

Artigo Técnico

Avaliação do efeito da adição de probiótico na dieta de alevinos e juvenis de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) criados em esgoto doméstico tratado

*Probiotic addition effect assessment in the diet of fingerling and juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) created in treated sewage*

Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira^{1*}, João Batista Lopes², Maria de Nasaré Bona Alencar Araripe², Cleto Augusto Baratta Monteiro², Francisco Teixeira Andrade³

RESUMO

A pesquisa foi desenvolvida para avaliar o efeito da utilização de probiótico (*Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, leveduras e *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces boulardi*) em rações para tilápias, nas fases de alevino e juvenil, submetidas a desafio sanitário sobre o desempenho, a composição bromatológica da carcaça dos animais e a qualidade da água. Foram utilizados 360 alevinos, com peso médio inicial de $2,91 \pm 0,37$ g e comprimento médio inicial $3,30 \pm 0,27$ cm. Os tratamentos consistiram de: T1) peixes cultivados em água limpa, alimentados com ração comercial, sem uso de probiótico; T2) peixes cultivados em água de esgoto doméstico tratado e alimentados com ração comercial, sem uso de probiótico; T3) peixes cultivados em condição semelhante ao T2, com ração acrescida de probiótico. Na avaliação dos parâmetros físico-químicos do esgoto sanitário tratado, independentemente da presença ou não de cepas probióticas, apresentam-se com elevada produtividade primária. O uso de probiótico (*Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis*; e leveduras – *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces boulardi*) promove melhorias nos parâmetros de consumo de ração e taxa de crescimento específico em tilápias-do-nilo cultivadas em água tratada de esgoto doméstico, reduz a proporção de extrato etéreo no ganho de peso e eleva a proporção de proteína bruta no ganho de peso. Porém, não influencia o ganho de peso, a conversão alimentar aparente e a sobrevivência dos peixes. Os animais cultivados em água de esgoto sanitário tratado, independentemente do uso ou não das cepas probióticas, apresentam um maior teor de proteína e menor teor de gordura.

Palavras-chave: carga orgânica; efluente; microrganismos; reúso de água; sistema de produção.

ABSTRACT

The research was conducted to evaluate the effect of using probiotic (*Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, yeasts and *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces boulardi*) in diets for tilapia, during the fingerling and juvenile stages, that underwent sanitary challenge on performance, chemical composition of the carcasses and water quality. We used three hundred and sixty fingerlings with initial average weight of 2.91 ± 0.37 g and initial average length of 3.30 ± 0.27 cm. The treatments were: T1) farmed fish in clean water, fed with commercial food without the use of probiotics; T2) fish reared in treated sewage water and fed with commercial food without the use of probiotics; T3) farmed fish in a condition similar to T2, with food plus probiotic. In the evaluation of physicochemical parameters of the treated sewage, regardless of the presence or not of probiotic strains, it presents a high primary productivity. The use of probiotics (*Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus* and *Bacillus subtilis* and yeasts – *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces boulardi*) promotes improvements in the parameters of feed intake and specific growth rate in the Nile tilapia grown in treated water from sewage, reduces the proportion of lipids in weight gain and increases the proportion of crude protein in weight gain. However, it does not influence weight gain, feed conversion and fish survival. Fish grown in treated sanitary sewage, regardless of the use or not of probiotic strains have a higher protein content and lower fat content.

Keywords: organic load; effluent; microorganisms; water reuse; production system.

¹Professor do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Piauí (UESPI) - Parnaíba (PI), Brasil.

²Professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí (UFPI) - Teresina (PI), Brasil.

³Professor do Departamento de Fisiologia e Biofísica da UFPI - Teresina (PI), Brasil.

*Autor correspondente: hosmylton@hotmail.com

Recebido: 13/05/2014 - Aceito: 12/04/2017 - Reg. ABES: 134833

INTRODUÇÃO

A reutilização é considerada uma opção inteligente para o aproveitamento da água e as técnicas de tratamento de efluentes disponíveis podem ser aplicadas de acordo com o objetivo que se deseja alcançar. O reúso da água constitui-se, assim, uma prática a ser incentivada em várias atividades humanas, inclusive na piscicultura. A elevada concentração de matéria orgânica na água residuária pode promover aumento da produtividade primária. Por ser uma fonte rica de proteínas, essa água residuária pode ser aproveitada pelo homem de forma indireta, por meio da assimilação dessas proteínas pelos peixes (SANTOS *et al.*, 2009b), principalmente as tilápias-do-nilo. No entanto, para que essa água possa ser utilizada na aquicultura é necessário seguir os padrões da Resolução nº 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2005), e da Resolução nº 430/2011, do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2011), que estabelecem parâmetros microbiológicos e ambientais para o lançamento de efluentes nos corpos d'água no Brasil ou para as águas brutas destinadas aos diversos usos.

A tilápia-do-nilo, por ser um peixe rústico, de fácil adaptação ao meio e de crescimento rápido, apresenta enorme potencial na piscicultura intensiva, pois pode ser cultivada em água doce ou salobra (MEURER; HAYASHI; BOSCOLO, 2003). Tem resistência às adversidades do meio aquícola, como alta temperatura (30°C) e baixas condições de oxigênio dissolvido (OD) (0,8 mg.L⁻¹) (KUBITZA, 1998).

O crescimento da piscicultura intensiva no Brasil tem propiciado ocorrência de deficiências nos sistemas de produção, devido à falta de manejo adequado, durante as fases de desenvolvimento dos animais, tais como alta densidade de estocagem e sobras de ração na água, fatores que podem comprometer a saúde dos peixes (COSTA, 2003). Diante dessas constatações, o uso de antibióticos tem se disseminado. Embora os resultados obtidos não sejam conclusivos, existem evidências de que o uso de antibióticos aumenta a pressão de seleção sobre os microrganismos, podendo estimular o crescimento da resistência bacteriana (VERSCHUERE *et al.*, 2000). Em consequência, surgem bactérias cada vez mais difíceis de serem controladas com antibióticos (CABELLO, 2006). Nesse cenário, os probióticos despontam como alternativa para substituir o uso de antibióticos na aquicultura, pois se trata de um produto que envolve microrganismos vivos capazes de beneficiar o hospedeiro pela melhoria no equilíbrio da flora intestinal e pela prevenção de doenças (CÓRDOVA *et al.*, 2011; FERREIRA *et al.*, 2012). A maioria dos resultados das pesquisas com probióticos para peixes envolve a avaliação da microflora intestinal, em que os peixes são submetidos a fatores estressantes, tais como: temperatura inadequada, elevada densidade de estocagem, excesso ou escassez de alimento, manejos inadequados e excesso de matéria orgânica na água. Porém, poucos são os trabalhos com uso direto de probióticos na alimentação de tilápias (LARA-FLORES *et al.*, 2003; LIMA *et al.*, 2003). Logo, para que a eficiência do probiótico seja comprovada nos animais

de acordo com a sua fase de vida, é necessário promover desafio sanitário. Caso contrário, o seu efeito não apresentará sucesso (MEURER *et al.*, 2007; TAPIA-PANIAGUA *et al.*, 2010).

Este trabalho foi desenvolvido para avaliar o efeito da utilização de probiótico (*Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis*; e leveduras — *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces boulardi*) em rações para tilápias, nas fases de alevino e juvenil, submetidas a desafio sanitário (água de esgoto doméstico tratado) sobre as características de desempenho, composição bromatológica da carcaça dos animais e qualidade da água.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de pesquisa

O experimento foi realizado na área experimental da Estação de Tratamento de Esgotos da Zona Leste (ETE-Leste) do município de Teresina, Piauí, pertencente à empresa Águas e Esgotos do Piauí S.A. (AGESPISA), a qual é composta de cinco lagoas de estabilização em série, sendo uma facultativa aerada, duas facultativas convencionais (paralelas entre si) e duas de maturação (também paralelas entre si), cujo efluente final foi utilizado no abastecimento dos tanques experimentais.

Procedimento experimental

Foram selecionados 396 alevinos de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), com pesos médios iniciais de 3,37±0,09 g e comprimentos médios iniciais de 3,25±0,02 cm, alojados inicialmente em tanques de fibra de vidro com área equivalente a 2,57 m² e volume útil de 3,80 m³, e recebendo ração comercial com 32% de proteína bruta (PB) (Tabela 1). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 3

Tabela 1 - Composição química calculada da ração comercial para tilápias-do-nilo cultivadas em água de esgoto doméstico tratado até os 78 dias de idade.

Características nutricionais	Valor calculado
Umidade (%)	9,5
Proteína bruta (%)	32,0
Extrato etéreo (%)	3,0
Fibra bruta (%)	8,0
Matéria mineral (%)	11,0
Cálcio (%)	1,8
Fósforo (%)	0,6
Premix mineral e vitamínico (%) ¹	1,0

¹Composição premix: vitamina A (3.000 UI.kg⁻¹); vitamina D (3.000 UI.kg⁻¹); vitamina E (20 UI.kg⁻¹); vitamina B1 (5 mg.kg⁻¹); vitamina B2 (5 mg.kg⁻¹); vitamina B6 (3 mg.kg⁻¹); vitamina B12 (20 mg.kg⁻¹); vitamina C (200 mg.kg⁻¹); vitamina K (5 mg.kg⁻¹); niacina (100 mg.kg⁻¹); biotina (0,1 mg.kg⁻¹); colina (150 mg.kg⁻¹); ácido fólico (1 mg.kg⁻¹); ácido pantotênico (20 mg.kg⁻¹); cobre (15 mg.kg⁻¹); ferro (100 mg.kg⁻¹); iodo (5 mg.kg⁻¹); manganês (100 mg.kg⁻¹); selênio (0,1 mg.kg⁻¹); zinco (150 mg.kg⁻¹); antioxidante (125 mg.kg⁻¹).

tratamentos e 6 repetições, sendo a unidade experimental representada por 20 peixes. O período experimental teve duração de 78 dias, dos quais 15 dias corresponderam ao período de adaptação às condições impostas pelo meio. Do total selecionado, inicialmente, 36 peixes foram sacrificados e colocados em estufa com circulação de ar a 50°C, por 72 horas, para análise bromatológica da carcaça, de acordo com os procedimentos de Silva e Queiroz (2002).

Tratamentos

Os tratamentos consistiram de:

- T1: peixes cultivados em água limpa, procedente da rede de abastecimento de água da AGESPISA, alimentados *ad libitum* com ração comercial, em quantidade de 10% da biomassa;
- T2: peixes cultivados em água residuária (esgoto doméstico tratado por lagoa de estabilização), alimentados *ad libitum* com ração comercial;
- T3: peixes cultivados em condição semelhante ao T2, alimentados *ad libitum* com ração acrescida de probiótico.

A água limpa utilizada foi armazenada por 24 horas em uma caixa d'água de 10.000 L, para eliminar o cloro, para posteriormente ser adicionada nas respectivas repetições. Foi utilizada para todos os tratamentos uma ração comercial com 32% de PB, de acordo com a fase de vida dos peixes (Tabela 1).

Descrição do probiótico e da ração experimental

O probiótico era constituído de suplemento mineral, farelo de trigo, microrganismos (*Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis*) e leveduras (*Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces boulardi*). A quantidade de probiótico utilizada foi de 1,0 g de probiótico para cada 1,0 kg de ração fornecida com as proporções de acordo com a biomassa de cada tratamento. Adicionou-se água ao probiótico, com temperatura entre 40 e 45°C, e, em seguida, foi homogeneizada a solução por aproximadamente 30 minutos e borrifou-se o produto na ração, de acordo com a biometria feita, deixando o material em repouso por 45 minutos antes de utilizá-lo.

A ração experimental com probiótico foi feita todos os dias pela manhã, tendo a solução estabilidade de até 12 horas. A ração foi dividida em duas refeições durante o dia (às 8h30 e às 16h).

Parâmetros de qualidade de água

Diariamente, foram renovados 20% do volume da água de esgoto de cada tanque. Para a aeração, foi utilizado um compressor do tipo radial (soprador) com 1,25 CV de potência, operando em um turno de aeração de 9 horas, funcionando no período das 21h às 6h.

A aferição dos parâmetros de qualidade da água foi realizada duas vezes por semana, às 8h durante todo o período experimental. Os indicadores da qualidade da água avaliados foram: pH, por meio de um

pHmetro portátil digital modelo WTW pH 330i; temperatura (°C); OD (mg.L⁻¹), com o oxímetro multifuncional modelo HANNA HI 9146; amônia, nitrito e nitrato (mg.L⁻¹), utilizando o espectrofotômetro DR-2800 HACH, conforme APHA (2012); condutividade elétrica (µS.cm⁻¹), pelo método eletrométrico, de acordo com APHA (2012); demanda biológica de oxigênio (DBO, em mg.L⁻¹) e demanda química de oxigênio (DQO, em mg.L⁻¹), pelo método de frascos padrões e refluxação fechada, respectivamente, conforme APHA (2012); coliformes (termotolerantes e totais), pelo método de membranas filtrantes, conforme APHA (2012); clorofila-a (mg.L⁻¹), pelo método espectrofotométrico; acidez (mg.L⁻¹), pelo método titulométrico de neutralização (APHA, 2012); fósforo (mg.L⁻¹), por meio do espectrofotométrico/persulfato de amônia; e algas.

Desempenho e rendimento de carcaça

Ao término do experimento, os peixes foram submersos em balde com 20 L de água, com 10 mL de solução de eugenol (5 mL de eugenol+95 mL de álcool) para a insensibilização. Após a observação do decúbito lateral foram pesados e medidos, para posteriormente serem eutanasiados. Os animais foram descamados, eviscerados e tiveram as nadadeiras retiradas, correspondendo ao mesmo procedimento adotado com os peixes selecionados no início do experimento. Em sequência, foram picados e levados para a estufa com circulação de ar, a 50°C, por 72 horas, para análise bromatológica da carcaça final, seguindo os procedimentos de Silva e Queiroz (2002).

Foram calculadas, para cada parcela experimental, as variáveis de desempenho, composição muscular, eficiência de utilização de nutrientes e eficiência de utilização do probiótico, de acordo com as Equações de 1 a 9:

$$\text{Ganho de peso diário (GPD)} = (\text{Pf} - \text{Pi}) / \text{T} \quad (1)$$

$$\text{Consumo diário de ração (CDR)} = \text{CR} / \text{T} \quad (2)$$

$$\text{Conversão alimentar aparente (CAA)} = \text{CR} / \text{GP} \quad (3)$$

$$\text{Taxa de eficiência do probiótico (TEprob.)} = \text{GP} / \text{Cprob} \quad (4)$$

$$\text{Taxa de crescimento específico (TCE)} = [(\ln \text{Pf} - \ln \text{Pi}) \times 100] / \text{T} \quad (5)$$

$$\text{Taxa de eficiência proteica (TEP)} = \text{GP} / \text{CPB} \quad (6)$$

$$\text{Proporção de proteína no ganho de peso} \quad (7)$$

$$(\text{PBG}) = \{[(\text{PBf} \times \text{Pf}) - (\text{PBi} \times \text{Pi})] \times 100\} / (\text{Pf} - \text{Pi})$$

$$\text{Proporção de extrato etéreo no ganho de peso} \quad (8)$$

$$(\text{EEGP}) = \{[(\text{EEf} \times \text{Pf}) - (\text{EEi} \times \text{Pi})] \times 100\} / (\text{Pf} - \text{Pi})$$

$$\text{Sobrevivência (S)} = 100 * \quad (9)$$

$$(\text{N}^\circ \text{ inicial de peixes} - \text{N}^\circ \text{ final de peixes}) / \text{N}^\circ \text{ inicial de peixes.}$$

Em que:

Pf = peso final;

Pi = peso inicial;

T = tempo experimental;

GP = ganho de peso;

CR = consumo de ração;
 PB = proteína bruta;
 PBf = proteína bruta final;
 PBi = proteína bruta inicial;
 EEi = extrato etéreo inicial;
 EEf = extrato etéreo final.

Análise microbiológica

As análises microbiológicas (patógenos) foram realizadas no Núcleo de Estudos, Pesquisas e Processamento de Alimentos (NUEPA), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em que foram adotados os procedimentos para verificação da presença de microrganismos do tipo: coliformes, *Salmonella* spp. (presença e ausência) e *Staphylococcus aureus* (unidades formadoras de colônias — UFC) nas amostras dos peixes dos tratamentos com água de esgoto. Após a última biometria foram retiradas três amostras, cada uma com seis peixes por tratamento, os quais foram abatidos por hipotermia e devidamente acondicionados em embalagens estéreis, identificadas e transportadas em caixa de isopor com gelo.

As análises para pesquisa de ovos de helmintos e cistos de *Entamoeba histolytica* foram realizadas no Laboratório de Sanidade Animal (LASAN) da UFPI. Foram colhidas amostras em 1.000 mL da água de abastecimento dos tanques, sendo coletados 500 mL pela manhã e 500 mL à tarde, durante 5 dias consecutivos. As amostras foram processadas pelo método de sedimentação simples de Hoffman (1934) — para pesquisa de ovos de trematódeos, cestódeos e cistos de *Entamoeba histolytica*, em que foram observadas cinco lâminas de cada amostra — e pelo método de Willis (1921) — para pesquisa de ovos de nematódeos e oocistos de protozoários. Todas as observações foram realizadas em microscópio de luz com lentes objetivas de aumento 10 vezes e outra com 40 vezes.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de significância, de acordo com os procedimentos do Statistical Analysis System (SAS, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise microbiológica da qualidade da água

Não foram detectados ovos de trematódeos, cestódeos e cistos de *Entamoeba histolytica* nos tecidos dos peixes dos diferentes tratamentos avaliados. Também não foi observada presença de *Salmonella sp* e *Staphylococcus aureus*. Isso denota a eficiência do tratamento que é feito na lagoa de estabilização. No entanto, apesar da ausência desses ovos nos tecidos dos peixes, o consumo deste pescado torna-se limitado, pois nesse tipo de água podem existir metais pesados ou hormônios em

níveis que podem comprometer a saúde do consumidor. Sendo assim, há a necessidade de mais estudos para que o esgoto tratado possa ser eficientemente utilizado na piscicultura.

O tratamento com água limpa sem probiótico apresentou algas das espécies *Chlorophyta eudorina* e *Euglenophyta euglena*, enquanto nos tratamentos com uso da água de esgoto doméstico tratado observou-se a presença das espécies *Euglenophyta euglena*, *Chlorophyta pyrobotrys* e, principalmente, *Cyanobacteria scillatoria*, o que sugere a existência de ampla diversidade e quantidade de algas que podem ser utilizadas na alimentação das tilápias nesse tipo de ambiente.

Análise físico-química da qualidade da água

Não houve diferença ($p > 0,05$) para DQO, pH, nitrato, nitrito e temperatura (Tabela 2). A média do pH nas unidades experimentais encontra-se dentro da faixa ideal para a produção de peixes de água doce, que é de 6,5 a 9,0 (ZHOU *et al.*, 2009). Também, a temperatura média da água das caixas permaneceu na faixa ideal para o bom desempenho dos peixes tropicais, que é de 18 a 30°C (KUBITZA, 2000). A temperatura ótima para o cultivo de tilápias-do-nylo é de 30°C (SALAH *et al.*, 2008), enquanto temperaturas acima ou abaixo da faixa recomendada causam perdas no desenvolvimento dos peixes, podendo comprometer o desempenho zootécnico dos peixes. A concentração média de nitratos nos tratamentos avaliados, os valores são considerados adequados para tilápias-do-nylo, já que essa forma de apresentação do nitrogênio é bem menos tóxica do que o nitrito e a própria amônia livre. Nesse contexto, BASTOS *et al.* (2003) relatam que a concentração de 5,0 mg.L⁻¹ representa o limite máximo de tolerância para o nitrato e que em níveis acima desse valor já é possível a ocorrência de morte de peixes nos tanques.

A faixa de concentração de nitrito compreendida entre 0,7 e 2,0 mg.L⁻¹ na água doce, dependendo da espécie de peixes avaliada, pode causar elevada mortalidade (KUBITZA, 1998). Já quando a concentração se encontra fora dessa faixa (0,3 a 0,5 mg.L⁻¹) ocorre redução no crescimento e na resistência a doenças no meio aquícola (KUBITZA, 1998). Às vezes, em pisciculturas intensivas, os valores da concentração de nitratos ficam bem acima dos observados na natureza, em face da transformação da amônia livre em nitrito por meio da ação de bactérias *Nitrosomonas* (KUBITZA, 1998). De acordo com Arana (1997), a concentração de nitrito na água apresenta nível tóxico relevante aos animais quando se encontra superior a 0,5 mg.L⁻¹. Logo, as unidades experimentais que foram abastecidas com água residuária apresentavam concentrações não letais.

Os valores da concentração de amônia total estão em consonância com os obtidos por Monteiro *et al.* (2011), com utilização de aeração por meio de um compressor radial, em cultivo de alevinos de tilápias-do-nylo em efluentes de esgoto doméstico. Elevados níveis de resíduos nitrogenados na água podem comprometer negativamente o

desempenho dos peixes, acarretando elevadas mortalidades (COLT, 2006), visto que a toxicidade da amônia está associada à concentração de amônia não ionizada (NH_3), em função da capacidade de mover-se por meio das membranas celulares. Isso demonstra que os peixes do presente estudo se encontram submetidos a desafio sanitário. O autor ressalta, ainda, que a amônia afeta seriamente a incidência de doenças, em especial quando as concentrações de OD e temperatura estão abaixo dos valores recomendados para o cultivo da espécie.

Os valores encontrados nos tratamentos de água de esgoto doméstico tratado estão de acordo com os que foram estabelecidos, não representando riscos ao cultivo de peixes.

No tratamento com utilização de água limpa sem probióticos, os valores para acidez total, cloretos, condutividade elétrica, DBO, fósforo total, ortofosfato, amônia total, coliformes totais, coliformes termotolerantes e clorofila-a foram superiores ($p < 0,05$) aos demais tratamentos avaliados. Os tratamentos com e sem probiótico no esgoto sanitário tratado não diferiram entre si ($p > 0,05$). A concentração de OD foi superior ($p < 0,05$) no tratamento com água limpa

A concentração ideal de OD para ótimo crescimento das espécies de peixes tropicais é de 5-8 mg.L^{-1} , com o mínimo tolerável de 0,8 mg.L^{-1} para a tilápia-do-nilo (PROENÇA & BITTENCOURT, 2004). Fica caracterizada a dificuldade que os peixes encontraram no ambiente experimental, inclusive no tratamento com água limpa, devido à baixa

quantidade de OD, especialmente nos tratamentos com água de esgoto doméstico tratado. Os resultados obtidos podem interferir no desempenho dos peixes, apesar da grande quantidade de alimento natural presente nos tanques e da carga de oxigênio proveniente de um compressor radial. Tran-Duy *et al.* (2008), ao reduzirem as concentrações de OD para peixes, observaram diminuição no desempenho de tilápias-do-nilo submetidas a desafio sanitário.

Os valores da condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) encontrados na água de esgoto doméstico tratado revelam a existência do processo de produção primária, sendo indicadores da disponibilidade de nutrientes, visto que o teor ideal da condutividade elétrica está entre 0,02 e 0,10 mS.cm^{-1} (PADILHA *et al.*, 2009). Com relação ao fósforo, trata-se de elemento limitante da produtividade de um viveiro, por ser essencial em toda a cadeia alimentar. No entanto, geralmente apresenta-se em baixas quantidades na água (BASTOS *et al.*, 2003). As concentrações de fósforo total e ortofosfato foram elevadas no ambiente aquícola, o que comprova que os peixes apresentavam disponibilidade de alimento natural. No presente estudo, a matéria orgânica dissolvida no efluente das lagoas de estabilização apresenta alta concentração de valores de DBO — na faixa de 30 a 50 mg.L^{-1} . Assim, os peixes das unidades experimentais, cultivados na água de esgoto doméstico tratado, estavam submetidos a desafio sanitário, apesar da grande disponibilidade de nutrientes (alimento natural) no meio aquícola e da adição de oxigênio na água por meio de um compressor radial.

Tabela 2 - Valores médios \pm desvio padrão das variáveis físicas e químicas da água de esgoto sanitário tratado para a produção de alevinos e juvenis de tilápias-do-nilo aos 78 dias de cultivo.

Parâmetros	Água limpa sem probióticos na ração	Água residuária sem probióticos na ração	Água residuária com probióticos na ração
Acidez total (mg.L^{-1})	5,44 \pm 3,05b	17,78 \pm 6,86 ^a	19,17 \pm 6,60 ^a
Cloretos (mg.L^{-1})	6,56 \pm 4,60b	47,11 \pm 10,80 ^a	44,67 \pm 8,61 ^a
Cond. Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	64,33 \pm 13,09b	477,28 \pm 57,20 ^a	442,67 \pm 61,96 ^a
DBO _{5,20} (mg.L^{-1})	30,11 \pm 8,34b	52,39 \pm 18,28 ^a	54,11 \pm 13,78 ^a
DQO (mg.L^{-1})	70,06 \pm 18,79 ^a	80,33 \pm 20,75 ^a	77,78 \pm 15,40 ^a
OD (mg.L^{-1})	3,50 \pm 1,10 ^a	2,23 \pm 0,41b	1,98 \pm 0,51b
pH	8,47 \pm 1,24 ^a	7,96 \pm 0,19 ^a	7,81 \pm 0,29 ^a
Fósforo total (mg.L^{-1})	0,76 \pm 0,20b	3,04 \pm 1,04 ^a	3,12 \pm 0,97 ^a
Ortofosfato (mg.L^{-1})	0,16 \pm 0,08	2,32 \pm 0,35 ^a	2,23 \pm 0,82 ^a
Nitrato (mg.L^{-1})	0,23 \pm 0,18 ^a	0,26 \pm 0,21 ^a	0,27 \pm 0,21 ^a
Nitrito (mg.L^{-1})	0,31 \pm 0,13 ^a	0,36 \pm 0,22 ^a	0,50 \pm 0,23 ^a
Amônia total (mg.L^{-1})	2,15 \pm 1,93b	18,57 \pm 2,21 ^a	20,00 \pm 2,28 ^a
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	29,5 \pm 1,10 ^a	29,10 \pm 0,60 ^a	29,40 \pm 0,80 ^a
Clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	369,5 \pm 80,10b	528,1 \pm 64,00a	517,3 \pm 79,00a
Coliformes totais (NMP/100 mL^{-1})	3,92E+02 \pm 4,53E+01b	5,82E+03 \pm 4,86E+02 ^a	5,71E+03 \pm 7,68E+02 ^a
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL^{-1})	1,31E+01 \pm 4,67E+0b	4,81E+02 \pm 1,37E+01 ^a	3,85E+02 \pm 4,63E+01 ^a
Ovos de helmintos	ND	ND	ND

DBO: demanda bioquímica de oxigênio; DQO: demanda química de oxigênio; OD: oxigênio dissolvido; Cond. Elétrica: condutividade elétrica; NMP: número mais provável; ND: não detectado.

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A concentração de clorofila-a nos tratamentos com uso de água residuária de esgoto foi elevada ($>500,0 \mu\text{g.L}^{-1}$). Monteiro *et al.* (2011), ao cultivarem de tilápias-do-nylo em água proveniente de esgoto doméstico tratado com a presença de oxigênio ou não, obtiveram também altas concentrações de clorofila-a ($687,5 \pm 373,6 \mu\text{g.L}^{-1}$). Assim, os resultados obtidos para esse parâmetro retratam que a água se encontrava fértil para os peixes e que pode ser considerada uma medida do estado de eutrofização e da produtividade primária do ambiente aquático. A presença de algas no efluente de esgoto doméstico tratado é importante fonte de proteína para os peixes, principalmente na fase de alevinos e juvenis, já que essa biomassa algal pode possuir até 50% de peso seco na proporção de proteínas existentes nesses organismos (SANTOS, 2009b).

Quanto à quantidade de coliformes totais, observa-se que os tratamentos de água de esgoto doméstico tratado apresentou-se com número mais provável (NMP) médio acima do limite preconizado (5.000 NMP/100 mL) pela Resolução nº 357 do CONAMA (BRASIL, 2005), para lançamento em corpo receptor de classe 2. No entanto, para os coliformes termotolerantes, constatou-se concentração bem abaixo do estabelecido (1.000 NMP/100 mL) pela resolução, assim como para o padrão exigido para criação de peixes pela World Health Organization (1989) — $\leq 10^3$ coliformes fecais/100 mL.

Considerando os aspectos abordados para todos os parâmetros físico-químicos analisados durante o período experimental, fica evidenciado que a água residuária tratada de esgoto doméstico apresenta grande carga orgânica e representa um ambiente desafiador aos peixes. No entanto, observa-se, pelos índices encontrados, que os tratamentos com água de esgoto doméstico tratado apresentam elevada produtividade primária e que, dependendo do tipo de alga presente, podem representar fonte importante de nutrientes para os peixes.

Avaliação dos parâmetros de desempenho zootécnico

Considerando comprimento final, peso final, ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência proteica (Tabela 3), constatou-se

que os tratamentos com utilização de água residuária com e sem probióticos foram semelhantes ($p>0,05$), já em relação ao tratamento com uso de água limpa os valores foram inferiores ($p<0,05$). Porém, para o ganho de crescimento e a taxa de crescimento específico, o tratamento com água residuária com probióticos resultou em valores semelhantes aos do tratamento com uso de água limpa ($p>0,05$). No entanto, o uso de água residuária sem probióticos resultou em valor inferior ao do tratamento com uso de água limpa ($p<0,05$). Quanto ao consumo de ração, verificou-se que, para o tratamento com água limpa, o valor foi superior ao do tratamento com água residuária com probióticos ($p<0,05$), e este foi maior que o da água residuária sem probióticos ($p<0,05$). Com relação à taxa de sobrevivência, não houve efeito dos tratamentos ($p>0,05$).

O desempenho de animais mantidos em boas condições de manejo dificilmente é influenciado pela ingestão de probiótico, pois nessas condições o contato de microrganismos patogênicos com os animais é minimizado (LIMA *et al.*, 2003). Os resultados para peso, comprimento e sobrevivência estão de acordo com os encontrados por MEURER *et al.* (2007), ao testarem a inclusão de *S. cerevisiae* em rações para tilápias-do-nylo durante a fase de inversão sexual.

O uso de probiótico estimulou o consumo de ração, melhorando a taxa de crescimento específico. No entanto, ressalta-se que dentro de um sistema produtivo esse estímulo deve ser acompanhado de ganho de peso, fato não constatado nos tratamentos com a água de esgoto doméstico tratado, em que na avaliação desse parâmetro houve valores semelhantes ($p>0,05$). A digestão dos alimentos pode ser afetada devido ao funcionamento ideal das células das vilosidades intestinais, que absorvem os nutrientes com maior eficiência quando bactérias benéficas estão presentes, como pode ser observado em peixes (HISANO *et al.*, 2006). Navarro *et al.* (2010) encontraram valores similares de taxa de crescimento específico em tilápias-do-nylo (4,0%) com suplementação de vitamina C; no entanto, os peixes não foram submetidos a desafio sanitário. Em outro estudo com alevinos de tambatinga, com redução da proteína bruta na dieta e sem desafio sanitário, Araripe *et al.* (2011)

Tabela 3 - Valores médios biométricos e das variáveis de desempenho e taxa de sobrevivência de tilápias nas fases de alevino e juvenil cultivadas em efluente de esgoto doméstico tratado.

Variáveis	Água limpa sem probióticos	Água residuária sem probióticos	Água residuária com probióticos
Comprimento final (cm/peixe)	15,53±1,28a	12,81±1,69b	13,24±1,77b
Ganho de crescimento (cm)	12,18±0,91a	9,42±1,60b	10,08±1,71ab
Peso final (g/peixe)	156,38±5,59a	80,05±26,94b	91,35±33,7b
Ganho de peso (g)	153,22±5,47a	77,05±27,02b	89,42±33,68b
Consumo de ração (g)	356,14±0,82a	135,44±0,80c	141,30±1,62b
Conversão alimentar aparente	2,33±0,08a	2,01±0,86b	1,80±0,72b
Taxa crescimento específico (%)	5,00±0,09a	4,14±0,13b	4,87±0,52a
Taxa de eficiência proteica (%)	1,27±0,04b	1,69±0,09a	1,87±0,5a
Sobrevivência (%)	91,67a	89,17a	87,5

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

obtiveram valores muito próximos a esta pesquisa para a variável taxa de crescimento específico (5,74%). Os resultados encontrados estão também de acordo com os obtidos por Lara-Flores *et al.* (2003) e Nakandakare (2010), que, ao compararem o efeito da inclusão de 0,1% da mistura de *Streptococcus faecium* e *Lactobacillus acidophilus* com dieta contendo 0,1% de *Saccharomyces cerevisiae*, observaram que os peixes que receberam a mistura de bactérias obtiveram taxa de crescimento específico maior em relação ao grupo controle. No entanto, diferem dos encontrados por Tachibana *et al.* (2011), ao utilizarem diferentes níveis de probiótico (0, 5 e 10 mg.kg⁻¹) na alimentação de tilápias-do-nylo durante a inversão sexual, constatando que não houve diferença quanto à taxa de crescimento específico.

Quanto ao ganho de peso das tilápias-do-nylo, os resultados estão de acordo com os de Santos *et al.* (2009a; 2009b), em pesquisa usando água proveniente de esgoto doméstico tratado, e também com os de Lara Flores *et al.* (2003), ao incluírem *S. cerevisiae* em rações para alevinos. No entanto, os valores obtidos são superiores aos de Monteiro *et al.* (2011), em pesquisa com animais submetidos ao mesmo tipo de desafio sanitário. Castro e Cervon (2004) observaram também incremento no peso em todos os tratamentos com probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*).

Por outro lado, Campos Leite (2009), ao avaliar o efeito do probiótico na ração para tilápias-do-nylo, não observou efeito significativo quanto às variáveis peso médio final, ganho de peso, ganho de crescimento e sobrevivência. Na carcinicultura, em pesquisa desenvolvida com a utilização de rações com probióticos, contendo bactérias do ácido láctico e *Bacillus spp.*, constatou-se que houve melhora no desempenho de camarões (FARZANFAR *et al.*, 2006). Assim, a diferença observada entre o tratamento com água limpa e os tratamentos com água residuária (com e sem probiótico) deve-se, possivelmente, ao desafio sanitário imposto pelo meio aquícola.

Quanto aos valores para conversão alimentar aparente, eles são divergentes dos encontrados por Graeff e Mondardo (2006), que não observaram efeito de probiótico no crescimento de carpas comum (*Cyprinus carpio*) na fase de recria. Entretanto, Monteiro *et al.* (2011), ao avaliar tilápias-do-nylo em esgoto doméstico tratado, encontraram conversão alimentar de 1,25:1, sendo esse resultado mais compatível com a espécie. Também, Nakandakare (2010) constatou efeito significativo nos tratamentos com probiótico em rações extrusadas para tilápias-do-nylo, o que indica que o probiótico é benéfico na produção da espécie.

Assim, os resultados obtidos ainda são contraditórios, mas os mecanismos de ação dos probióticos podem ser explicados por exclusão competitiva (VINE *et al.*, 2004), competição por locais de adesão do aparelho digestório (YAN; BOYD; BURGESS, 2002) e estímulo à imunidade (SON *et al.*, 2009). TACHIBANA *et al.* (2011), usando probiótico na alimentação de tilápias-do-nylo durante a inversão sexual, constataram a presença das cepas probióticas no intestino dos peixes, porém não encontraram diferença significativa para o desempenho zootécnico dos animais.

Os resultados da taxa de crescimento específico obtidos estão de acordo com os valores alcançados em experimentos realizados com uso de efluentes de esgotos tratados em lagoas de estabilização no cultivo de tilápias-do-nylo (SANTOS *et al.*, 2009a; 2009b). Porém, contrapõem-se aos observados por Monteiro *et al.* (2011), em avaliação de alevinos de tilápias-do-nylo em esgoto doméstico tratado com microcompressores de ar, cujos valores médios foram de $0,08 \pm 0,01$ cm.dia⁻¹. Nesse contexto, Meurer *et al.* (2008) não observaram efeito da levedura como probiótico na reversão sexual de tilápias quanto ao peso, ao comprimento e à sobrevivência, devido, possivelmente, ao baixo desafio sanitário proporcionado aos peixes. O mesmo comportamento foi observado por Suzer *et al.* (2008) em larvas de dourada (*Sparusaurata*) alimentadas com *Lactobacillus ssp.* Por outro lado, Carnevali *et al.* (2006) verificaram efeito positivo da adição de probióticos (*L. plantarum* e *L. fructivorans*) sobre a sobrevivência de larvas do seabream (*Sparusaurata*), enquanto Ghosh, Sinha e Sahu (2007), testando probiótico composto de *Bacillus subtilis* em quatro espécies de peixes ornamentais (*Poecilia reticulata*, *Poecilia sphenops*, *Xiphophorus helleri* e *Xiphophorus maculatus*), constataram que a incorporação da bactéria na dieta dos peixes favoreceu o desempenho reprodutivo e aumentou a sobrevivência das larvas.

Os resultados da taxa de eficiência proteica são superiores aos encontrados por Mello *et al.* (2013), em pesquisa com cepas probióticas (*Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis*) em dietas de juvenis de tilápias-do-nylo, em que observaram valores médios de $1,04 \pm 0,48$. Essa ocorrência pode ser explicada pela carga de matéria orgânica presente no ambiente aquícola de desafio desta pesquisa, a qual apresenta elevada quantidade matéria orgânica e conseqüentemente grande disponibilidade de nutrientes.

Avaliação dos parâmetros de qualidade do pescado

Para a composição bromatológica corporal das tilápias, constatou-se que não houve diferença para matéria seca – MS (%), umidade (%) e PBGP (%) entre os tratamentos. Os teores de MS (%) deste experimento estão de acordo com os encontrados por Campos Leite (2009), avaliando a composição química de filés de tilápias. O mesmo comportamento foi observado para MS (%) e umidade, em pesquisa com filés de tilápias realizada por Hisano *et al.* (2007). O fato de não haver diferença da PBGP (%) entre os tratamentos pode indicar a capacidade dos animais submetidos a desafio sanitário de utilizar a proteína presente na água para melhorar o ganho de peso, já que a água residuária utilizada no experimento apresentava elevada concentração de matéria orgânica, que consiste em fonte importante de nutrientes (Tabela 4).

Os valores da proteína do tratamento com água limpa foram inferiores aos das dietas contendo água residuária com e sem probióticos ($p < 0,05$), e estes últimos apresentaram valores semelhantes entre si ($p > 0,05$). Para a gordura na MS, os tratamentos com água residuária com e sem probióticos apresentaram valores semelhantes ($p > 0,05$).

Tabela 4 – Valores médios da composição química bromatológica, da proteína bruta no ganho de peso e do extrato etéreo no ganho de peso de tilápias-do-nylo nas fases de alevino e juvenil cultivadas em efluente de esgoto doméstico tratado.

Parâmetros	Água limpa sem probióticos	Água residuária sem probióticos	Água residuária com probióticos
MS (%)	20,69±0,44a	20,50±0,08a	20,14±0,14a
Umidade (%)	79,31±0,44a	79,5±0,08a	79,86±0,14a
Proteína na MS (%)	60,60±1,82b	64,91±1,74a	65,12±3,40a
Gordura na MS (%)	25,06±1,56a	21,41±3,07ab	19,54±3,02b
PBGP (%)	63,31±1,71a	64,78±1,77a	64,96±3,47a
EEGP (%)	25,36±1,59a	21,62±3,12ab	19,72±3,08b

MS: matéria seca; PBGP: proteína bruta no ganho de peso; EEGP: extrato etéreo no ganho de peso.

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p>0,05$).

No entanto, o valor do tratamento com uso de probiótico foi inferior ao do tratamento com água limpa ($p>0,05$).

Os grupos de tilápias-do-nylo que foram cultivadas em água de esgoto doméstico tratado aproveitaram melhor a proteína, apresentando maior percentagem desse nutriente na carcaça, enquanto o inverso ocorreu com o teor de gordura, em relação ao tratamento com uso de probiótico. Por outro lado, os peixes podem ter economizado a proteína devido ao ambiente desafiador e ter gastado mais gordura para a manutenção de suas atividades.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Mello *et al.* (2013) em ambiente sem desafio sanitário, ao utilizarem cepas probióticas (*Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis*) em dietas de juvenis de tilápias-do-nylo. Possivelmente, o baixo teor de gordura encontrado nesses animais deve-se ao consumo de suas reservas, já que os peixes estavam em ambiente extremamente hostil.

CONCLUSÕES

Na avaliação dos parâmetros físico-químicos do esgoto sanitário tratado, independentemente da presença ou não de cepas probióticas, verificou-se elevada produtividade primária.

O uso de probiótico (*Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis*; e leveduras — *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces boulardii*) em tilápias-do-nylo cultivadas em água tratada de esgoto doméstico promove melhorias nos parâmetros de consumo de ração e na taxa de crescimento específico, bem como reduz a proporção de extrato etéreo no ganho de peso e eleva a proporção de proteína bruta no ganho de peso. Contudo, não influencia o ganho de peso, a conversão alimentar aparente e a sobrevivência dos peixes.

Os animais cultivados em água de esgoto doméstico tratado, independentemente do uso ou não das cepas probióticas, apresentam maior teor de proteína e menor teor de gordura.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). (2012) *Compendium of Methods of the Microbiological Examination of Foods*. Washington DC: APHA.
- ARANA, L.V. (1997) *Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões*. Florianópolis: UFSC. 166 p.
- ARARIPE, M.N.B.A.; ARARIPE, H.G.; LOPES, J.B.; CASTRO, P.L.; BRAGA, T.E.A.; FERREIRA, A.H.C.F.; ABREU, M.L.T. (2011) Redução da proteína bruta com suplementação de aminoácidos em rações para alevinos de tambatinga. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 9, p. 1845-1850. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000900001>
- BASTOS, R.K.X.; PEREIRA, C.M.; PIVELLI, R.P.; LAPOLLI, F.R.; LANNA, E.A.T. Utilização de Esgotos Sanitários em Piscicultura. In: BASTOS, R.K.X. (Org.) (2003) *Utilização de Esgotos Tratados em Irrigação, Hidroponia e Piscicultura*. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, cap. 6, p. 193-224.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). (2005) Resolução CONAMA 357/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, n. 53, p. 58-63. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 10 fev. 2013.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. (2011) Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. *Diário Oficial da União*, p. 89. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 10 out. 2016.
- CABELLO, F.C. (2006) Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. *Environment Microbiology*, v. 8, n. 7, p. 1137-1144. <http://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2006.01054.x>

- CAMPOS LEITE, M.J.C. (2009) *Utilização de micro-organismos eficazes como probiótico no cultivo da tilápias-do-Nilo*. 51f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- CARNEVALI, O.; SMITH, P.; GIOACCHINI, G. (2006) The effects of AquaVac Ergosan on the innate immunosystem and on the stress tolerance of trout. In: AQUACULTURE EUROPE, 2006, Fortezza da Basso Convention Centre, Florence, Italy. *Anais...* Florence, European Aquaculture Society, 2006, p. 194.
- CASTRO, C.A.S.; CERVON, M.F. (2004) Efecto del probiótico *Saccharomyces cerevisiae* em tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) al ser proposto como promotor de crescimento. *Revista Electrónica de Veterinaria*, v. 4, n. 2, p. 1-13.
- COLT, J. (2006) Water quality requirements for reuse systems. *Aquacultural Engineering*, v. 34, p. 143-156. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.011>
- CÓRDOVA, A.C.I.; GONZÁLEZ, A.L.; SUASTEGUI, J.M.; OCAMPO, H.G.; ASCENCIO, F. (2011) Effect of probiotic bacteria on survival and growth of *Cortez oyster* larvae, *crassostrea corteziensis* (*Bivalvia ostreidae*). *Revista de Biología Tropical*, v. 59, n. 1, p. 183-191.
- COSTA, A.B. (2003) *Caracterização de bactérias do complexo Aeromonas isoladas de peixes de água doce e sua atividade patogênica*. 54f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FARZANFAR, A. (2006) The use of probiotics in shrimp aquaculture. *Fems Immunology and Medical Microbiology*, v. 48, n. 2, p. 149-158. <https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2006.00116.x>
- FERREIRA, A.H.C.; ARARIPE, M.N.B.A.; MONTEIRO, C.A.B.; LOPES, J.B.; ARARIPE, H.G.A. (2012) Uso de probióticos na aquicultura – Revisão. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 9, n. 5, p. 1965-1980.
- GHOSH, S.; SINHA, A.; SAHU, C. (2007) Effect of probiotic on reproductive performance in female livebearing ornamental fish. *Aquaculture Research*, v. 38, p. 518-526. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01696.x>
- GRAEFF, A.; MONDARDO, M. (2006) Influência do probiótico no crescimento das carpas comum (*Cyprinus carpio* L., 1758) na fase de recria. *Revista Electrónica de Veterinaria*, v. 7, n. 11.
- HISANO, H.; NARVAEZ-SOLARTE, W.V.; BARROS, M.M.; PEZZATO L.E. (2007) Desempenho produtivo de alevinos de tilápias-do-Nilo alimentados com levedura e derivados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 7, p. 1035-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000700017>
- HISANO, H.; SILVA, M.D.P.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E. (2006) Levedura íntegra e derivados de seu processo em rações para tilápia do Nilo: aspectos hematológicos e histológicos. *Acta Scientiarum Biology Science*, v. 28, n. 4, p. 311-318.
- HOFFMAN, W.A.; PONS, J.A.; JANER, J.L. (1934) Sedimentation concentration method in *Schistosomiasis mansoni*. *Journal Publication Health & Tropical Medical*, v. 9, p. 283-298.
- KUBITZA, F. (1998) Qualidade da água na Produção de Peixes – Parte II. *Panorama da Aqüicultura*. p. 35-41.
- _____. (2000) *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí: Divisão de Biblioteca e Documentação. 289p.
- LARA-FLORES, M.; OLVEA-NOVOA, M.A.; GUZMÁN-MÉNDEZ, B.E.; LÓPEZ-MADRID, W. (2003) Use of bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v. 216, n. 1-4, p. 193-201.
- LIMA, A.C.F.; PIZAURRO JR., J.M.; MACARI, M.; MALHEIROS, E.B. (2003) Efeito do uso de probiótico sobre o desempenho e atividade de enzimas digestivas de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 1, p. 200-207. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982003000100025>
- MELLO, H.; MORAES, J.R.E.; NIZA, I.G.; MORAES, F.R.; OZÓRIO, R.O.A.; SHIMADA, M.T.; ENGRACIA FILHO, J.R.; CLAUDIANO, G.S. (2013) Efeitos benéficos de probióticos no intestino de juvenis de tilápias-do-Nilo. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 33, n. 6, p. 724-730. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2013000600006>
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. (2003) Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p. 1801-1809. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982003000800001>
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M.M.; FRECCIA, A.; MAUERWERK, M.T. (2007) *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para alevinos de tilápia-do-nilo submetidos a desafio sanitário. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 5, p. 1219-1224. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000600001>
- MEURER, F.F.; HAYASHI, C.C.; COSTA, M.M.; MASCIOLI, A.S.S.; COLPINI, L.M.S.S.O.; FRECCIA, A.A. (2008) Levedura como probiótico na reversão sexual da tilápia-do-Nilo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 9, n. 4, p. 804-812.
- MONTEIRO, C.A.B.; SANTOS, A.B.; SANTOS, E.S.; ARARIPE, M.N.B.A.; MOTA, S. (2011) Efeito da aeração por *air-lift* na alevinagem de tilápias de Tilápia do Nilo em esgoto doméstico tratado. *Revista DAE*, v. 186, p. 16-22.
- NAKANDAKARE, I.B. (2010) *Inclusão de probiótico no processamento de ração para tilápias-do-Nilo, Oreochromis niloticus, variedade Gift*. 63f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Pesca) – Instituto de Pesca, Secretaria de Agricultura Abastecimento, São Paulo.
- NAVARRO, R.D.; FERREIRA, W.M.; RIBEIRO FILHO, O.P.; BOTION, L.M.; PEREIRA, F.K.S.; SILVA, R.F.; MACIEL, T.E.F. (2010) Desempenho de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) suplementada com vitamina C. *Archivos de Zootecnia*, v. 59, n. 228, p. 589-596.
- PADILHA, R.S.; MOTA, S.; MONTEGGIA, L.O.; SANTO, A.B.; SANTOS, E.S. (2009) Utilização de Nutrientes de Esgoto Tratado na Piscicultura. In: MOTA, S.; VON SPERLING, M. (Orgs.). *Nutrientes de esgotos sanitários: utilização e remoção*. Rio de Janeiro: ABES. p. 147-173.

- PROENÇA, C.E.M. de; BITTENCOURT, P.R.L. (2004) *Manual de Piscicultura Tropical*. Brasília: Ibama.
- SALAH, A.M.; DHRAÏEF, M.N.; KRAÏEM, M.M. (2008) Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. *Journal of Thermal Biology*, v. 33, p. 98-105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2007.05.007>
- SANTOS, E.S.; FURTADO-NETO, M.; MOTA, S.; SANTOS, A.B.; AQUINO, M.D. (2009a) Cultivo de tilápias-do-Nilo em esgoto doméstico tratado, com diferentes taxas de alimentação. *Revista DAE*, v. 180, p. 4-11.
- SANTOS, E.S.; OLIVEIRA, M.A.; MOTA, S.; AQUINO, M.D.; VASCONCELOS, M.M. (2009b) Crescimento e qualidade dos alevinos de tilápias-do-Nilo produzidos em esgoto doméstico tratado. *Revista Ciência Agronômica*, v. 40, n. 2, p. 232-239.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. (2002) *Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: Editora UFV. 235p.
- SON, V.M.; CHANG, C.C.; WU, M.C.; GUU, Y.K.; CHIU, C.H.; CHENG, W. (2009) Dietary administration of probiotic, *Lactobacillus plantarum*, enhanced the growth, innate immune responses, and disease resistance of the grouper *Epinephelus coioides*. *Fish & Shellfish Immunology*, v. 26, n. 5, p. 691-698. <http://doi.org/10.1016/j.fsi.2009.02.018>
- SUZER, C.; ÇOBAN, D.; KAMACI, H.O.; SAKA, A.; FIRAT, K.; OTGUCUOĞLU, O.; KÜÇÜKSARI, H. (2008) *Lactobacillus spp.* bacteria as probiotics in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) larvae: Effects on growth performance and digestive enzyme activities. *Aquaculture*, v. 280, p. 140-145. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.04.020>
- TACHIBANA, L.; DIAS, D.C.; ISHIKAWA, C.M.; CORRÊA, C.F.; LEONARDO, A.F.G.; RANZANI-PAIVA, M.J.T. (2011) Probiótico na alimentação da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758), durante a inversão sexual: desempenho zootécnico e recuperação da bactéria probiótica intestinal. *Bioikos*, v. 25, n. 1, p. 25-31.
- TAPIA-PANIAGUA, S.T.; CHABRILLÓN, M.; DÍAZ-ROSALES, P.; DE LA BANDA, I.G.; LOBO, C.; BALEBONA, M.C.; MORIÑIGO, M.A. (2010) Intestinal Microbiota Diversity of the Flat Fish *Solea senegalensis* (Kaup, 1858) Following Probiotic Administration. *Microbial Ecology*, v. 60, n. 2, p. 310-319. <http://doi.org/10.1007/s00248-010-9680-z>
- TRAN-DUY, A.; SCHRAMA, J.W.; VAM DAM, A.A.; VERRETH, J.A.J. (2008) Effects of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v. 275, n. 1-4, p. 152-162. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.12.024>
- VERSCHUERE, L.; HEANG, H.; CRIEL, G.; SORGELOOS, P.; VERSTRAETE, W. (2000) Selected bacterial strains protect *Artemias pp.* from the pathogenic effects of *Vibrio proteolyticus* CW8T2. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 66, n. 3, p. 1139-1146. <http://doi.org/10.1128/AEM.66.3.1139-1146.2000>
- VINE, N.G.; LEUKES, W.D.; KAISER, H.; DAYA, S.; BAXTER, J.; HECHT, T. (2004) Competition for attachment of aquaculture candidate probiotic and pathogenic bacteria on fish intestinal mucus. *Journal of Fish Diseases*, v. 27, p. 319-326. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2004.00542.x>
- WILLIS, I.I. (1921) A simple levitation method for the detection of hookworm ova. *Medical Journal of Australia*, v. 8, p. 375-376.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). (1989) *Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture*. Report of a Scientific Group. Geneva: WHO. 75p. (Technical Report Series, n. 778).
- YAN, L.; BOYD, K.G.; BURGESS, J.G. (2002) Surface attachment induced production of antimicrobial compounds by marine epiphytic bacteria using modified roller bottle cultivation. *Marine Biotechnology*, v. 4, n. 4, p. 356-366. <https://doi.org/10.1007/s10126-002-0041-x>
- ZHOU, Q.; LI, K.; JUN, X.; BO, L. (2009) Role and functions of beneficial micro-organisms in sustainable aquaculture. *Bioresource Technology*, v. 100, p. 3780-3786. <http://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.037>