tais como enquadramento dos efluentes em padrões ambientais mais rígidos, cobranças pelo uso da água (a cobrança atual é apenas pelo tratamento e distribuição, sendo o líquido em si, gratuito), entre outros. Desse modo estará se adequando, aos novos rumos do gerenciamento dos recursos hídricos e aos padrões internacionais de qualidade ambiental, posicionando-se de vez como atividade que incorpora em todos os sentidos o conceito de sustentável (TORRES, 2000).

A piscicultura realizada em águas residuais de esgoto sanitário, bem como esta atividade em si, em contribuição à segurança alimentar, deve obedecer aos princípios de sustentabilidade econômica, sanitária e ambiental, ou seja, deve garantir um retorno financeiro, não impor riscos à saúde humana e não produzir impactos ambientais; posteriormente impõe-se o desafio de vencer barreiras de natureza cultural (SANTOS, 2005).

Uma das maneiras exequíveis de exploração das proteínas existentes nas algas é o cultivo de peixes fitoplanctófagos. Dessa forma, seria possível a utilização da energia molecular armazenada nas mesmas, através do consumo de carne de peixe. Evidentemente que na medida em que o peixe consome essas algas, haverá uma melhoria na qualidade dessa água. No sentido de preservação, o reúso direto em piscicultura, principalmente na fase de engorda de peixes juvenis e adultos, acomoda-se bem ou é politicamente correto, uma vez que, se o produtor utilizar toda ou parte das águas residuárias tratadas no cultivo, estará poupando uma retirada desse recurso natural, sendo que esta seria uma porção de água quase sempre de boa qualidade (FELIZATTO, 2000).

1.1. Espécie escolhida: a tilápia do Nilo

A criação de tilápias iniciou-se no Nordeste com Rodolpho Von Ihering que introduziu a *técnica de domesticação e hipofisacção* em espécies nativas do Brasil. A partir da década de 70 é considerado como marco-zero na aqüicultura brasileira, pois açudes construídos nas estações do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), foram povoados com alevinos da espécie tilápia do Nilo, *Oreochomis niloticus*, vindas da Costa do Marfim (CYRINO et al., 2001).

A tilápia é a espécie que mais cresce no mundo em termos de produção tendo rendido a ela o título de “frango aquático” devido a sua alta disseminação por muitos países do mundo. Segundo a FAO, em 1990, a produção mundial de tilápia foi cerca de 855 mil toneladas, sendo que 390 mil toneladas vieram da aqüicultura (45%).

Na figura 1 pode-se visualizar um exemplar de tilápia do Nilo.



Figura 1. A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*.

Segundo KUBITZA (2000), nativa de diversos países africanos, a tilápia do Nilo é a espécie de tilápia mais cultivada no mundo todo. Esta espécie se destaca das demais pelo crescimento mais rápido, reprodução mais tardia (permitindo alcançar maior tamanho antes da primeira reprodução) e alta prolificidade (possibilitando produção de grandes quantidades de alevinos). A tilápia do Nilo parece apresentar uma grande habilidade em filtrar as partículas do plâncton. Assim, quando cultivada em viveiros de águas verdes, a tilápia-do-Nilo geralmente supera em crescimento e conversão alimentar as demais espécies de tilápias.

De acordo com o autor anteriormente citado, dentro dos limites de tolerância, as tilápias são reconhecidamente espécies de peixes que melhor se adaptam a diferentes condições de qualidade de água. São particularmente bastante tolerantes ao baixo oxigênio dissolvido, convivem com uma faixa bastante ampla de acidez e alcalinidade na água, crescem e até mesmo se reproduzem em águas salobras e salgadas e tolera altas concentrações de amônia tóxicas comparadas a maioria dos peixes cultivados. Estas características foram decisivas para que as tilápias dividissem com as carpas, o pódio dos peixes mais cultivados no mundo.

1.2. Sistema de lagoas de estabilização

A palavra esgoto costumava ser usada para definir tanto a tubulação de águas servidas, como também o próprio líquido. Devido à aversão pelo termo “esgoto”, alguns autores passaram a empregar o termo “águas residuárias” que é uma tradução do inglês “wastewater” (PESSOA; JORDÃO, 1982). Neste aspecto serão abordados alguns processos de tratamento da água já utilizado pelo o homem.

Os peixes podem consumir parte da matéria orgânica produzida nas lagoas de estabilização. Percebe-se uma diminuição da poluição devido a presença desses organismos aquáticos, melhorando a qualidade do efluente. Com a utilização dos efluentes tratados, haverá diminuição da poluição, aumento do número de empregos e produção de proteína de qualidade com baixo custo de produção. Podemos fazer no processo de tratamento de efluentes uma “gestão pela qualidade”, com “eco-desenvolvimento”, utilizando uma “tecnologia limpa” (PEREIRA, 2000).

Lagoa de estabilização pode ser definida como um método de tratamento de água, em um reservatório construído. São tanques que recebem o efluente de estações de tratamento convencionais ou de outras lagoas, e são empregadas para “polir” o efluente, reduzindo principalmente os sólidos sedimentáveis e os organismos patogênicos. Podem ser consideradas como dispositivos de tratamento terciário, não se destinando à estabilização da matéria orgânica, mas a uma melhoria na qualidade do efluente de instalações de tratamento secundário (MANCUSO, 2003).

Para o efluente atingir um nível de qualidade satisfatório, o sistema de lagoas de estabilização é um dos mais indicados para as regiões de clima tropical entre os processos utilizados no tratamento de águas residuárias, pois normalmente há disponibilidade de terrenos e a temperatura é favorável ao seu desempenho. Dependendo da configuração, as lagoas de estabilização podem alcançar o grau de purificação desejado, a baixo custo financeiro, em vista da simplicidade de operação e manutenção (ARAÚJO, 2000).

As algas produzidas nas lagoas de estabilização são compostas por 50% de proteínas, e quando lançadas nos cursos d.água causam a chamada “poluição verde”. Com o objetivo de diminuir a eutrofização (exagerada

produção de algas), diversos autores buscaram modificar a dinâmica trófica do ambiente com a introdução de peixes, realizando uma biomanipulação nesse local. O controle da eutrofização de um ambiente não se resume em introduzir peixes planctófagos no ambiente, mas também do controle do aporte de nutrientes e do estudo desta dinâmica trófica (PEREIRA, 2000).

1.3. Aspectos sanitários

Os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, associados ao reúso de água, preocupam a sociedade por dois motivos principais: a poluição dos recursos hídricos e as limitações das técnicas de tratamento de água que, apesar dos avanços obtidos nos últimos anos, não removem completamente todas as substâncias indesejadas da água. Assim sendo, é necessário equilibrar as relações risco/benefício e custo/eficácia das tecnologias de tratamento, tendo em vista que quanto mais nobre o uso pretendido, mais alto o custo dos investimentos necessários (MANCUSO, 2003).

Em geral, encontra-se bem estabelecido o entendimento de que bactérias entéricas, patogênicas ou componentes da flora intestinal de humanos e animais de sangue quente não são habitantes normais do trato intestinal de peixes, nem causam doenças a estes. Portanto, os indicadores tradicionais de contaminação, como os coliformes e estreptococos, não são usualmente encontrados no trato intestinal de peixes que vivem em águas de boa qualidade (EDWARDS, 1992).

As evidências de transmissão passiva de vírus, protozoários e nematóides patogênicos humanos são praticamente inexistentes. Entretanto, não se pode de todo descartar essa hipótese, principalmente no caso de manipulação ou consumo de peixes que se alimentam de material bentônico (por exemplo, a carpa), uma vez que protozoários e helmintos tendem a sedimentar em lagoas de estabilização ou tanques de piscicultura (BASTOS 2003).

MOSCOSO (1998) reporta como principal conclusão de seus estudos que o tratamento de águas residuárias em lagoas de estabilização é apropriado para obter um efluente com níveis de coliformes fecais menores que 10^5

NMP/100mL e esse limite é o estabelecido para produzir peixes aptos para o consumo humano direto.

Outro fator que merece bastante atenção é a possibilidade de contaminação do consumidor por microorganismos patogênicos quando o pescado é preparado sem higiene, e consumido mal cozido, ou ainda cru. Contudo, quando seguidas algumas recomendações, o consumo de peixes cultivados em águas residuárias não apresenta riscos à saúde do consumidor (TORRES, 2000).

Portanto, é evidente a indicação da capacidade de remoção de bactérias pelos peixes, principalmente pelo mecanismo de alimentação. Então as bactérias podem estar no trato intestinal o que reforça a tese de que o pescado deve ser manipulado com muito cuidado no momento do preparo e que não se recomenda o consumo desse alimento de forma crua, como é hábito alimentar no Oriente (FELIZATTO, 2000).

Padrões de qualidade microbiológicos de efluentes para a piscicultura só apresentarão credibilidade definitiva após exaustivas demonstrações de sua suficiência como medida de proteção da saúde. Torna-se, assim, necessário testar sua validade sob diferentes condições, como clima, métodos de cultivo de peixes, espécies cultivadas e qualidade de efluentes. Evidências conclusivas de transmissão de doenças (riscos reais à saúde) podem ser obtidas apenas por meio de complexos estudos epidemiológicos, onde a avaliação de riscos potenciais (por exemplo, a qualidade sanitária de peixes), representa ferramenta valiosa (BASTOS, 2003).

1.4. Aceitabilidade do público

A aceitação pública é o mais significativo dos elementos na determinação do sucesso ou do insucesso de um programa de reúso, particularmente no caso do reúso potável. A experiência internacional tem mostrado que projetos dessa natureza podem ser tecnicamente viáveis (a água produzida *comprovadamente segura, atestada pelos melhores procedimentos científicos disponíveis*), podem ser aceitos pelas agências oficiais de meio ambiente e de saúde pública e, ainda assim, não serem aceitos pelo público (MANCUSO, 2003).

No Brasil, o reúso de água praticamente inexistente. Creditamos nesse fato a pelo menos dois fatores: a pesquisa incipiente desenvolvida, principalmente nas Universidades, ainda não criou um conjunto de informações capaz de fomentar o reúso de água pela população em virtude do desconhecimento de alguns parâmetros representativos da qualidade da água a ser usada; a desconfiança do consumidor na utilização de um produto cujas características sanitárias não estão bem definidas, associada ao preconceito da sociedade pela origem da água em reúso. Assim, além da pesquisa científica para a introdução do reúso em escala mais acentuada, uma campanha de esclarecimento e conscientização deve acompanhar os parâmetros sanitários da água destinada ao reúso (MOTA, 2000).

Um outro fator de sucesso na implementação de um projeto de reúso é um adequado programa de educação pública. Uma atitude pública favorável é essencial para o sucesso de um projeto dessa natureza. É sabido que os membros de uma comunidade tomam suas decisões com base nas informações disponíveis no momento. Além disso, quanto maior seu nível de informações, mais coerente será essa decisão. Uma maneira efetiva de fornecer informações específicas ao público é por um adequado programa educacional, introduzido nos currículos das escolas (MANCUSO, 2003).

2. METODOLOGIA DOS TRABALHOS APRESENTADOS

O presente trabalho propõe-se fazer uma análise comparativa entre resultados obtidos em experiências anteriores de trabalhos publicados em diferentes regiões do país sob condições climáticas peculiares de cada região, a fim de mostrar a viabilidade do projeto sob diferentes condições.

Os trabalhos escolhidos para análise possuem parâmetros em comum. Os resultados serão discutidos e comparados através dos parâmetros físico-químicos escolhidos para analisar o desenvolvimento do cultivo e a viabilidade da prática de reúso.

2.1. Trabalhos analisados

Foram analisados os trabalhos de SANTOS (2003) realizado em Fortaleza-CE, FELIZATTO (2000) realizado em Brasília-DF e de PEREIRA (2000) realizado em Santa Catarina.

Denominou-se de **Trabalho 1** a publicação de autoria de Mauro Roberto Felizatto, em Brasília no Distrito Federal, como uma dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, no ano de 2000. O trabalho experimental foi desenvolvido em uma unidade construída na Estação de Tratamento de Esgoto de Samambaia da CAESB (Companhia de Saneamento do Distrito Federal), sendo construídos dois tanques para essa realização. Essa Companhia fica localizada no Km 40 da Rodovia DF 180/BR 60. Teve um total de 658 indivíduos estocadas de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*.

O experimento iniciou no dia 29/06 e findou em 29/10 no ano de 2000. Sendo utilizado 2 tanques, um piscícola e um testemunho. Levou 120 dias para ser concluído, sendo os primeiro 15 dias destinados à aclimação das espécies e com a alimentação distribuída por pulsos diários de uma afluência de 40 minutos de 1L/s. A partir do 19º dia, foram realizadas coletas e análises das amostras, e junto a isso o controle operacional dos tanques analisando amostras do fundo dos tanques, superfície e exames biométricos no início e final de cada mês. Foram estocados 658 exemplares de tilápia do Nilo.

O **Trabalho 2** foi publicado por Emanuel Soares dos Santos, na Universidade Federal do Ceará no ano de 2005, e teve seus experimentos realizados na ETE-Estação de Tratamento de Esgoto da CAGECE, no município de Aquiraz, Estado do Ceará com acesso pela BR 040. Sendo eles realizados no Centro Experimental de Reúso de Esgoto desta mesma Companhia. Este centro foi projetado para estudar os possíveis impactos causados pelo reúso de águas de esgotos na agricultura, tendo utilizado 2 viveiros alimentados com água proveniente da lagoa de estabilização e 1 alimentado com água de poço artesiano.

A pesquisa teve início em abril de 2005 e levou 50 dias para ser concluído. O povoamento dos viveiros se deu da seguinte forma: os dois primeiros viveiros, que o autor chamou de V1 e V2 foram abastecidos com água do efluente de esgoto e o terceiro viveiro (V3), foi abastecido com água de poço artesiano, sendo um viveiro teste. O V2 teve um aerador de sucção que foi ligado durante a noite. No total, foram utilizados 1.800 indivíduos, sendo estocados 600 alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, revertidos sexualmente em cada viveiro, ou seja, obteve uma densidade de 12 alevinos/m², com peso inicial de 1,5g e peso final de 40g. O transporte das pós-larvas (pl's) foi realizado em baldes e, chegando no local do experimento, foram colocados em caixas de fibra de vidro de 50m² e 50m³ de volume, onde estavam cheias até a metade de água vinda da fazenda onde foram adquiridas as pl's, completou a outra metade da caixa com água do esgoto tratado, nos tanques V1 e V2 e no V3 colocou-se água do poço. A alimentação começou no segundo dia após a aclimatação, utilizando ração comercial contendo 50% de Proteína Bruta, ofertada 4 vezes ao dia.

Foram realizadas biometrias a fim de ter o controle do crescimento dos peixes, sendo o peso obtido através de uma balança digital e o crescimento, através de uma régua metálica milimetrada. O estado de saúde dos peixes, foi verificado através da observação de peles e brânquias. As biometrias eram realizadas quinzenalmente e aleatoriamente, ou seja, 60 peixes foram coletados em diferentes partes do viveiro, em um total de 10% dos indivíduos estocados.

O monitoramento dos parâmetros da qualidade da água (temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido (OD), amônia, nitrogênio, turbidez, alcalinidade e

clorofila-a) foram medidos semanalmente sempre no mesmo horário (10h00min), sendo analisadas tanto in loco como no Labosan (Laboratório de Saneamento da UFC).

O **Trabalho 3** foi publicado por Clóvis Matheus Pereira na Universidade Federal de Santa Catarina em 2000. Os experimentos foram realizados em duas etapas: a etapa 1 (experimento de campo), e etapa 2 (experimento em laboratório). O índice de estocagem foi de 977 alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, com duração de 36 dias. Os alevinos, com peso médio de 6,5g foram mantidos em 2 tanques de volume de 1,98m³ cada, com circulação de água proveniente da estação de tratamento.

Na Etapa 1, o trabalho foi realizado na Estação de Tratamento de Esgoto da CASAN (Companhia de águas e Saneamento de Santa Catarina), no período de fevereiro a maio de 1999. Teve como objetivo verificar as condições de sobrevivência e crescimento de peixes em lagoas de estabilização de efluentes.

Foram utilizados 2 tanques nos experimentos com 1,98m³ de volume de água por 1,2m de coluna d'água. O tanque 1 foi povoado com tilápia do Nilo, *O. niloticus*, e o tanque 2 foi o teste em branco. Os tanques ficavam parcialmente submersos dentro da última lagoa de estabilização, próximos a comporta de saída do efluente da lagoa. Foram monitorados os parâmetros da qualidade da água como temperatura, pH, oxigênio dissolvido e amônia, tanto na superfície quanto no fundo, realizando as medições três vezes na semana. Os peixes permaneceram na lagoa de estabilização pelo período de 35 dias sem alimentação suplementar.

A Etapa 2 teve como objetivo principal testar a influência dos peixes no tratamento de efluentes. O trabalho foi realizado no Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce do Departamento de Aqüicultura da Universidade Federal de Santa Catarina. A etapa do laboratório procurou analisar a quantidade de matéria orgânica que os peixes foram capazes de retirar, verificando sua eficiência e se esta retirada era benéfica para o tratamento do efluente. Os peixes utilizados neste experimento pertenciam a uma população diferente da que foi usada no campo (Etapa 1). Durante seis dias os alevinos foram mantidos separadamente em 16 tanques com 60 litros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Temperatura

A temperatura nos processos biológicos de tratamento de esgoto é um fator de extrema importância, pois é através desta que as atividades das bactérias na decomposição da matéria orgânica são controladas. Temperatura entre 25°C a 40°C favorece as atividades dos microorganismos na decomposição do substrato. Os peixes são animais de sangue frio e a temperatura de seus corpos é semelhante àquelas do meio em que vivem (MOTA, 2000).

No trabalho 1, as seguintes variações de temperatura foram de 18,0 a 28,0°C. No trabalho 2, elas foram de 27,5 a 30,5°C. No trabalho 3, foi de 22,6 a 27,9 °C, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Variação da temperatura da água de viveiros de produção de tilápia do Nilo cultivada com água de esgotos domésticos tratados em três diferentes experimentos analisados.

Temperatura °C	Trabalho 1*	Trabalho 2**	Trabalho 3***
Max	28,0	30,5	27,9
Min	18,0	27,5	22,6

Fonte: * FELIZATO (2000); **SANTOS (2005); *** PEREIRA (2000)

Levando em consideração os valores ideais encontrados na literatura para a criação de tilápia que é de 22 a 33°C, os trabalhos analisados estão dentro da faixa de tolerância permitida.

3.2. pH

O pH representa a concentração de íons de hidrogênio H⁺, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A

alcalinidade representa a quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons de hidrogênio. É uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos (capacidade de resistir às mudanças de pH - capacidade tampão). Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}), e os hidróxidos (OH^-). A distribuição entre as três formas na água é função do pH (VON SPERLING, 1996).

O efeito do pH sobre os peixes geralmente é indireto, influenciando na solubilidade, na forma e na toxicidade de diversas substâncias, como metais pesados, amônia e gás sulfídrico, tóxicos ao peixe, e no próprio equilíbrio do sistema carbônico. O pH ideal para o cultivo de peixes encontra-se na faixa de 6,5 a 9,5, em que a presença de bicarbonatos é predominante. A acidificação das águas pode diminuir a produção primária e interferir no processo reprodutivo dos peixes. Águas naturais que contêm 40mg/L ou mais de alcalinidade total são consideradas mais produtivas, e valores entre 200 a 300mg/L podem proporcionar resultados satisfatórios em cultivos de peixes. Entretanto, a produtividade encontra-se mais estreitamente associada à disponibilidade de substâncias essenciais, como o fósforo, que aumenta com a elevação da alcalinidade (BASTOS 2003).

No trabalho de FELIZATTO (2000) o pH variou de 7,5 a 11,0 e no de SANTOS (2005), essa variação foi de 7,0 a 10,5, enquanto no trabalho de PEREIRA (2000) esse parâmetro se manteve em níveis menos elevados, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Variação do pH da água de viveiros de produção de tilápia do Nilo cultivada com água de esgotos domésticos tratados em três diferentes experimentos analisados.

PH	Trabalho 1 *	Trabalho 2**	Trabalho 3 ***
Max	11,0	10,5	8,5
Min	7,5	7,0	6,5

Fonte: * FELIZATO (2000); **SANTOS (2005); *** PEREIRA (2000)

Conforme KUBITZA (2000) valores elevados de pH, acima de 9,0, são considerados perigosos para o desenvolvimento de alevinagem com água de esgoto tratado, em decorrência da elevada proporção de amônia não ionizada (tóxica) na concentração de amônia total. Níveis constantemente altos de pH pode inibir o consumo de alimento e afetar o crescimento dos peixes.

3.3. Oxigênio Dissolvido

As variações de oxigênio dissolvido estão relacionadas com as atividades fotossintéticas, a respiração da biota e a variação da carga orgânica. No entanto, a sua solubilidade está relacionada com a temperatura e pressão. O oxigênio dissolvido é um parâmetro limitante para os peixes, sendo que, para cada espécie existe um nível crítico (MOTA, 2000).

O oxigênio dissolvido é de fundamental importância para os organismos aeróbios (que vivem na presença de oxigênio). Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, têm-se as condições anaeróbias (ausência de oxigênio), com geração de maus odores. A incorporação de oxigênio dissolvido pode ocorrer de origem natural (dissolução do oxigênio atmosférico ou produção pelos organismos fotossintéticos) ou de origem antropogênica (uso de aeração artificial) (BASTOS 2003).

As variações diárias podem envolver a crescente saturação durante o dia até a supersaturação no final da tarde, seguida de queda intensa durante a noite. Variações sazonais também ocorrem ao longo das estações do ano, sendo o inverno o período mais crítico. Gradientes de concentração ainda são observados no perfil de profundidade do tanque. A supersaturação ocorre nas camadas superficiais com intensa proliferação de algas, decrescendo até o fundo do tanque. A transparência da água, influenciada pela própria densidade de algas, limita a penetração dos raios solares, delimitando a zona fótica. Quanto mais profundo o tanque, mais intensa é a estratificação. Em viveiros rasos, o OD é mais bem distribuído e a própria ação dos ventos impede a

estratificação, ou melhor, promove a desestratificação. Cada peixe apresenta uma concentração ideal e limite de OD para seu melhor desenvolvimento ou sobrevivência (BASTOS 2003).

O nível de oxigênio dissolvido do trabalho 1 foi de 2,0 e 21mg/L. No trabalho 2 foi de 3,0mg/L. E no trabalho 3 teve índice de 1,4 mg/L, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Concentrações máximas e mínimas de Oxigênio Dissolvido na água de viveiros de produção de tilápia do Nilo cultivada em água de esgotos domésticos tratados (dados comparativos).

OD(mg/L)	Trabalho1*	Trabalho 2**	Trabalho3***
Max	21,0	-	-
Min	2,0	3,0	1,4

Fonte: * FELIZATO (2000); **SANTOS (2005); *** PEREIRA (2000)

Para a literatura, o valor mínimo estabelecido para a tilápia do Nilo, *O. niloticus*, é de 2,0mg/L, lembrando que a tilápia tolera baixas concentrações de OD na água, porém ficam mais susceptíveis a doenças e apresentam desempenho reduzido. Os valores observados nos trabalhos acima indicam condições favoráveis ao desenvolvimento de bactérias aeróbias notadamente aquelas que atuam no processo de nitrificação, ou seja, na conversão da amônia em nitritos e em nitratos, exceto em determinado momento observado no trabalho de PEREIRA (2000) onde a concentração de OD de 1,4mg/L foi prejudicial ao desenvolvimento das nitrobactérias responsáveis pela conversão do nitritos em nitratos já que a concentração de OD limitante desse processo bioquímico fica em torno de 2,0mg/L.

3.4. Transparência

A transparência da água representa o grau de interferência com a passagem da luz através da mesma, para a realização da fotossíntese de alguns organismos. Uma água com elevado grau de sólidos em suspensão

confere uma aparência turva à mesma. Pode ter origem natural (partículas de rocha, argila e silte, algas e outros microorganismos), ou de origem antropogênica (despejos domésticos, industriais e erosão) (VON SPERLING, 1996).

Aumento na transparência mostra que a medida que a água é clarificada há um aumento da zona eufótica ou profundidade de penetração da luz. Este fato se dá em decorrência da menor quantidade de algas no meio, pela diminuição da matéria orgânica ao longo da série. A transparência da água pode ser usada como um indicativo da densidade planctônica e da possibilidade de ocorrência de níveis críticos de oxigênio dissolvido durante o período noturno. Sob condições de transparência maiores que 40cm, medida com disco de Secchi ou com a imersão de qualquer objeto na coluna d'água, é muito rara a ocorrência de níveis de OD abaixo de 2mg/L a noite, segundo KUBITZA (1998).

Parte da radiação solar é absorvida na superfície da água, dissipando-se em forma de calor, e parte é refletida, cuja proporção é influenciada pela cor e turbidez da água, pela densidade de algas e pela presença de macrófitas. A maior ou menor penetração da luz em um tanque determina a profundidade da zona fótica, onde se concentra a atividade fotossintética. Entretanto, se a luz alcança o fundo pode propiciar o desenvolvimento de macrófita submersas que são prejudiciais ao cultivo de peixes. A transparência da água é medida com o disco de Secchi e definida como a profundidade média na qual o disco desaparece quando introduzido verticalmente na coluna d'água. Em geral, recomenda-se como ideal manter a transparência entre 25 a 70 cm e que com menos de 20cm deve-se cessar a adubação do viveiro (BASTOS, 2003).

No trabalho 1, as leituras de transparência da água com o disco de Secchi, medidos em cm, foram realizadas as 09h00min da manhã e 16h00min da tarde, pois o nível de transparência da água muda de acordo com a hora do dia. Em média, obtiveram-se valor máximo de 12cm e mínimo de 11cm.

No trabalho 2, a transparência da água apresentou valores baixos, ou seja, 15cm no tratamento 1 e 20cm no tratamento 2. No trabalho 3 os resultados foram invariavelmente 10 cm, indicando uma baixa transparência da água, como mostra na Tabela 4.

Tabela 4. Transparência da água em tanques de produção de tilápia do Nilo cultivada em água de esgotos domésticos tratados.

Transparência (cm)	Trabalho 1*	Trabalho 2**	Trabalho ***
Max	12	20	10
Min	11	15	10

Fonte: * FELIZATO (2000); **SANTOS (2005); *** PEREIRA (2000)

À medida que a densidade do fitoplâncton aumenta, ocorre uma diminuição na visibilidade da água, medida com o disco de Secchi. Entretanto, se a água contém muita turbidez derivada de partículas suspensas de argila ou detritos a visibilidade do disco não será indicativa da abundância do fitoplâncton. Viveiros com visibilidade entre 30 e 45 cm poderão ser considerados em boas condições (BOYD, 2000).

Em todos os trabalhos foram vistos resultados abaixo do recomendado pela literatura.

3.5. Clorofila a

Há migrações verticais do fitoplâncton, que estão relacionados com incidência da luz solar, com os ventos, com a temperatura, com a concentração de nutrientes etc. As elevadas concentrações de clorofila-a no meio aquático são ideais para promover maior oxigenação, através da atividade fotossintética das algas. Elevados valores indicam que estas lagoas são apropriadas para a produção de peixe.

A clorofila-a é uma medida da produtividade primária e do estado trófico do ambiente aquático. A literatura cita valores de clorofila-a em viveiros de peixes não-fertilizados e fertilizados, respectivamente, da ordem de 3 a 100mg/L e 100 a 800mg/L. O fitoplâncton e o zooplâncton constituem importantes componentes da alimentação de diversas espécies de peixes cultivados e, independente dos hábitos alimentares dos peixes na fase adulta, nos estágios iniciais de desenvolvimento sempre consumirão organismos planctônicos. Em relação às algas, dentre as principais fontes de alimentos

encontram-se as clorofíceas. Por outro lado, algumas cianofíceas podem produzir toxinas letais aos peixes e tóxicas ao ser humano. Em cada ambiente aquático estabelece-se um equilíbrio mais ou menos estável, sendo que a diversidade e a predominância de espécies depende da conjunção de uma série de fatores, como temperatura, luz, OD, nutrientes, predação e competição. Alguns autores sugerem que a relação N:P é um dos principais fatores determinantes na dominância de clorofíceas ou cianofíceas. Em baixa relação N:P as algas cianofíceas são beneficiadas por apresentarem maior capacidade de obtenção de nitrogênio; se a relação for mais alta (>15) as clorofíceas tendem a dominar (BASTOS 2003).

No trabalho 1 obteve-se valores máximos de 3.760,0µg/L e mínimo de 873,0µg/L. Os resultados demonstram um aumento de produção de algas com a presença de peixes. Entretanto, em todos os tanques, a concentração apresentou grande oscilação durante o período de estudo.

No trabalho 2, os viveiros experimentais apresentaram valores médios de 390,0µg/L e 573,3µg/L, respectivamente, o que não ocorreu no tratamento controle, como era de se esperar, já que não foi realizada a adubação.

No trabalho 3, os resultados não caracterizam a influência dos peixes no tratamento de efluentes, apenas caracterizam a concentração de clorofila a existente na água dos diferentes tratamentos do experimento de laboratório e a diminuição da concentração ao longo do experimento, apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Análise comparativa entre concentrações mínima e máxima de clorofila-a em diferentes trabalhos experimentais.

Clorofila-a (µg/L)	Trabalho 1	Trabalho 2	Trabalho 3
Max	3760,0	573,3	901,0
Min	873,0	390,0	222,0

Fonte: * FELIZATO (2000); **SANTOS (2005); *** PEREIRA (2000).

3.6. Amônia

Os valores médios de nitrogênio amoniacal aumentam, estando associados à liberação do mesmo na de gradação anaeróbia do material orgânico contido no esgoto bruto, através do processo de amonificação. As quedas na concentração de amônia podem ser atribuídas à absorção pela biomassa das algas, contida na coluna d'água, pois este nutriente é facilmente assimilável pelos organismos fitoplanctônico. Outro mecanismo de redução da amônia ocorre através do processo de volatilização. Altos valores de amônia podem ser úteis como fonte de nitrogênio, caso a água residuária seja reusada na agricultura (MOTA, 2000).

O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (eutrofização). O nitrogênio nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido no meio (o que pode afetar a vida aquática). Na forma de amônia livre é diretamente tóxica aos peixes. O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento dos microorganismos responsáveis pelo tratamento de esgotos. O processo de conversão do nitrogênio tem implicações na operação das estações de tratamento de esgotos. Em um corpo d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição (recente: associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia; remota: associada ao nitrogênio na forma de nitrato). É necessário um adequado balanço C:N:P no esgoto para o desenvolvimento dos microrganismos (VON SPERLING, 1996).

A toxicidade das espécies ao nitrogênio, principalmente a amônia, também varia com outros parâmetros determinantes da qualidade da água, como: pH, OD, temperatura, salinidade, e composição iônica. Os reflexos tóxicos refletem-se dentre outros aspectos, na falta de apetite e nas dificuldades de respiração. As principais fontes de amônia nos tanques são os fertilizantes, os excrementos dos próprios peixes e a degradação bacteriana de compostos nitrogenados (BASTOS 2003).

No trabalho 1 foi observado um valor de amônia em torno de 5,60mg/L, valor mínimo e 16,80mg/L como valor máximo. Valores estes bastante altos para a criação da tilápia, colocando os peixes do cultivo em uma situação de desconforto em relação à concentração de amônia.

No trabalho 2 os valores de amônia foram bem menores que os observados no trabalho 1 já que a concentração máxima (0,58mg/L) foi observada no viveiro experimental 1 (sem aeração), e a mínima de 0,39mg/L no viveiro dotado de equipamento para aeração da água. Já no trabalho 3 os valores de amônia situaram-se entre as concentrações mínima de 0,23mg/L, a um valor máximo de 0,76 mg/L. Nos trabalhos 1 e 2, os níveis de amônia não ionizada (tóxica) apresentaram concentrações com valores inferiores a 0,25mg/L (benéfico ao desenvolvimento da tilápia do Nilo), exceto no trabalho de SANTOS (2005) no viveiro desprovido de aeração artificial em momentos em que ocorreram as concentrações máximas observadas em pH elevado (pH > 10).

Elevadas taxas mortalidades observadas no trabalho de FELIZATO (2000) podem ser diretamente atribuídas à toxidez por amônia em razão da exposição dos peixes a níveis acima das concentrações de sub-letalidade de amônia. Isso pode ser constatado em razão da porcentagem de amônia tóxica no nitrogênio amoniacal se apresentar em concentração superior a 0,25mg/L, que é a concentração limite de comprometimento de desenvolvimento normal da tilápia em termos de crescimento e conversão alimentar, bem como resistência dos peixes a doenças oportunistas. Assim, considerando-se que a temperatura média da água da lagoa de estabilização em Brasília foi de 23^oC e pH médio em torno de 9,5, a concentração máxima sustentável de amônia total para o normal desenvolvimento dos peixes na referida lagoa seria de apenas 0,41mg/L, valor bem menor que a concentração mínima observada que foi de 5,60mg/L. No trabalho 3, os valores estiveram entre 0,23 e 0,76 mg/L para a lagoa de estabilização e entre 0,4 e 1,5 mg/L para os tanques experimentais (Tabela 6).

Tabela 6. Valores máximos e mínimos de amônia observados em cultivos de tilápia do Nilo com água de esgotos domésticos tratados.

Amônia	Trabalho 1*	Trabalho 2**	Trabalho 3 ***
Max	16,80	0,58	0,79
Min	5,60	0,39	0,23

Fonte: *FELIZATO (2000); **SANTOS (2005); ***PEREIRA (2000).

3.7. Crescimento

Os resultados apresentados na Tabela 7 refletem o desempenho dos peixes segundo suas características biométricas. São referentes ao crescimento da tilápia do Nilo, (peso e comprimento) segundo o trabalho 1, onde o número de indivíduos no início do experimento foi de 658, com o peso inicial em torno de 3g e com 159g de peso final. A evolução do crescimento dos peixes no trabalho 1 começou com o comprimento mínimo de 15cm e terminou os experimentos com 22cm.

Tabela 7. Evolução das características biométricas do trabalho 1.

Crescimento	Trabalho 1
Comprimento inicial (cm)	15
Comprimento final (cm)	22
Peso inicial (g)	3
Peso final (g)	159

FONTE: FELIZATTO (2000).

Esse crescimento obtido foi sempre inferior aos valores relatados pela literatura, indicando que o crescimento foi afetado pelas condições ambientais severas impostas aos exemplares de tilápia do Nilo cultivados no Tanque 1.

No trabalho 2 obtiveram-se diferentes resultados nos 3 viveiros analisados. No V2 foi obtido o melhor rendimento, chegando a um comprimento final de 16,5 cm. No V3, viveiro testemunha teve um crescimento de 15,3cm

sendo também um resultado satisfatório, o que não se observou no viveiro 1, pois o comprimento final foi de apenas 11,5cm.

Nas tabelas a seguir observam-se os valores das biometrias durante todo o cultivo. A Tabela 8 a seguir mostra os resultados do viveiro testemunha, viveiro o qual foi abastecido com água de poço artesiano.

Tabela 8. Valores de comprimento e peso médio final do trabalho 2.

Crescimento	V1	V2	V3
Comprimento Médio Inicial (cm)	4,0	4,0	4,0
Comprimento Médio Final (cm)	11,5	16,5	15,3
Peso médio Inicial (g)	1,5	1,5	1,5
Peso médio final (g)	7,4	38,8	28,5

FONTE: SANTOS (2005).

Segundo SANTOS (2005), o tratamento 2 ocorreu o melhor índice de desenvolvimento que os demais, de forma que os alevinos atingiram um peso médio final de 40,0g, o peso comercial ideal para a estocagem em tanques-redes padrão para piscicultura atual.

No tratamento 3, o crescimento também foi satisfatório de 49,9g, pois este valor se posiciona acima da média de crescimento em peso esperado, ou seja, acima de médias históricas obtidas por produtores da região, o que não ocorreu com os resultados obtidos no tratamento 1 (água de esgoto tratado sem uso de aerador), cujo peso médio final foi de apenas 12,7g (Tabela 9).

A tilápia obteve um crescimento de 1,8% do peso corporal/dia, em um total de 36 dias que estiveram em uma lagoa de estabilização. Um resultado muito baixo se comparado com a literatura.

Tabela 9. Crescimento da tilápia do Nilo em tanques desprovidos de sistema de aeração, abastecidos com água de efluentes de lagoas de estabilização de esgotos domésticos tratados.

Crescimento	Trabalho 3
Comprimento inicial (cm)	4,90
Comprimento final (cm)	5,80
Peso inicial (g)	2,18
Peso final (g)	3,80

FONTE: PEREIRA (2000).

3.8. Sobrevivência

No trabalho 1, ao final do experimento foram totalizados 306 peixes mortos ao longo do experimento. Em todos os exemplares mortos foi evidenciada a presença de um muco branco nas brânquias, e não foi observada necrose no corpo desses animais. É evidenciado que a partir do momento que a concentração de amônia atingiu 4mg/L foi iniciado o processo de envenenamento e quando atingiu o valor de 8mg/L, houve a maior mortandade diária, chegando esse valor a 35 exemplares em um só dia. Esse resultado tende a comprovar o valor limite indicado pela literatura para a tilápia como sendo 8mg/L. Portanto, no presente trabalho o índice de sobrevivência alcançado para a tilápia foi de 14%, valor inferior a todos os trabalhos consultados na literatura. Esse índice demonstra que as condições ambientais impostas aos peixes do tanque 1 durante o período experimental foram extremamente severas, e que a concentração amoniacal foi um dos fatores mais agravantes nestas circunstâncias. Conforme pode ser verificado pelo monitoramento da fase líquida, a concentração na amostra afluenta de NH_4^+ variou entre 1,05 a 14,90mg/L, ou seja, durante 50% das vezes a dosagem desse composto foi superior ao limite recomendado pela literatura.

No trabalho 2, o viveiro testemunha (tratamento 3) obteve-se a melhor taxa de sobrevivência, sendo maior que a do tratamento 2 em 2,5% e que a do tratamento 1 em 11,33%, porém todas as três sobrevivências estão dentro de

níveis satisfatórios para a alevinagem de tilápias do Nilo, conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 10. Taxa de sobrevivência em cultivo de tilápia do Nilo cultivada em tanques abastecidos com água de esgoto doméstico tratado em lagoa de estabilização.

Taxa	VT	VE1	VE2
Sobrevivência (%)	95,33	84,00	92,83

FONTE: SANTOS (2005).

Na Tabela 11, observam-se os parâmetros de crescimento da tilápia do Nilo resultante de experimentos conduzidos por PEREIRA (2000) em tanques submersos na lagoa de estabilização (área localizada nas proximidades do efluente).

Tabela 11. Parâmetros de crescimento da tilápia do Nilo cultivada em lagoas de estabilização da Estação de Tratamento de Esgotos de Santa Catarina (tanque submerso próximo à saída da água tratada).

Sobrevivência dos peixes	Quantidade
Numero inicial	977
Numero final	552
Sobrevivência (%)	56

FONTE: PEREIRA (2000).

Apesar da baixa sobrevivência, o tanque com tilápia mostrou um aumento de biomassa durante o período experimental, com uma produção estimada de 6,5 Kg/ha/dia. A quantidade de peixes mortos na superfície da água dos dois tanques experimentais, nos dias em que houve problemas de circulação de água, evidenciou a baixa sobrevivência relacionada a estes problemas, o que impossibilitou melhores resultados de produção de tilápias.

Segundo PEREIRA (2000), a lagoa de estabilização com peixes apresentava melhor estabilidade em seu funcionamento e, mesmo sem alimentação suplementar, com o objetivo de uma eventual melhora do efluente, obtiveram sucesso na criação dos peixes e na melhora deste efluente e concluíram que houve uma diminuição da carga orgânica lançada ao ambiente com redução de DQO (Demanda Química de Oxigênio) da ordem de 59,6% antes da introdução dos peixes, e de 74% depois de 9 meses da introdução dos peixes na lagoa, melhorando a qualidade do efluente.

4. CONCLUSÕES

Pelos resultados dos trabalhos analisados foi possível concluir que a pesquisa que apresentou um melhor desempenho no cultivo da tilápia do Nilo foi o de SANTOS (2005). Nesse trabalho, os peixes foram cultivados em viveiros fora das lagoas de estabilização, diferentemente do que ocorreu nos trabalhos de FELIZATTO (2000) e PEREIRA (2000), onde os tanques de cultivo ficavam inclusos na própria lagoa de estabilização.

Os melhores resultados em ganho de peso e de sobrevivência no cultivo da tilápia do Nilo em reuso de água tratada de esgotos ocorreu em viveiro dotado de aeração artificial (uso de aerador).

Pelos resultados observados por SANTOS (2005), o uso do aerador mecânico pode ter facilitado o processo de volatilização da amônia presente na água residuária. O que não ocorreu nos experimentos desprovidos de recursos de aeração artificial (FELIZATTO, 2000) e (PEREIRA 2000), já que a concentração de amônia se manteve em níveis superiores aos observados no cultivo onde se fez uso do aerador.

Pelo que se observou a experiência de se cultivar peixes diretamente na lagoa de estabilização mostrou índices não-satisfatórios e que existe a necessidade de que mais pesquisas sejam feitas nesse sentido para se testar com mais precisão a viabilidade de projetos de piscicultura nessas condições .

Conclui-se então que a criação de tilápia do Nilo com águas de efluentes de lagoas de estabilização poderá ser uma prática viável, especialmente se for praticada em viveiros construídos fora da lagoa de estabilização e que se utilize aeradores artificiais durante o cultivo.

O cultivo de tilápia do Nilo diretamente nas lagoas de estabilização pode produzir resultados não-satisfatórios a exemplo do que foi observado por FELIZATTO (2000).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO; L. F. P. Reúso com lagoas de estabilização: potencialidade no Ceará. Fortaleza-CE: SEMACE, 2000.

BASTOS; R. K. X. Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura. Rio de Janeiro: ABES, RIMA, 2003.

BOYD; C. E. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn University, Alabama. Birmingham Publish Co. Alabama, 1990.

CYRINO; J. E. P; URBINATI; E. C; FRACALLOSSI, D. M; CASTAGNOLLI, N. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, 2001.

EDWARDS; P. Reuse of human wastes in aquaculture-A technical review. UNPD-Word Bank Water Research Program. Washington D.C. THE WORLD BANK, 1992.

FELIZATTO; M. R. Reúso de água em piscicultura no Distrito Federal: Potencial para pós-tratamento de águas residuárias associado a produção de pescado. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2000.

KUBITZA; F. Tilápia – Tecnologia e planejamento na produção comercial. São Paulo: Editora Aqua e Imagem, 2000.

MANCUSO; P. C. S; SANTOS; H. F. Reúso de água. 1. Ed. São Paulo: Manole, 2003.

MOSCOSO; J; MUNÓZ; A. F. Reuso em acuicultura de las águas residuales tratadas em las lagunas de Estabilización de san Juan. Lima-Peru: CEPIS-OPAS, 1992.

MOTA; S. Reúso de água-a experiência da Universidade Federal do Ceará. 1. Ed. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000.

PEREIRA; C. M. Avaliação tratamento complementar de efluentes do uso de peixes planctófagos como domésticos. Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil, 2000.

PESSOA; C. A; JORDÃO; E. P. Tratamento de esgotos domésticos. 4. Ed. Rio de Janeiro: SEGRAC, 2005.

SANTOS; E. S. Alevinagem de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em água de esgoto doméstico tratado em lagoas de maturação. Monografia do Departamento de Engenharia de Pesca-UFC, 2005.

SPERLING; M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2. Ed. Belo Horizonte: DESA-Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.

TORRES; T. E. L. Estudo da viabilidade técnica do reúso de águas residuárias na aquicultura. Monografia do Departamento de Engenharia de Pesca-UFC, 2000.