



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

**CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus*, EM
ÁGUA DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO EM LAGOAS DE
ESTABILIZAÇÃO.**

KARLA ROBERTA BATISTA FERNANDES

—
**Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Pesca do
Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como
parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro de Pesca**

—
Fortaleza – CE / Janeiro de 2007

COMISSÃO EXAMINADORA :

Prof. Dr. MOISÉS ALMEIDA OLIVEIRA
Orientador

Prof. MARCELO AUGUSTO BEZERRA
Membro

Prof. JOSÉ WILSON CALÍOPE DE FREITAS
Membro

VISTO:

Prof. Dr. MOISÉS ALMEIDA OLIVEIRA
Chefe do Departamento

Prof. RAIMUNDO NONATO CONCEIÇÃO
Coordenador do Curso

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)

F399c Fernandes, Karla Roberta Batista.

Cultivo de Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em água de esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização / Karla Roberta Batista Fernandes. – 2007.

33 f. : il. color.

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

Orientação: Prof. Dr. Moisés Almeida Oliveira.

1. Tilápia (Peixe) . 2. Tilápia do Nilo - Criação. 3. Recursos hídricos - Uso racional. 4. Engenharia de Pesca. I. Título.

CDD 639.2

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, pela vida e o apoio nos momentos em que precisei.

Ao meu esposo Emanuel Soares dos Santos, por tudo que passamos juntos, dentro e fora da Universidade.

Vocês que sempre acreditaram em mim, e que foram peças-chaves nessa longa jornada.

E especialmente a minha filha Maria Luisa pois você é minha grande motivação.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha família, sempre ao meu lado.

A família do meu esposo.

A todos os companheiros de faculdade.

A todos os professores, em especial ao meu orientador Prof. Moisés pela paciência, e ao Prof. Suetônio, coordenador do projeto.

Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	4
2.1. Descrição da área de trabalho	4
2.2. Estocagem dos juvenis de tilápia do Nilo	7
2.3. Alimentação	8
2.4. Biometrias	8
2.5. Curvas de crescimento em comprimento e peso	10
2.6. Parâmetros de Produção	10
2.8. Taxas de sobrevivência e coeficiente de mortalidade	10
2.9. Conversão Alimentar (CA)	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
3.1. Estocagem dos juvenis de tilápia do Nilo	11
3.2. Parâmetros de crescimento	11
3.2.1. Crescimento em comprimento e peso	12
3.3. Conversão Alimentar	16
3.4. Taxas de sobrevivência e mortalidade	17
4. CONCLUSÕES	18
5. SUGESTÕES	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

RESUMO

Nos dias atuais, tanto nos países localizados em áreas semi-áridas ou não, devido à escassez de água doce, faz-se necessária a busca de alternativas que possibilitem o uso racional dos recursos hídricos nessas regiões. O presente trabalho, que se trata de um estudo preliminar, tem como objetivo geral avaliar a viabilidade da utilização de esgoto doméstico tratado na piscicultura. Foram utilizados dois viveiros de 50m³ de volume (10,0 x 5,0 x 1,0m), ambos abastecidos com esgoto doméstico tratado proveniente de um sistema de lagoas de estabilização. Foi verificado o efeito da aeração externa através do uso de um aerador de sucção com potência de ¾ CV em um dos tanques. O experimento realizou-se no Centro Experimental de Reúso de Esgotos, localizado na cidade de Aquiraz – CE. Todos os tanques foram povoados com juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, revertidos sexualmente para machos, com peso médio inicial de 114,4g, e densidade de estocagem de 2 peixes/m², 100 alevinos por viveiro. O experimento teve duração de 149 dias, onde se esperava que os peixes chegassem ao peso médio final de 800,0g, estando assim em uma gramatura comercial com bom valor de mercado. Foram também obtidos dados de crescimento da espécie cultivada, no sentido de se estabelecer estudos comparativos quanto ao desenvolvimento em peso e comprimento nos dois diferentes tratamentos experimentais assim obtiveram-se as curvas comparativas de desempenho. De acordo com os resultados alcançados o melhor índice de desenvolvimento foi aquele relacionado ao tratamento “2”, ou seja, praticado em água de esgoto tratado em viveiros dotados de aeração artificial, onde após os 149 dias de cultivo os indivíduos atingiram peso médio final foi de 751,2 gramas/peixe. Já no tratamento “1”, onde o cultivo foi desenvolvido em viveiro abastecido com água de esgoto tratado e sem aeração adicional o rendimento de cultivo foi muito baixo, alcançando apenas 316,0 gramas/peixe de peso médio final. Por estes resultados pode-se concluir que: O desenvolvimento de cultivos de tilápia do Nilo em alevinagem praticada com água de esgotos tratados em lagoas de estabilização se mostra viável desde que seja utilizada a tecnologia da aeração mecânica.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Lay-out do Centro Experimental de Reuso de Esgotos da CAGECE (Aquiraz – Ceará).	5
Figura 2 – Viveiros experimentais, abastecido com água de esgoto doméstico, tratado em lagoas de estabilização da ETE da Cagece em Aquiraz - CE e estocado com juvenis de tilápia do Nilo, destaque para a tela de nylon contra predadores.	6
Figuras 3 - Aerador de sucção de $\frac{3}{4}$ de HP que foi utilizado no viveiro experimental 2 (VE-2), para o cultivo de tilapia do Nilo com água de esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização da ETE da Cagece em Aquiraz – Ceará.	6
Figura 4.: Exemplares de juvenis de tilápia do Nilo utilizados para o povoamento dos viveiros experimentais abastecidos com água de esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização da ETE da Cagece no município de Aquiraz, Ceará.	7
Figura 5 - Tarrafa utilizada na coleta dos juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , a serem submetidos a biometria.	9
Figura 6 - Bancada com instrumentos utilizados no monitoramento limnológico dos viveiros e equipamentos destinados às biometrias.	9
Figura 7 - Gráfico contendo as curvas de crescimento em comprimento obtido nos viveiros experimentais.	12
Figura 8 - Gráfico contendo as curvas de crescimento em peso (g/peixe) obtidas nos Viveiros Experimentais.	15

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Resultados em cm/peixe de comprimento máximo, médio e mínimo nas biometrias feitas no VE-1.	13
Tabela 2 - Resultados em cm/peixe de comprimento máximo, médio e mínimo nas biometrias feitas no VE-2.	14
Tabela 3 - Resultados dos parâmetros de desempenho encontrados no experimento, ganho de peso diário, ganho de biomassa diário, produtividade e crescimento diário.	15
Tabela 4 - Valores de Conversão Alimentar proposta e obtidas no experimento para os viveiros experimentais 1 e 2 (VE-1 e VE-2).	16
Tabela 5 – Taxas de sobrevivência e de mortalidade, expressas em %, esperadas e obtidas no cultivo de tilápia do Nilo realizada nos viveiros experimentais 1 e 2 (VE-1 e VE-2).	17

LISTA DE ANEXOS

Figura 9 – Mudança de coloração ocorrida em alguns peixes do experimento, em seguida voltaram a cor normal.

Figura 10 – Peixe que apresentou deformidade na boca, não relacionado a água de cultivo.

Figura 11 – Peixes do viveiro experimental1 (VE-1) onde em destaque pode ser visto a barriga esguia, indicando que estes peixes não estão se alimentando normalmente.

Figura 12 - Peixes do viveiro experimental 2 (VE-2) onde em destaque pode ser visto a barriga arredondada, indicando que estes peixes estão se alimentando normalmente.

Figura 13 – Destaque para água que fica na caixa de coleta onde os peixes se concentram no momento da despesca.

Figura 14 – Peixes prontos para serem coletados com rede puçá no momento da despesca.

CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus*, EM ÁGUA DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO.

KARLA ROBERTA BATISTA FERNANDES

1. INTRODUÇÃO

No Brasil 80% da população é caracterizada como urbana, de um total atual de 165 milhões de habitantes (Macêdo, 1997), sendo 60% dos domicílios conectados a rede coletora de esgoto ou a uma fossa séptica, com 71% referindo-se a cobertura urbana e 14% a rural. Desse volume total de esgotos coletados apenas 20% recebem algum tratamento (OPAS/OMS, 1998).

Pode-se estimar que os corpos d'água brasileiros recebem aproximadamente 300 m³/s de esgotos sem qualquer tratamento, considerando uma contribuição média de produção de esgoto de 225 litros/pessoa/dia (Campos, 1999). Isto significa que no Brasil, os dejetos de águas residuárias 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.

A opção tecnológica mediante a qual se alcança plenamente o objetivo de patógenos zero corresponde a Lagoas de Estabilização em série com tempo de detenção igual ou maior que 25 dias (Moscoso e Leon, 1994; Leon e Moscoso, 1996; Mara e Cairncross, 1989). A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) recomenda o sistema de lagoas de estabilização em série para o tratamento de esgoto doméstico, devido a sua grande eficiência para remoção de patógenos. As transformações de matéria orgânica nestas lagoas permitem liberar nutrientes e gerar uma grande biomassa de algas, elementos potencialmente aproveitáveis para a agricultura e aqüicultura. Este sistema de tecnologia simples e sem necessidades de equipamentos e energia

convencional, é de baixo custo e adequado às possibilidades dos países em desenvolvimento, razão pela qual deve-se constituir como primeira opção de tratamento de águas residuárias sempre que se disponha de área suficiente ou quando o próprio gestor de saneamento é o proprietário das terras (Moscoso e Muñoz, 1992).

Outra característica eminente das lagoas de estabilização é a possibilidade da reciclagem de matéria orgânica e nutrientes de esgotos domésticos e, se bem projetados, as lagoas apresentam-se como reatores biológicos econômicos do ponto de vista do consumo e aproveitamento de energia natural luminosa com excelente efetividade na fixação da energia solar, comparando-se com a produtividade por hectare atual das safras agrícolas que produzem menos de 0,1 g/m²/dia. Em lagoas de estabilização pode-se produzir no mesmo hectare taxas de cem a duzentas vezes maior de proteína, ou seja, de 10 a 20 g/m²/dia. Outro detalhe importante é que a produção por área além de ser maior, como anteriormente exposto, é uma produção contínua durante o ano todo, ao passo que as plantas cultivadas são colhidas uma ou duas vezes ao ano. Esta biomassa que se desenvolve nas lagoas de estabilização, consiste principalmente de algas (Matheus, 1985). Ainda conforme Matheus (1985), pesquisas têm sido conduzidas em diversas partes do mundo, no sentido de utilizar essa massa de algas, pois elas constituem importante fonte de alimento protéico, chegando a ser mais de 50% (em peso seco) a proporção de proteínas existentes nesses organismos.

A utilização de efluentes tratados para fins produtivos (reúso) vem merecendo destaque dentre as estratégias de diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento, tanto os situados em áreas semi-áridas ou não (Metcalf e Eddy, 2003). Países como USA, Canadá, Israel, Austrália, México e regiões secas da África e Ásia, são exemplos nos quais largas quantidades de esgotos domésticos são reutilizados na irrigação, indústria, recarga de aquíferos, etc. (Feigin *et al.*, 1991). Por exemplo, em Israel, um dos países que lideram a prática de reúso é esperado que no ano de 2040, 70% da demanda de água para fins agrícolas será procedente de reúso de esgotos domésticos (Haruvy,

1997). Aliado a isso, busca-se viabilizar sistemas integrados de tratamento e reutilização de efluentes como medida de controle ambiental e proteção da saúde pública (Mota, 2000; Huibers, 2002). No Brasil também já se vem se dedicando esforços no desenvolvimento de técnicas de reuso em vários centros de pesquisas espalhados pelo país, entre estes podemos dar ênfase aos trabalhos realizados por Santos *et al.* (2005^{a,b}, 2006^{a,b}) no Ceará com a alevinação da tilápia do Nilo, onde foram obtidos ótimos resultados.

Uma das formas de reuso das águas de esgotos sanitários tratados é na piscicultura, pois 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 algas, através do consumo de carne de peixe. Evidentemente que na medida em que o peixe consome as algas contidas na água, haverá uma melhoria na qualidade dessa água (Felizzato, 2000).

Entre as espécies que podem ser usadas para este fim, podemos destacar a tilápia do Nilo, nativa de diversos países africanos é a espécie de tilápia mais cultivada no mundo todo. 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 (Kubitza, 2000).

Dentro dos seus limites, as tilápias são reconhecidamente espécies de peixes que melhor se adaptam a diferentes condições de qualidade de água. São bastante tolerantes ao baixo oxigênio dissolvido, convive com uma faixa ampla de acidez e alcalinidade na água, crescem e até mesmo se reproduzem em águas salobras ou salgadas e apresenta tolerância a altas concentrações de amônia tóxica comparada a maioria dos peixes cultivados (Santos, op. Cit). Estas foram características decisivas para a utilização desta espécie nas condições adotadas no presente trabalho.

Assim como a própria atividade da piscicultura, a utilização de excretas humanas e animais na piscicultura também é uma prática muito antiga, principalmente na Ásia. A utilização de esgoto sanitário aparentemente é menos freqüente, talvez pela própria precariedade de serviços de esgotamento sanitário nos países em desenvolvimento (Edwards, 1992). A piscicultura com águas residuais de esgoto sanitário, assim como a piscicultura em si, como contribuição à segurança alimentar, deve obedecer aos princípios de sustentabilidade econômica, sanitária e ambiental, ou seja, a atividade deve garantir retorno financeiro, não impor riscos à saúde humana e não produzir impactos ambientais; posteriormente impõe-se o desafio de vencer barreiras de natureza cultural.

Ainda são escassas as informações sobre a viabilidade técnica, econômica e sanitária dessa prática com base na realidade nacional. Torna-se assim, necessário testar sua viabilidade sob diferentes condições, como: clima, métodos de cultivo, espécies a serem cultivadas e qualidade do efluente (Santos, op. Cit).

Este trabalho é um estudo preliminar que tem como objetivo estudar a viabilidade prática do reuso do efluente do sistema de tratamento de lagoas de estabilização, aplicando-se o esgoto doméstico tratado como água de abastecimento para o cultivo de tilápia do Nilo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área de trabalho

Os tanques experimentais foram alocados no Centro Experimental de Reúso de Esgotos que fica situado em uma estação de tratamento de esgoto (ETE) da Cagece (Companhia de Água e Esgoto do Ceará), localizada no município de Aquiraz, Ceará.

Esta ETE foi projetada para realizar o tratamento de esgoto dos municípios de Aquiraz e Euzébio, porém está recebendo apenas o do município de Aquiraz, estando assim, atuando apenas com parte de sua capacidade de funcionamento.

Este experimento faz parte de um projeto onde está sendo estudado o efeito dos efluentes de esgoto também na agricultura, conforme o lay-out do projeto apresentado na figura 1.

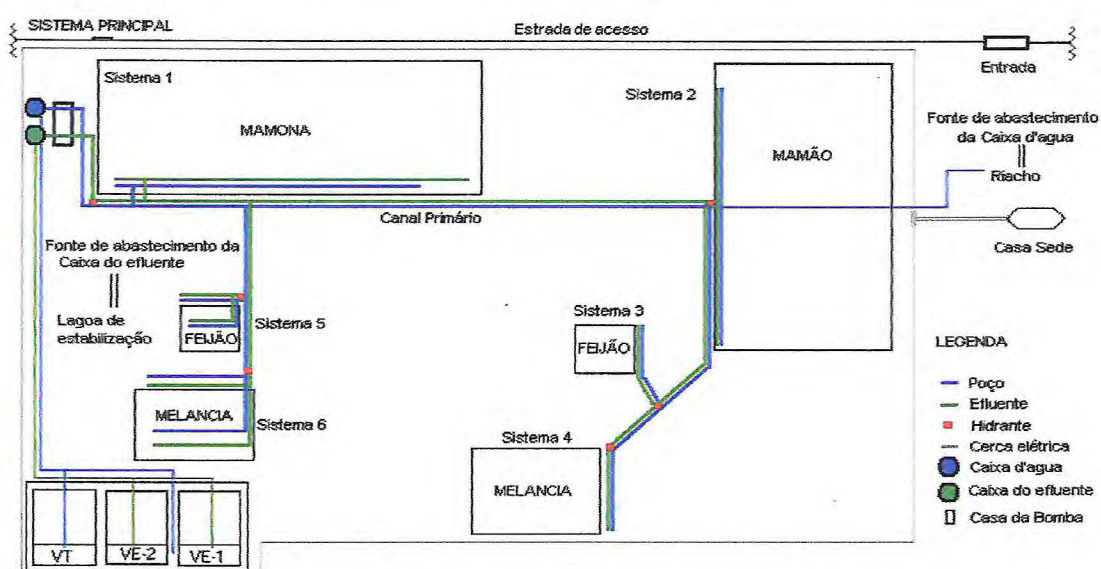


Figura 1 - Lay-out do Centro Experimental de Reuso de Esgotos da CAGECE (Aquiraz – Ceará).

Dos três tanques existentes na área, para este experimento, como se trata de um estudo preliminar foram utilizados dois tanques com 50m² e aproximadamente, 50m³ de volume (10,0 x 5,0 x 1,0m), ambos equipados com caixa de coleta de 1,87m³ (2,5 x 1,5 x 0,5m), escada e área de despesca. Durante o experimento, os viveiros estiveram cobertos com tela de nylon para proteção contra predadores.

Os dois viveiros possuíam abastecimento originado das lagoas de maturação, que são a fase final do sistema de lagoas de estabilização, estes foram chamados de Viveiro Experimental 1 e 2 (VE 1 e 2). O VE 2 contou com um aerador de sucção com motor de ¾ HP de potência, fabricado pela

Bernauer Aquacultura Ltda, era acionado através de um *timer* às 21:00 horas e desligado às 06:00 horas todos os dias.



Figura 2 – Viveiros experimentais, abastecido com água de esgoto doméstico, tratado em lagoas de estabilização da ETE da Cagece em Aquiraz - CE e estocado com juvenis de tilápia do Nilo, destaque para a tela de nylon contra predadores.



Figuras 3 - Aerador de sucção de ¼ de HP que foi utilizado no viveiro experimental 2 (VE-2), para o cultivo de tilapia do Nilo com água de esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização da ETE da Cagece em Aquiraz – Ceará.

2.2. Estocagem dos juvenis de tilápia do Nilo.

O experimento teve início no mês de junho de 2006, com a estocagem de 100 juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, revertidos sexualmente para machos, por viveiro, isto resultou em uma densidade experimental de 02 alevinos/m² e um total de 200 peixes no experimento.

Os juvenis tinham peso médio inicial de 114,4g, o período do experimento foi de 149 dias, onde nestes 5 meses esperava-se que os peixes chegassem a um peso médio final acima de 800,0g, estando assim em uma gramatura comercial com bom valor de mercado.

Os juvenis foram cedidos do experimento realizado por Santos (2005^b), onde foram selecionados por classe de tamanho para se obter um estoque inicial homogêneo. Após a seleção e contagem dos juvenis, estes foram colocados nos tanques experimentais para se dar início ao experimento. Como o experimento de que foram cedidos estes juvenis também era com água de esgoto doméstico tratado não foi necessário realizar processo de aclimatação.



Figura 4.: Exemplos de juvenis de tilápia do Nilo utilizados para o povoamento dos viveiros experimentais abastecidos com água de esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização da ETE da Cagece no município de Aquiraz, Ceará.

2.3. Alimentação

No segundo dia após o povoamento dos viveiros experimentais, os juvenis passaram a receber alimentação artificial com ração balanceada contendo 32% de proteína bruta (PB), com freqüência de três vezes ao dia, ou seja, às 08:00, 12:00 e 16:00 horas de segunda a sábado, exceto aos domingos, em que não havia arraçoamento, esta rotina alimentar foi mantida durante os primeiros vinte e oito dias. Nos cento e vinte e um dias restantes passou-se a fornecer a ração balanceada com 28% de PB, ofertando aos peixes duas vezes ao dia, às 08:00 e 16:00 horas.

Tanto a ração com 32% de PB como a com 28% de PB tem apresentação peletizada e extrusada assim sendo possível de ser ofertada através de voleio por todo o perímetro do viveiro. As taxas de arraçoamento decresceram gradativamente a partir de 5% da biomassa estocada, onde eram feitos os ajustes de acordo com as biometrias realizadas.

2.4. Biometrias

Foram realizadas nove amostragens para acompanhamento dos parâmetros zootécnicos, sendo a primeira na data do povoamento dos viveiros experimentais e a última na despesca. Desta forma foram realizadas sete biometrias no decorrer do ciclo de cultivo, nestas biometrias eram feitas as medições dos parâmetros de crescimento dos peixes. Para isso, procurava-se coletar, aleatoriamente com tarrafa, em cada viveiro, aproximadamente 10% dos população estocada. Os indivíduos capturados foram pesados, medidos e observados quanto às condições de nutrição e saúde, bem como quanto à presença de parasitas e/ou necroses na pele ou brânquias.

Na pesagem dos indivíduos, utilizou-se uma balança digital do tipo Filizola, modelo MF-I, com precisão de 0,5g, e para as medições de comprimento total dos peixes, uma régua metálica com escala graduada em milímetros.



Figura 5 - Tarrafa utilizada na coleta dos juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, a serem submetidos a biometria.



Figura 6 - Bancada com instrumentos utilizados no monitoramento limnológico dos viveiros e equipamentos destinados às biometrias.

2.5. Curvas de crescimento em comprimento e peso

As curvas de crescimento em peso médio (g/peixe), e em comprimento total (cm/peixe), foram obtidas a partir dos dados colhidos nas biometrias realizadas, assim não foi necessário aplicar nenhuma das equações desenvolvidas para a estimativa do crescimento.

2.7. Parâmetros de produção

Ganho de peso individual (g/dia) é o ganho médio de peso do período dividido pelo número de dias do intervalo amostral.

Ganho de biomassa (g/m³/dia) é a diferença no período da biomassa em gramas dividido pela área do tanque dividido pelo número de dias do intervalo amostral.

Produtividade (g/m²/ciclo) é a biomassa final dividido pela área do viveiro em um ciclo de cultivo.

2.8. Taxas de sobrevivência e coeficiente de mortalidade

A taxa média de sobrevivência foi estimada através da seguinte expressão:

$$S^*_{\Delta t} = (N_t/N_0)^{1/n}, \text{ onde:}$$

$S^*_{\Delta t}$ = taxa média de sobrevivência em Δt ;

N_t = n° de indivíduos sobreviventes no instante t final;

N_0 = n° de indivíduos estocados no início do cultivo;

n = n° de intervalos de tempo regulares do cultivo;

O coeficiente médio de mortalidade (M) foi estimado a partir da expressão:

$$M_{\Delta t} = - \ln S^*_{\Delta t}$$

A taxa de mortalidade observada para cada tra

2.9 Conversão Alimentar (CA)

O índice de CA é calculado dividindo-se a quantidade de ração fornecida pelo ganho de peso dos peixes. O ganho de peso é calculado subtraindo-se, da produção obtida, o peso total dos peixes na estocagem (Kubitza, 2000).

$$CA = R_F / (Bm_f - Bm_i)$$

CA = Conversão Alimentar

R_F = Ração Fornecida

Bm_f = Biomassa Final

Bm_i = Biomassa Inicial

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estocagem dos juvenis de tilápia do Nilo.

A estocagem dos juvenis foi feita de forma tranqüila, procurou-se causar o mínimo de estresse possível aos peixes, como resultado foi obtido um procedimento com sucesso, não sendo identificada mortalidade instantânea e nem nas 48 horas subseqüentes ao procedimento, onde neste intervalo de tempo pode ser considerada mortalidade causada pelo estresse do manejo. Ficando então mantida a densidade de estocagem experimental prevista de 02 peixes/m², isto é, 100 peixes por viveiro.

3.2. Parâmetros de crescimento.

3.2.1. Crescimento em comprimento e peso

Na figura 7 pode-se visualizar as curvas de crescimento em comprimento (cm/peixe) das tilápias do Nilo cultivadas nos dois tratamentos experimentais no Centro Experimental de Reuso de Água da CAGECE, onde se observa diferenças significativas entre as curvas de crescimento de cada um dos tratamentos. No tratamento "2" (água de esgoto tratado com uso de aerador), ocorreu melhor índice de desenvolvimento que no tratamento "1", pois os indivíduos cultivados atingiram um comprimento total final de 32,8 cm/peixe, o que não ocorreu com os resultados obtidos no tratamento "1" (água de esgoto tratado sem uso de aerador), cujo comprimento final foi de apenas 24,4 cm/peixe.

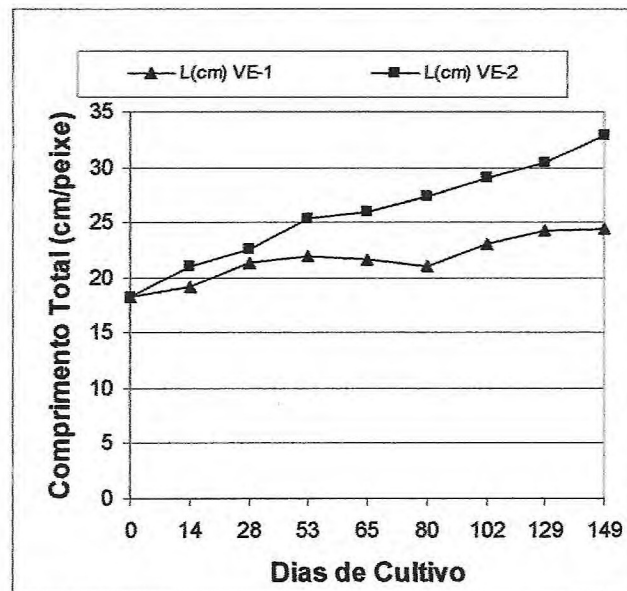


Figura 7 - Gráfico contendo as curvas de crescimento em comprimento obtido nos viveiros experimentais.

Na tabela 1 é possível observar os valores mínimos, de média ponderada e máximos, obtidos nas biometrias realizadas durante o cultivo no viveiro experimental 1 (tratamento 1), onde na amostragem feita para estimar o

comprimento total médio inicial os valores variaram entre 20,0 e 17,0 cm/peixe, na primeira biometria os valores de comprimento total variaram entre 21,6 e 17,0 cm/peixe, na segunda biometria os valores de comprimento total variaram entre 23,3 e 19,8 cm/peixe, na terceira biometria os valores de comprimento total variaram entre 23,4 e 20,4 cm/peixe, na quarta biometria os valores de comprimento total variaram entre 23,4 e 20,8 cm/peixe, na quinta biometria os valores de comprimento total variaram entre 24,0 e 20,8 cm, na sexta biometria os valores de comprimento total variaram entre 24,0 e 22,2 cm/peixe, na sétima biometria os valores de comprimento total variaram entre 24,8 e 23,6 cm/peixe, já na amostragem final os valores de comprimento total variaram entre 27,0 e 23,0 cm/peixe.

Tabela 1 - Resultados em cm/peixe de comprimento máximo, médio e mínimo nas biometrias feitas no VE-1.

Comp. Total (cm/peixe)	Biometria								
	Estoque	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	Final
Maximo	20,0	21,6	23,3	23,4	23,4	24,0	24,0	24,8	27,0
Médio	18,2	19,7	21,3	21,9	21,7	22,4	23,1	24,2	24,4
Mínimo	17,0	17,0	19,8	20,4	20,8	20,8	22,2	23,6	23,0

Na tabela 2 é possível observar os valores mínimos, de média ponderada e máximos, obtidos nas biometrias realizadas durante o cultivo no viveiro experimental 2 (tratamento 2), onde na amostragem feita para estimar o comprimento total médio inicial os valores variaram entre 20,0 e 17,0 cm/peixe, na primeira biometria os valores de comprimento total variaram entre 23,5 e 18,5 cm/peixe, na segunda biometria os valores de comprimento total variaram entre 25,0 e 20,0 cm/peixe, na terceira biometria os valores de comprimento total variaram entre 27,5 e 23,0 cm/peixe, na quarta biometria os valores de comprimento total variaram entre 28,2 e 24,0 cm/peixe, na quinta biometria os valores de comprimento total variaram entre 29,0 e 24,2 cm, na sexta biometria os valores de comprimento total variaram entre 32,4 e 27,0 cm/peixe, na sétima biometria os valores de comprimento total variaram entre 31,4 e 29,0 cm/peixe,

já na amostragem final os valores de comprimento total variaram entre 36,0 e 29,4 cm/peixe.

Tabela 2 - Resultados em cm de comprimento máximo, médio e mínimo nas biometrias feitas no VE-2.

Comp. Total (cm/peixe)	Biometria								
	Estoque	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	Final
Maximo	20,0	23,5	25,0	27,5	28,2	29,0	32,4	31,4	36,0
Médio	18,2	21,1	22,6	25,4	25,9	27,4	29,0	30,4	32,8
Mínimo	17,0	18,5	20,0	23,0	24,0	24,2	27,0	29,0	29,4

Os dados apresentados referentes ao crescimento em comprimento total mostraram a melhor performance dos peixes cultivados utilizando o tratamento "2", no entanto, para que seja confirmada a superioridade deste tratamento é necessário avaliar em conjunto com os dados de ganho de peso que estão expostos a seguir.

Na figura 8 é possível visualizar curvas de crescimento em peso (g/peixe) dos indivíduos cultivados nos dois tratamentos experimentais, onde se observam diferenças significativas entre as curvas de crescimento de cada um destes tratamentos. No tratamento "2" (água de esgoto tratado com uso de aerador) ocorreu o melhor índice de desenvolvimento de forma que as tilápias do Nilo cultivados atingiram um peso médio final de 751,2g/peixe, 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 316,0 g/peixe.

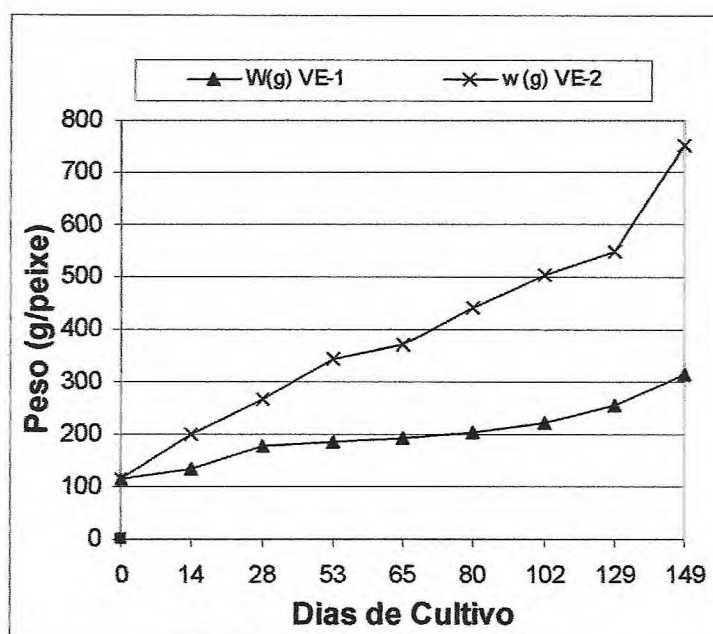


Figura 8 - Gráfico contendo as curvas de crescimento em peso (g/peixe) obtidas nos Viveiros Experimentais.

Os resultados dos parâmetros de desempenho podem ser observados na tabela 3, dentre estes podemos enfatizar o ganho de peso diário do tratamento "2" foi de 4,27 g/peixe/dia enquanto o tratamento "1" foi 1,35 g/peixe/dia, isto é, o tratamento "2" foi 2,92 g/peixe/dia maior que o tratamento "1". O ganho de biomassa do tratamento "2" foi de 6,23 g/m³/dia ficando acima do tratamento "1" 5,05 g/m³/dia, que foi 1,18 g/m³/dia. A produtividade do tratamento "2" foi 928,0 g/m³/ciclo ficando maior que o tratamento "1" 752,3 g/m³/ciclo, que foi 175,7 g/m³/dia. Também é possível verificar que o viveiro que recebeu o tratamento "2" apresentou os resultados de crescimento diário de 0,10 cm/peixe/dia resultado este maior que o do tratamento "1" que foi 0,04 cm/peixe/dia.

Tabela 3 - Resultados dos parâmetros de desempenho encontrados no experimento, ganho de peso diário, ganho de biomassa diário, produtividade e crescimento diário.

Parâmetros	VE 1	VE 2
Ganho de peso diário (g/peixe/dia)	1,35	4,27
Ganho de Biomassa diário (g/m ³ /dia)	1,18	6,23
Produtividade (g/m ³ /ciclo)	175,7	928,0
Crescimento diário (cm/peixe/dia)	0,04	0,10

Os dados apresentados referentes ao crescimento em comprimento, peso e os parâmetros zootécnicos avaliados (ganho de peso diário, ganho de biomassa diário, produtividade e crescimento diário), mostraram a melhor performance dos peixes cultivados utilizando o tratamento “2”, porém para se obter uma maior precisão no intuito de afirmar a viabilidade técnica e econômica deste tratamento é necessário verificar os dados de conversão alimentar e de sobrevivência, estando este intimamente ligado com o primeiro.

3.4. Conversão Alimentar (CA)

Com os cálculos de conversão alimentar, comparou-se resultados entre tratamentos experimentais e também, com uma meta de conversão alimentar a ser alcançada oriunda de dados obtidos junto a produtores da região. Como mostrado na tabela 6, o melhor valor de conversão alimentar foi o alcançado tratamento “2”, com valor de 2,0 , ou seja, para se produzir um quilograma de peixe foi consumido 2,0 quilogramas de ração.

Já no tratamento “1” observou-se um resultado que inviabiliza procedimento do cultivo de tilápia do Nilo com uso de água de esgoto tratado de lagoas de estabilização sem o uso de areação artificial, pois a conversão alimentar alcançada foi de 10,6, ou seja para se produzir um quilograma de tilápia foram necessários 10,6 quilogramas de ração.

A conversão alimentar proposta de 1,65 não foi alcançado por nenhum dos dois tratamentos, porém o tratamento “1” chegou bem próximo indicando que se for possível melhorar o manejo pode-se alcançar o resultado desejado.

Tabela 4 - Valores de Conversão Alimentar proposta e obtidas no experimento para os viveiros experimentais 1 e 2 (VE-1 e VE-2).

Viveiros	Proposta	VE-1	VE-2
CA	1,65	10,6	2,0

3.6. Taxas de sobrevivência e mortalidade

No viveiro que utilizou o tratamento “2” obteve-se a melhor taxa de sobrevivência, sendo maior que a do tratamento “1” em 13%, porém ambas as sobrevivências estão abaixo do proposto para o cultivo de tilápias do Nilo. Os valores de mortalidade são complementares aos de sobrevivência estando assim o viveiro com o tratamento “2” com mortalidade também em 13% menor que a do viveiro com o tratamento “1”. No entanto nenhum dos dois tratamentos alcançou as taxas de sobrevivência e, conseqüentemente, de mortalidade esperadas que eram respectivamente 90% e 10%, porém a sobrevivência de 77% alcançada pelo tratamento “1” foi a que mais se aproximou do esperado podendo que com a melhora do manejo de cultivo seja contornada esse resultado.

Tabela 5 – Taxas de sobrevivência e de mortalidade, expressas em %, esperadas e obtidas no cultivo de tilápia do Nilo realizada nos viveiros experimentais 1 e 2 (VE-1 e VE-2).

Taxa	Esperada	VE 1	VE 2
Sobrevivência (%)	90	64	77
Mortalidade (%)	10	36	23

A relação existente entre a sobrevivência e CA fica clara ao se analisar os dados do tratamento “2” por exemplo, se este tivesse alcançado a sobrevivência esperada de 90% com o peso final de 751,2 g/peixe seria alcançada a conversão alimentar proposta de 1,65, e se houvesse uma sobrevivência de 100% do estoque essa conversão seria de 1,46. No caso do tratamento “1” mesmo se a sobrevivência fosse de 90%, com o peso médio final de 316,0 g/peixe a conversão ficaria em 5,47, para se alcançar a conversão alimentar de 1,65 a sobrevivência teria que ser de 220%, o que não é possível de acontecer.

4. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, é possível concluir que:

1. O cultivo de Tilápia do Nilo realizada com água de efluentes de esgoto tratado em lagoas de estabilização em viveiros aerados artificialmente mostrou-se tecnicamente viável. Entretanto, serão necessárias repetições de experimentos semelhantes aos conduzidos por este trabalho, para que se possa obter uma conclusão mais precisa sobre essa modalidade de cultivo.

2. Taxas de crescimento em comprimento, peso e biomassa, como as obtidas neste trabalho no tratamento "2", podem ser considerados como um excelente resultado, provavelmente devido à abundância de alimento natural na água da lagoa de estabilização e às condições físico-químicas favoráveis promovida pelo efeito do aerador mecânico utilizado.

3. Pelos resultados obtidos no tratamento experimental "1" (sem aeração mecânica), no cultivo da tilápia do Nilo praticado nestas condições, parâmetros como: oxigênio dissolvido; amônia tóxica e nitritos atingiram níveis sub-letais no decorrer do cultivo, isto, em decorrência de acumulação de matéria orgânica proveniente de ração e do próprio efluente de esgoto.

4. As taxas de sobrevivência não alcançaram os níveis esperados em nenhum dos dois tratamentos experimentais, porém não houve mortalidade total do estoque o que indica que é possível a piscicultura em efluentes de esgoto tratado, sendo necessárias apenas mais pesquisas para se encontrar a metodologia de cultivo ideal.

5. Serão necessárias outras repetições deste experimento para obter dados mais representativos para se proceder as análises estatísticas específicas para este caso.

6. Conforme resultados do crescimento em peso obtidos no tratamento "2" (com uso de aeração mecânica), sugere-se a possibilidade de ser aperfeiçoado o manejo de cultivo da tilápia do Nilo nesta condição, pois os peixes alcançaram o peso médio de 751,2 g/peixe, peso este muito próximo ao

sugerido como meta para este trabalho, assim reforçando a necessidade de novas repetições para que seja alcançada a metodologia de cultivo ideal para as condições de reuso de esgoto doméstico tratado com aeração.

5. SUGESTÕES

Análises microbiológicas em brânquias, pele e músculo dos indivíduos cultivados deverão ser realizadas para que se possa avaliar os níveis de contaminação proporcionados por possíveis patógenos em atividade de piscicultura, como a realizada neste trabalho, ou seja, com uso de água de efluentes de esgoto doméstico tratado, no entanto é válido salientar que o sistema de lagoas de estabilização tem como intuito a remoção de patógenos da água.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, J.R. "Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição controlado no Solo". PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rede Cooperativa de Pesquisas, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 1999. 435 p.

EDWARDS, P. Reuse of human wastes in aquaculture. A technical REVIEW. UNDP – World Bank Water Research Program. Washington D.C. THE WORLD BANK. 1992. 350p.

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

FEIGIN, A., RAVINA, I. e SHALHEVET, J. Irrigation with treated sewage effluent: management for environmental protection. Berlim: Springer Verlag. 1991. 224 p. (Advanced Series in Agricultural Sciences, v. 17)

HARUVY, N. Agricultural reuse of wastewater: Nation-wide cost-benefit analysis. Agriculture Ecosystems and Environment, v.66, n.2, Dec. 1, 1997, p.113-119. 1997.

HORTEGAL Filha, M.S.R.; Mota, S.; Ceballos, B.S.O.; Silva, F.J.A.; Santiago, R.G. e Costa, F.H.F. "Viabilidade do uso de lagoas de maturação na Piscicultura". 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1999. Anais do Congresso (CD-ROM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 3434-3441 p.

KUBITZA, F. "Tilápia – Tecnología e Planejamento na Produção Comercial". Editora ACQUA & IMAGEM, Jundiaí – SP, 2000. 285p.

LÉON, G., MOSCOSO, J. "Curso de Tratamiento Y Uso de Aguas Residuales". CEPIS – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. OPS – Organización Panamericana de Saude, Lima Peru, 1996. 151 p.

MACÊDO, C.G. "Notas para um história recente da Saúde Pública Am´rica Latina". OPS – Organização Panamericana de Saude, Regional da OMS – Organozação Mundial de Saúde, Brasília – DF, Brasil, 1997.106 p.

MARA, D.D., CAIRNCROSS, S. "Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture". WHO – World Health Organization & UNEP – United Nations Environment Programme, Geneva, Switzerland, 1989. 187 p.

MATHEUS, C.E. "Utilização de peixes em águas residuárias – uma revisão bibliográfica". Revista DAE, Vol. 45, N° 143, 1985. 383-385 p.

METCALF e EDDY. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. New York: McGraw-Hill Book Company. 2003. 1819 p.

MOSCOSO, J., LEON, A.F. (1994). "HDT 59: Uso de Águas Residuales" . CEPIS – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. OPS – Organización Panamericana de la Salud (OMS – Organización Mundial de la Salud). Homepage – www.cepis.org.pe

MOSCOSO, J., MUNÓZ, A.F. "Reuso em Acuicultura de lãs Águas Residuales Tratadas em lãs Lagunas de Estabilizacion de San Juan. Seccion I: Resumen Ejecutivo" . CEPIS – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. OPS – Organización Panamericana de la Salud, Lima Peru, 1992. 35 p.

MOTA, S. Aplicação de esgoto doméstico em irrigação. 2000

OPAS/OMS. Publicação da Organização Pan-Americana de Saúde. Escritório Regional da OMS – Organização Mundial de Saúde, "A Saúde no Brasil". 1998, Brasília – DF, Brasil.

SANTOS, E.S.; OLIVEIRA, M.A.; MOTA, F.S.B.; SOUSA NETO, H.D. Desempenho da alevinagem de Tilápia do Nilo, *Oreochomis niloticus*, em água de esgoto doméstico tratado. In: XIV Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2005^a.

SANTOS, E.S.; OLIVEIRA, M.A.; MOTA, F.S.B.; SOUSA NETO, H.D. Análise de contaminação microbiológica e metais pesados em alevinagem de Tilápia do Nilo, *Oreochomis niloticus*, em água de esgoto doméstico tratado. In: XIV Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2005^b.

SANTOS, E.S.; MOTA, F.S.B.; AQUINO, M.D.; VASCONCELOS, M.M. Uso de esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização na alevinagem de tilápia do Nilo: Parâmetros zootécnicos. In: VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Fortaleza, 2006^a.

SANTOS, E.S.; MOTA, F.S.B.; AQUINO, M.D.; VASCONCELOS, M.M. Uso de esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização na alevinagem de tilápia

do Nilo: Análise de contaminação microbiológica. In: VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Fortaleza, 2006^b.

ANEXOS

Figura 9 – Mudança de coloração ocorrida em alguns peixes do experimento, em seguida voltaram a cor normal.



Figura 10 – Peixe que apresentou deformidade na boca, não relacionado a água de cultivo.



Figura 11 – Peixes do viveiro experimental1 (VE-1) onde em destaque pode ser visto a barriga esguia, indicando que estes peixes não estão se alimentando normalmente.



Figura 12 - Peixes do viveiro experimental 2 (VE-2) onde em destaque pode ser visto a barriga arredondada, indicando que estes peixes estão se alimentando normalmente.

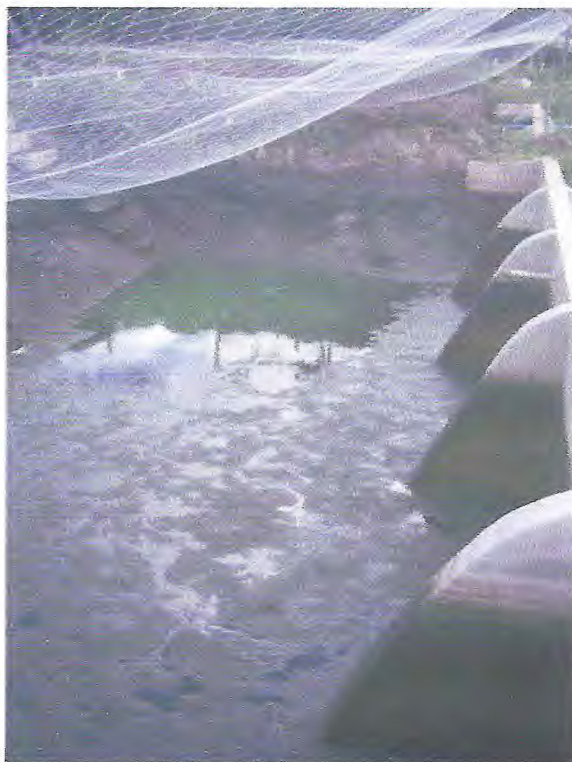


Figura 13 – Destaque para água que fica na caixa de coleta onde os peixes se concentram no momento da despesca.



Figura 14 – Peixes prontos para serem coletados com rede puçá no momento da despesca.