



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

CAMPUS “PROF^a. CINOBELINA ELVAS”

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E BIOIMPEDÂNCIA
ELÉTRICA DE JUVENIS DE TILÁPIAS-DO-NILO
CULTIVADOS SOB DESAFIO E ALIMENTADOS COM
PROBIÓTICO**

JOHNNY MARTINS DE BRITO

Bom Jesus – PI

2016

JOHNNY MARTINS DE BRITO

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E BIOIMPEDÂNCIA
ELÉTRICA DE JUVENIS DE TILÁPIAS-DO-NILO
CULTIVADOS SOB DESAFIO E ALIMENTADOS COM
PROBIÓTICO**

Orientador: Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior

Coorientador: Dr. Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira

Dissertação apresentada ao *Campus* “Prof.^a Cinobelina Elvas” da Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de Produção Animal, linha de pesquisa Nutrição e Produção de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

Bom Jesus-PI

2016

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Bom Jesus
Serviço de Processamento Técnico

B862d Brito, Johnny Martins de.
Desempenho zootécnico e bioimpedância elétrica de juvenis de Tilápias-do-Nilo cultivados sob desafio e alimentados com probiótico. / Johnny Martins de Brito. – 2016. 73 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Prof.^a Cinobelina Elvas, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Produção Animal (Nutrição e produção de alimentos), Bom Jesus-Pi, 2016.

Orientação: “Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior”.

1. Piscicultura. 2. Tilápias-do-Nilo. 3. Dejetos de suínos.
4. Ganho de peso. 5. Probióticos. Título I.

CDD 639.34

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS "PROF. CINOBELINA ELVAS"
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Desempenho zootécnico e bioimpedância elétrica de juvenis de Tilápias-do-Nilo cultivados sob desafio e alimentados com probiótico

Autor: Johnny Martins de Brito

Orientador: Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior

Coorientador: Prof. Dr. Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira

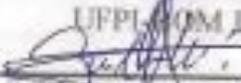
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior
UESPI-CORRENTE-PI/PPGZOO



Prof. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado
UFPI-BOM JESUS-PI



Prof. Dr. Guilherme José Bolzani de Campos Ferreira
UFPI-BOM JESUS-PI



Prof. Dr. Maurílio Souza dos Santos
UESPI-CORRENTE-PI

Bom Jesus-PI
2016

Dedico:

*A minha mãe **Raimunda de Araújo Martins** e ao meu pai **Antônio Crispiano de Sousa Brito** por todo o amor, carinho, confiança e incentivo que foi fundamental para que essa importante etapa da minha vida fosse concluída com sucesso. Há vocês meu muito obrigado por estarem sempre comigo me incentivando, ensinando, confiando e acima de tudo amando. Vocês são donos do meu amor, carinho, admiração e respeito. Serei eternamente grato por tudo que já fizeram, fazem e sei que ainda vão fazer pelo o meu sucesso. Amo muito vocês meus pais queridos.*

Agradecimentos

Á Deus por ter me concedido saúde, força e sabedoria para a realização desse sonho;

Aos meus queridos irmãos Cristiano Martins de Brito, Jarley Martins de Brito e Silvia Renata Martins de Brito por todo amor, carinho e incentivos;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Hermógenes A. Santana Júnior, pela orientação, pela as sabias palavras de motivação profissional e pessoal, confiança, incentivos e amizade;

Ao Coorientador Prof. Dr. Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira pela confiança, incentivos, ensinamentos e amizade;

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFPI/CPCE que contribuirão para aumentar a minha bagagem de conhecimento ao longo do curso;

A todos meus familiares que de forma direta ou indireta contribuíram para que meus objetivos fossem alcançados;

A EMBRAPA pela parceria e pelo o fornecimento de equipamentos utilizados na execução do experimento;

Ao professor Dr. Francisco Teixeira Andrade pelo o apoio e fornecimento do aparelho de Bioimpedância elétrica que foi de fundamental importância para a execução desse experimento;

A minha namorada Bruna Rocha da Silva por toda paciência, incentivos, carinho e amor; UFPI/CPCE que contribuíram imensamente para a minha formação;

A todos meus amigos e colegas do PPGZ/UFPI que tiveram sempre ao meu lado, tanto nos momentos alegres como nos difíceis, em especial a Alex Lopez da Silva, Janilda Barros Santiago Oliveira, Regina de Souza Fialho e Mário Alves de Barbosa Júnior;

A todos os colegas e amigos da Universidade Estadual do Piauí-UESPI/Corrente em especial a Elves de Souza Cardoso e João Marcos Monteiro Batista;

A diretora da UESPI/Parnaíba Rosineide Candeia por ter abrido as portas da referida instituição para condução do experimento, a todos colegas e amigos dessa instituição que contribuirão com a execução do Experimento em especial ao Cyro Henrique Lima dos Santos e Lucas de Oliveira;

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Piauí-UFPI/CPCE pela oportunidade na realização desse sonho;

A CAPES pela concessão de bolsa.

"Enquanto estiver vivo, sinta-se vivo. Se sentir saudades do que fazia, volte a fazê-lo. Não viva de fotografias amareladas... Continue, quando todos esperam que desistas. Não deixe que enferruje o ferro que existe em você. Faça com que em vez de pena, tenham respeito por você. Quando não conseguir correr através dos anos, trote. Quando não conseguir trotar, caminhe. Quando não conseguir caminhar, use uma bengala. Mas nunca se detenha."

MADRE TERESA DE CALCUTÁ

SUMÁRIO

Lista de tabelas	ix
Lista de figuras	x
Resumo geral	xi
Abstract geral	xii
Introdução geral	13
CAPÍTULO 1: Revisão bibliográfica	15
1. Piscicultura atual.....	15
2. Tilápias-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	15
3. Desafio sanitário na piscicultura.....	16
4. Probiótico na piscicultura.....	18
5. Bioimpedância.....	20
6. Referências bibliográficas.....	23
CAPÍTULO 2: Probiótico na Alimentação de Juvenis de Tilápias-do-Nilo Cultivados em Água Sob Desafio Sanitário	27
Resumo	28
Abstract.....	29
Introdução.....	30
Material e métodos.....	31
Resultados.....	35
Discussão.....	36
Conclusão.....	43
Referências bibliográficas.....	44
Tabelas.....	48
CAPÍTULO 3: Bioimpedância elétrica na avaliação do estado de saúde de juvenis de Tilápias-do-Nilo cultivados em água sob desafio sanitário	51
Resumo.....	52
Abstract.....	53
Introdução.....	54
Material e Métodos.....	55
Resultados	60
Discussão.....	63
Referências bibliográficas.....	70
Considerações Finais	73

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1. Composição centesimal da ração comercial AQUAMIX® para juvenis de Tilápias-do-Nilo conforme informações no rótulo do produto.....	48
Tabela 2. Unidades formadora de colônia por grama viável do probiótico BACTOGRO®	48
Tabela 3. Parâmetros da qualidade da água do cultivo de juvenis de Tilápias-do-Nilo durante 60 dias.....	49
Tabela 4. Coliformes totais e algas presentes água do cultivo de juvenis de Tilápias-do-Nilo durante 60 dias.....	49
Tabela 5. Desempenho de juvenis de Tilápias-do-Nilo durante 60 dias de cultivo.....	50

Capítulo 3

Tabela 1. Composição centesimal da ração comercial AQUAMIX® para juvenis de Tilápias-do-Nilo conforme informações no rótulo do produto.....	57
Tabela 2. Unidades formadora de colônia por grama viável do probiótico BACTOGRO®	58
Tabela 3. Parâmetros da qualidade da água do cultivo de juvenis de Tilápias-do-Nilo aos 60 dias.....	61
Tabela 4. Coliformes totais e algas presentes água do cultivo de juvenis de Tilápias-do-Nilo durante 60 dias.....	61
Tabela 5. Aplicação da técnica de Bioimpedância elétrica em juvenis de Tilápias-do-Nilo aos 60 dias.....	62
Tabela 6. Composição corporal de juvenis de Tilápias-do-Nilo cultivados durante 60 dias sob desafio sanitário e alimentados com probiótico.....	62

LISTA DE FIGURA

Capítulo 1

Figura 1 - Posição dos conjuntos de eletrodos para a leitura da BIA na região dorsal.....	20
Figura 2 - Aplicação do teste de Bioimpedância elétrica em juvenis de Tilápias-do-Nilo.....	22

Resumo geral

BRITO, J. M. **Desempenho zootécnico e bioimpedância elétrica de juvenis de Tilápias-do-Nilo cultivados sob desafio e alimentados com probiótico.** 2016. 73f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus-PI, 2016.

Objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico e o estado de saúde de juvenis de Tilápias-do-Nilo cultivados sob desafio sanitário alimentados com dietas contendo cepas probióticas. O experimento foi realizado na Universidade Estadual do Piauí, *Campus Prof. “Alexandre Alves de Oliveira”*, na área experimental de Piscicultura, do setor de Agroecologia do Núcleo de Estudo, Pesquisa e Extensão em Agropecuária. Adquiriu-se 180 juvenis de Tilápias-do-Nilo os quais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições sendo a unidade experimental quinze juvenis de Tilápias cultivados em um tanque contendo 400 L de água. Os tratamentos consistiram de: (LS) – peixes cultivados em água limpa sem o uso de probiótico; (DS) – peixes cultivados em água sob desafio e sem o uso de probiótico; (DP) – peixes cultivados em água sob desafio com uso de probiótico. Para proporcionar desafio aos peixes foi adicionado dejetos de suínos (fezes e urinas) na água. Utilizou-se o probiótico (BACTOGRO[®]), adicionado na ração, contendo no mínimo 5×10^9 bilhões de unidade formadora de colônia por grama viável. Sendo 2,0 bilhões de ufc.g⁻¹ de *Bacillus subtilis*, 1,5 bilhões de ufc.g⁻¹ de *Bacillus amyloliquefaciens*, 1,0 bilhões de ufc.g⁻¹ de *Bacillus mycoides* e 0,5 bilhões de ufc.g⁻¹ de *Bacillus megatherium*. Para avaliação do desafio imposto aos peixes, semanalmente, foi feita a análise da qualidade de água dos tanques, em que analisou-se o oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹), temperatura (°C), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) e amônia (NH⁴⁺). No início e no final do experimento os peixes foram pesados e medidos, para determinação dos parâmetros de desempenho zootécnico, sobrevivência, índice hepatossomático. Executou-se no final do experimento a técnica de bioimpedância elétrica para aferir o estado de saúde dos peixes. Foi feita a análise de normalidade dos dados, utilizando o teste do Shapiro-Wilk, homocedasticidade (igualdade de variância) usando o teste de Brown Forsythe, feito a análise paramétrica dos dados da ANOVA, em caso de teste F significativo, foi realizado a comparação das médias pelo teste de Tukey com $\alpha = 0,05$, de acordo com o Proc GLM do Statistical Analysis System (Versão 9.0). Não observou-se diferença ($P > 0,05$) no peso final, ganho de peso, ganho de crescimento diário, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica, índice hepatossomático e sobrevivência. Não verificou-se diferença ($P > 0,05$) no, ângulo de fase, impedância; reatância; resistência; peso; comprimento padrão; distância dos eletrodos externos; distância dos eletrodos internos; índice de composição e K de Fulton. O uso de probiótico na ração de juvenis de Tilápias-do-Nilo não mostrou-se eficiente para promover melhorias no desempenho, sobrevivência e índice hepatossomático no período de 60 dias. A técnica de bioimpedância elétrica mostrou-se eficiente para avaliar o estado de saúde de juvenis de Tilápias cultivados sob desafio sanitário.

Palavras-chave: ângulo de fase, dejetos de suínos, ganho de peso, piscicultura, reatância

General Abstract

BRITO, J. M. **Production performance and bioelectrical impedance of juvenile tilapia from the Nile grown under challenge and fed probiotic.** 2016. 73f. Dissertation (Masters in Animal Science) - Federal University of Piauí, *Campus Professora Cinobelina Elvas*, Bom Jesus-PI, 2016.

This study aimed to evaluate the performance and health status of juvenile tilapia from the Nile grown under health challenge fed diets containing probiotic strains. The experiment was conducted at the State University of Piauí, Campus Prof. "Alexandre Alves de Oliveira" in the experimental area of fish farming, the sector Agroecology Study Center and Research in Agriculture. Acquired 180 juvenile Tilapia from the Nile which were distributed in a completely randomized design with three treatments and four replications and the experimental unit fifteen Tilapia juveniles grown in a tank containing 400 liters of water. Treatments consisted of: (LS) - fish reared in clean water without the use of probiotics; (DS) - fish grown in water under challenge and without the use of probiotics; (SD) - fish reared in water under challenge with the use of probiotics. To provide challenge to fish was added pig manure (feces and urine) in the water. We used the probiotic (BACTOGRO®), added to the feed containing at least 5×10^9 billion colony forming unit per gram viable. Being 2.0 billion cfu.g⁻¹ *Bacillus subtilis*, 1.5 billion cfu.g⁻¹ of *Bacillus amyloliquefaciens*, 1.0 billion cfu.g⁻¹ *Bacillus mycoides* and 0.5 billion cfu. g⁻¹ *Bacillus megatherium*. To evaluate the challenge posed to fish weekly was made the analysis of the quality of water in the tanks, which analyzed the dissolved oxygen (mg L⁻¹), temperature (°C), pH, electrical conductivity (µS. cm⁻¹) and ammonia (NH₄⁺). At the beginning and end of the experiment the fish were weighed and measured for determination of the production performance parameters, survival, hepatossomatic index. He was executed at the end of the experiment the electrical bioimpedance technique to assess fish health. It was made the normality analysis using the Shapiro-Wilk test, homoscedasticity (equal variance) using the Brown Forsythe test done parametric analysis of ANOVA data, where significant F-test was performed to compare of means by Tukey test with $\alpha = 0.05$, according to the Proc GLM of Statistical Analysis System (Version 9.0). No difference was observed ($P > 0.05$) in final weight, weight gain, growing daily gain, feed conversion, specific growth rate, protein efficiency ratio, hepatossomatic index and survival. No there was difference ($P > 0.05$) in, phase angle, impedance; reactance; resistance; Weight; standard length; distance from the external electrodes; distance from the internal electrodes; composition index and K Fulton. The use of probiotic of juvenile tilapia from the Nile not proved efficient to promote improvements in performance, survival and hepatossomatic index within 60 days. The electrical bioimpedance technique proved to be efficient to evaluate the health status of Tilapia juveniles grown under health challenge.

Keywords: fish farming, phase angle, pig manure, reactance, weight gain

Introdução Geral

Para atender à demanda de pescado é necessário reduzir o ciclo de produção e aumentar a densidade de estocagem, o que acaba por prejudicar a qualidade da água contribuindo para a disseminação de agentes patogênicos no ambiente criatório, e também no organismo dos animais. Com isso, o estresse sofrido pelos peixes é cada vez maior o que pode comprometer o desempenho desses animais e comprometer o meio ambiente.

Na piscicultura, o ambiente em que os peixes se desenvolvem merece atenção especial, tanto nos aspectos quantitativos como qualitativos, de modo que o desempenho dos peixes não seja comprometido. Como se trata de animais bastante sensíveis às adversidades do ambiente, o monitoramento constante da qualidade da água faz parte da rotina de cultivo (BARKOH, 2010).

Mediante ao crescimento da demanda por carne de peixes, existe a necessidade de intensificar os sistemas de criação, para atender a demanda, expondo continuamente os peixes a alterações na qualidade de água e á intensivas práticas de manejo - manuseio excessivo, transporte e adensamento (CHAGAS et al., 2009).

Assim, o uso de probióticos, formados por microrganismos vivos que atuam sobre o animal de modo a favorecê-lo em seu estado de saúde, vem apresentando resultados positivos na piscicultura (BORQUEZ et al., 2010). No entanto, para que a eficiência do probiótico seja comprovada nos animais de acordo com a sua fase de vida, é necessário também promover desafio sanitário (MORINIGO et al., 2010).

Mediante a esses benefícios torna-se necessário a realização de estudos envolvendo a utilização de aditivos zootécnicos, como o probiótico, que melhoram a sanidade dos peixes, no intuito de possibilitar que esses animais consigam desempenhar o máximo do seu potencial produtivo mesmo em ambientes estressantes, em que somente assim será possível atender a demanda do consumidor por esse produto em quantidade e qualidade.

O fornecimento de dejetos *in natura* pode levar à contaminação do ambiente aquático por microrganismos patogênicos, apesar do efeito benéfico do esterco suíno sobre o alimento natural dos viveiros, esta técnica pode se tornar um desafio sanitário aos peixes (MURATORI et al., 2001).

A Bioimpedância elétrica (BIA) é uma técnica inovadora que vem sendo testada para determinar o estado de saúde e nutricional dos peixes sendo um teste não letal,

podendo gerar resultados rápidos, de baixo custo e sem a necessidade da eutanásia do peixe analisado (BOSWORTH e WOLTERS, 2001).

Uma alternativa para a análise da composição corporal de animais vivos é a técnica da Bioimpedância (BIA), utilizada para estimar o total de água corporal em seres humanos desde 1970 e tem sido cada vez mais utilizado para aplicações clínicas (KYLE et al., 2004). Mais recentemente também tem sido utilizada com sucesso para examinar a composição em vários grupos animais, incluindo ovelhas, gambás, suínos e bovinos (HWANG et al., 2005).

A técnica consiste na medida da resistência de um fluxo de corrente elétrica aplicada sobre o tecido animal. Baseia-se no princípio de que a impedância em um sistema geométrico simples é uma função do comprimento do condutor, a sua área de secção transversal e a frequência do sinal aplicado (KUSHNER et al., 1992; KYLE et al., 2004).

Essa técnica poderá ser utilizada para adequar as dietas mediante o desenvolvimento dos peixes, para a obtenção de um produto de acordo com a exigência do consumidor, pois estes estão cada vez mais preocupados com a qualidade da carne e com o bem estar dos peixes.

Objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico e o estado de saúde de juvenis de Tilápias-do-Nilo cultivados sob desafio sanitário alimentados com dietas contendo cepas probióticas.

Capítulo 1 - Revisão bibliográfica

1. Piscicultura atual

O pescado é a carne mais demandada mundialmente e a de maior valor de mercado (SIDONIO et al., 2012). A produção de peixes em cativeiro no Brasil vem crescendo de forma significativa, poderá alcançar 960 mil toneladas em 2022, o dobro em relação as 479 mil toneladas de 2010. O consumo de carne de peixes no Brasil (14,5 kg por habitante/ano) pela primeira vez ultrapassa a quantidade mínima recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de 12 kg de peixe por habitante/ano, porém esse consumo está abaixo da média mundial de 18,8 kg habitante/ano (FAO, 2015).

O desenvolvimento do cultivo dessa espécie Tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas duas últimas décadas impulsionou a produção mundial de peixes de água doce para um total 33,7 milhões de toneladas, concebendo 56,4% do montante produzido no ano de 2010 (FAO, 2012). A aquicultura continental brasileira cresceu continuamente neste período, alcançando em 2010 uma produção de aproximadamente 394.340 toneladas de pescado, enquanto a tilapicultura alcançou o patamar de 155.450,80 toneladas produzidas, que representaram 39,42% das espécies cultivadas (BRASIL, 2013).

Nesse contexto fica evidente que a intensificação da produção de peixes é necessária para atender a demanda desse produto, assim como é notório os problemas causados com essa intensificação, sendo necessário estudos que visem melhorar a qualidade da água de cultivo e a sanidade dos animais com o objetivo de produzir em quantidade e qualidade.

2. Tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

É uma das espécies que possui crescimento rápido por se alimentarem de itens básicos da cadeia trófica e desenvolverem uma boa conversão alimentar, além de possuírem carne com boas características organolépticas, indicada para processamento industrial para obtenção de filés sem espinhas e de grande versatilidade industrial e culinária (FURUYA, 2010).

A criação de Tilápias atingiu o sexto lugar em produção mundial e o primeiro em produção na América Latina Pardo-Gamboa et al. (2011) sendo que 100% de seu

desenvolvimento está de forma super-intensiva por meio da criação em tanques-rede (SCORVO-FILHO et al., 2010).

Isto mostra que o conhecimento de pesquisadores e produtores em relação ao pacote tecnológico da cadeia das Tilápias é bem desenvolvido e faz com que a oferta deste peixe aumente no mercado, enfrentando a competitividade acentuada em relação aos custos de produção e formas de comercialização (SCORVO-FILHO et al., 2010).

3. Desafio sanitário na piscicultura

O estresse em piscicultura intensiva pode ser proveniente de várias fontes, como por exemplo, a manipulação dos animais, o emprego de alta densidade de estocagem, tipo de ração, biometria, transporte, interações biológicas, qualidade da água e manejo de alimentação. O estresse é um dos causadores da diminuição de desempenho em peixes submetidos a densidades populacionais excessivas (SANCHES, 2013).

Conforme Cyrino et al. (2010), a utilização de rações e o consequente manejo nutricional dos peixes definem a severidade do impacto ambiental causado pela piscicultura, em proporção direta com a intensificação dos sistemas de produção, visto que, sobras alimentares e fezes são as principais fontes de poluentes em efluentes de piscicultura intensiva.

Os peixes estão expostos a agentes estressores que podem ser divididos em dois grandes grupos, fatores químicos como o pH incorreto, baixo nível de oxigênio dissolvido na água, concentração elevada de amônia e nitrito os fatores físicos temperatura, turbidez, transparência e coloração (LUSHCHAK, 2011). Os fatores como a salinidade, temperatura e o oxigênio dissolvido afetam o crescimento, o metabolismo, reprodução, a osmorregulação e a função imune, causando efeitos negativos como distúrbios no crescimento e reprodução. A variação térmica age como uma pressão ambiental capaz de provocar estresse e em determinados organismos, pode ser superada por meio da capacidade adaptativa ao promover ajustes comportamentais e fisiológicos (BILYK e DEVRIES, 2011).

De acordo com Schreck (2010), a resposta ao estresse é considerada como um mecanismo adaptativo que permite ao peixe lidar com estressores, a fim de manter o seu estado normal ou homeostático. Consiste em uma cascata fisiológica de eventos que é iniciada pela percepção de um estressor e comunicada ao corpo pelo sistema nervoso central, agindo neuroendocrinamente.

A distinção entre o estresse agudo e o estresse crônico é de extrema importância, sendo estresse agudo geralmente ocorre durante o manejo dos animais ou pela ocorrência de contatos repentinos com situações estressantes, que levam os peixes a um estresse rápido. Este, geralmente cessa com o final do estímulo e os peixes se reestabelecem. O estresse crônico, manifesta-se em condições as quais os peixes mantêm-se estressados permanentes e, como consequência, geralmente há queda no rendimento produtivo e/ou diminuição da resistência imunológica podendo inclusive gerar doenças e mortalidade (SANCHES, 2013).

A eficiência dos probióticos é comprovada na piscicultura principalmente quando os peixes estão passando por algum desafio, devido a elevada densidade de estocagem e qualidade da água que muitas vezes é comprometida devida a baixa taxa de renovação além da carga poluente na mesma ocasionada proveniente das excretas dos peixes (MONTEIRO et al., 2011). Peixes que não são submetidos a algum tipo de desafio sanitário, o efeito do probiótico não é comprovado (MORINIGO et al., 2010).

A utilização da adubação é um manejo bastante utilizado na aquicultura, principalmente nas fases iniciais do cultivo. A quantidade e qualidade de larvas, alevinos e juvenis, está diretamente relacionada com o sucesso nos sistemas de produção aquícolas entretanto esse manejo pode estressar os peixes devido a quantidade de microrganismos patogênicos presentes nos dejetos de suínos. Surto de doenças e infecções afetam a produção na aquicultura (KESARKODI-WATSON et al., 2008).

Apesar do efeito benéfico do esterco suíno sobre o alimento natural dos viveiros, esta técnica pode se tornar um desafio sanitário aos peixes. Os microrganismos patogênicos são oportunistas e geralmente são encontrados no ambiente aquático natural. Assim, o monitoramento sanitário é extremamente necessário para garantir o desempenho produtivo e a segurança do sistema intensivo de produção (ABIDI, 2003).

A utilização de dejetos de suínos na alimentação animal é polêmica, e isto se deve, a ausência de informações mais conclusivas sobre o assunto, bem como, pela preocupação dos dejetos servirem com o vetor de patógenos e doenças. A utilização dos dejetos suínos na alimentação de peixes é comum em vários países. Sua principal finalidade é fornecer um alimento barato aos peixes permitindo uma maior agregação de renda na propriedade. O principal benefício dos dejetos na água é a produção de organismos planctônicos que servem de alimentos aos peixes (SILVA et al., 2015).

Mediante as inúmeras condições de estresse que os peixes são submetidos é de grande relevância o uso de aditivos zootécnicos que visem melhorar a qualidade da água de cultivo, das rações e da sanidade dos peixes, para os peixes poderem expressar o seu máximo desempenho produtivo.

4. Probióticos na piscicultura

Para impulsionar a piscicultura foi necessário aperfeiçoar as técnicas de produção no que se diz respeito às áreas de melhoramento genético, nutrição, manejo, sanidade e bem estar animal, mediante a necessidade de se produzir mais em espaços cada vez menores com duração do ciclo de produção o mais reduzido possível. Com isso inúmeros problemas tem surgido principalmente no que se diz respeito a sanidade e bem estar desses animais. Tornando os aditivos zootécnicos (enzima, probióticos, prebióticos e acidificantes) indispensáveis para garantir a sanidade dos peixes e manter o ambiente de cultivo livre de agentes patogênicos, sendo que os probiótico vêm se destacando dentre esses aditivos.

Os probióticos são aditivos zootécnicos à base de microrganismos vivos capazes de colonizar, estabelecer-se e multiplicar-se no intestino do hospedeiro e promover o equilíbrio da microbiota com benefícios para o hospedeiro. Estes benefícios são decorrentes da inibição da proliferação de agentes prejudiciais ao epitélio de revestimento da mucosa intestinal e há evidências da melhora no desempenho zootécnico devido à melhor digestibilidade e absorção de nutrientes (NAYAK, 2010).

As bactérias probióticas atuam no hospedeiro melhorando a utilização dos alimentos, modulando a microbiota intestinal, estimulando a resposta imune e inibindo a colonização de patógenos no trato gastrointestinal e melhora o desempenho e resistência ao animal (PARDO-GAMBOA et al., 2011; AI et al., 2011).

Chantharasophon et al. (2011), afirmam que são utilizadas diversas bactérias probióticas na piscicultura, exemplificando o gênero *Bacillus* (*Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *B. cereus*) que após o processo de peletização, podem ser armazenadas em temperatura ambiente sem qualquer efeito deletério, resistindo ao baixo pH e podendo chegar intactos ao intestino delgado (CUTTING, 2011).

O *Bacillus subtilis* é uma bactéria usualmente utilizada como probiótico na aquicultura, influi no crescimento dos peixes e na taxa de sobrevivência, conversão alimentar e na taxa de eficiência proteica (MERRIFIELD et al., 2010; AI et al., 2011).

Destacam-se na aquicultura as seguintes espécies probióticas: *Lactobacillus bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. lactis*, *L. salivarius*, *L. plantarium*, *L. reuteri*, *L. johnsii*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *E. faecalis*, *Bifidobacterium spp*, *Bacillus subtilis* e *B. toyoi* (OLMOS et al., 2011).

A maioria dos resultados de pesquisas com peixes, envolvendo o uso de probióticos, está relacionada à avaliação da microflora intestinal, assim como ao desafio imposto aos animais por meio de fatores estressantes, tais como: temperatura inadequada, elevada densidade de estocagem, excesso ou escassez de alimento, manejos inadequados (ZHANG et al., 2012; MELLO et al., 2013).

A minimização desses problemas tem fomentado pesquisas nos últimos anos, visando a substituir os antibióticos por probióticos na produção animal, especialmente em cultivos de organismos aquáticos (NAYAK, 2010). Os microrganismos podem melhorar a conversão alimentar, resultando assim em menor quantidade de resíduos no meio ambiente e um menor custo ao produtor (MARENGONI et al., 2010).

O desempenho dos peixes está diretamente relacionado com a qualidade da água de cultivo, sendo que nos atuais sistemas intensivos de criação a alta densidade de estocagem utilizada com o objetivo de maximizar a produção tem alterado de forma significativa os parâmetros físicos e químicos da água de cultivo (YOUSEFIAN e AMIRI, 2009).

Dias et al. (2011) apontam ganhos no desempenho produtivo, nos parâmetros hematológicos e imunológicos, na digestibilidade dos alimentos, na qualidade da água experimental e no desempenho reprodutivo dos animais que receberam dieta suplementada com probióticos

Mello et al. (2013), em pesquisa com cepas probióticas (*Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis*) em dietas de juvenis de Tilápias-do-Nilo, observaram valores médios de conversão alimentar $1,04 \pm 0,48$. Monteiro et al. (2011), avaliando Tilápias-do-Nilo em esgoto doméstico tratado, encontraram conversão alimentar de 1,25. Tachibana et al. (2011), usando probiótico na alimentação de Tilápias-do-Nilo, durante a inversão sexual, constataram a presença das cepas probióticas no intestino dos peixes, no entanto, não encontraram diferença no desempenho zootécnico.

Ferreira et al. (2015) trabalharam com a cepa probiótica *Saccharomyces cerevisiae* em pós-larvas de Tilápias-do-Nilo no período de 30 dias submetidas a desafio sanitário (fezes de ovino) e não observaram diferença em relação a esse parâmetro. No entanto, os peixes que consumiram ração com probiótico conseguiram superar o desafio do meio e se

equipararam ao grupo controle aproveitando melhor a proteína bruta devido à atuação do probiótico.

Aly et al. (2008) quando compararam o efeito potencial de duas doses de *Bacillus pumilus* e um probiótico comercial (Organic Greentm[®]) após um e dois meses de aplicação numa provável resposta imunológica, sobrevivência, crescimento e resistência na Tilápias-do-Nilo infectada por *Aeromonas hydrophila*, reportaram que as baixas doses destes probióticos induziram significantes incrementos de peso após dois meses de aplicação do produto. Abdel-Tawwab et al. (2008), observaram que leveduras melhoram o desempenho e propiciam maior crescimento e eficiência alimentar de Tilápias-do-Nilo.

5. Bioimpedância elétrica

A Bioimpedância elétrica (BIA) é amplamente utilizada para estimar a composição do corpo de seres humanos e outros animais (VALLIANT; TIDWELL, 2007). Consiste de um método, em que apresenta um analisador de quatro terminais que mede com precisão a resistência elétrica (R) e a reatância elétrica (Xc), permitindo o cálculo de impedância elétrica (Z) e de os outros parâmetros da BIA, como por exemplo o ângulo de fase (AF), os índices de composição (IC) conforme a figura 1.

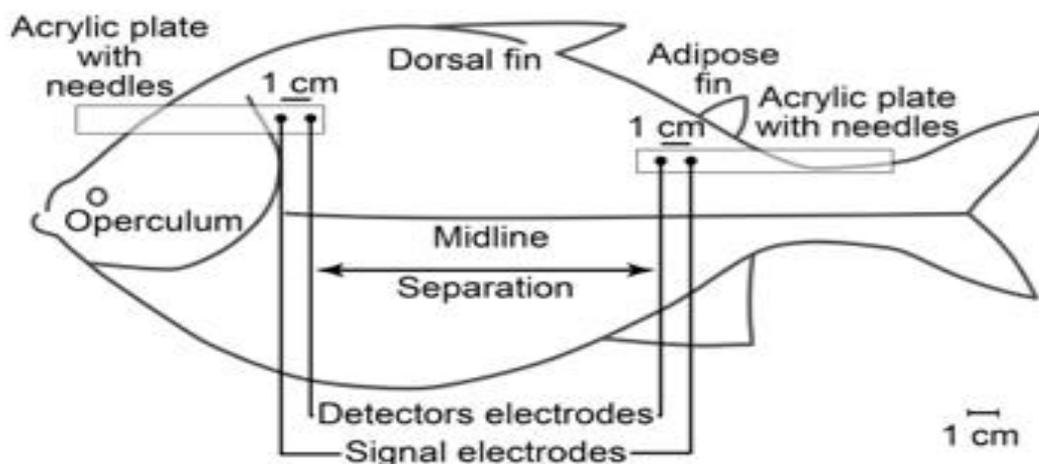


Figure 1 - Insertion points for the needles that connect the electrodes for performing bioelectrical-impedance-analysis in a tambatinga fish.

Figura 1. Posição dos conjuntos de eletrodos para a leitura da BIA na região dorsal. Aplicação do teste de Bioimpedância elétrica de acordo com (ANDRADE et al., 2014).

A bioimpedância (BIA) vem sendo testada para avaliação do estado de saúde e nutricional dos peixes sendo um mesmo o teste não letal, podendo gerar resultados rápidos,

de baixo custo e o mais importante, não é letal (BOURDAGES, 2011). Caracterizando-se pela determinação do valor do ângulo de fase. Quando esse ângulo é superior a 15° , indica que os peixes se encontram em bom estado de saúde, enquanto que os animais que estão com valores inferiores a 15° , estão com sua saúde comprometida, devido a alguma dificuldade promovida pelo ambiente aquícola (COX e HEINTZ, 2009)

Uma vez que a BIA é um método de análise não letal, ainda sem a necessidade de equipamentos e instalações laboratoriais é possível acompanhar as mudanças na composição corporal do peixe ao longo do seu crescimento (DUNCAN et al., 2007). A natureza não letal desta técnica é especialmente importante quando se analisa amostras que, por alguma razão, não pode ser sacrificado, como espécies ameaçadas de extinção ou de animais utilizados em estudos longitudinais (WILLIS e HOBDEY, 2008).

As propriedades físico-químicas, composição e o valor nutricional da carne dos peixes são influenciados por uma ampla variedade de fatores bióticos e abióticos (DUNCAN, 2008). O mercado consumidor vem exigindo cada vez mais a padronização dos produtos (DUNCAN et al., 2007). Muitos métodos de estabelecer equações de regressão que se referem à administração de nutrientes para melhorar o desempenho e prever a variação corporal do corpo dos peixes têm surgido, sendo que a BIA tem se destacado entre elas (BOMFIM et al., 2008).

Além disso, os rendimentos de carcaça e filé são medidos, e estas medições tornam possível a caracterização do produto final; avaliar o potencial de industrialização; determinar o peso ideal de abate; e também matematicamente prever esses valores (FREATO et al., 2005). E o custo total de análise de composição corporal utilizando BIA pode ser de 20 a 41 vezes menor do que a avaliação com base na análise química (DUNCAN, 2008).

Sendo assim a BIA se torna uma ferramenta fundamental para trabalhos futuros que visem avaliar a sanidade dos peixes e o grau de estresses que esses animais se encontram mediante ao ambiente criatório. Além disso, pode tornar-se uma ferramenta essencial para a aferição da qualidade da carne, a fim de atender a demanda e oferecer um produto de melhor qualidade para o consumidor.

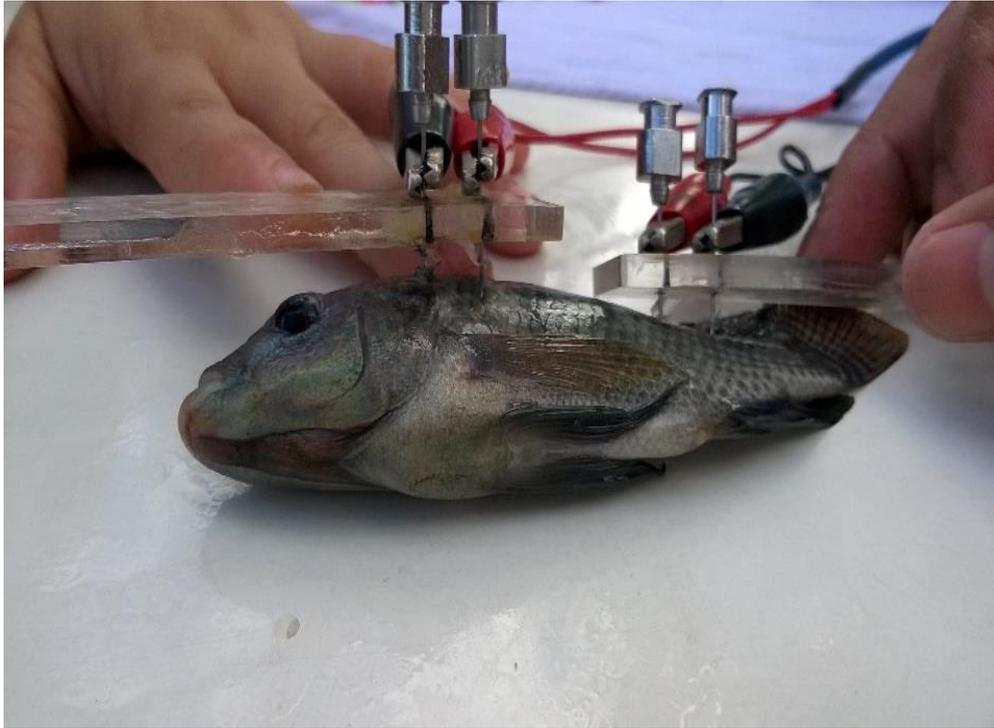


Figura 2. Aplicação do teste de Bioimpedância elétrica em juvenis de Tilápias-do-Nilo adaptado de (ANDRADE et al., 2014).

6. Referências Bibliográficas

ABDEL-TAWWAB, M.; ABDEL-RAHMAN, A.M.; ISMAEL, N.E.M. Evaluation of commercial live baker's yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for Fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged in situ with *Aeromonas hydrophila*. **Aquaculture**, v.280, p.185-189, 2008.

ABIDI, R. Use of probiotics in larval rearing of new candidate species. **Aquaculture Asia**, v.8, n.2, p.15-16, 2003.

AI, Q.; XU, H.; MAI, K.; XU, W.; WANG, J.; ZHANG, W. Effects of dietary supplementation of *Bacillus subtilis* and fructooligosaccharide on growth performance, survival, non-specific immune response and disease resistance of juvenile large yellow croaker, *Larimichthys crocea*. **Aquaculture**, v.317, p.155-161, 2011.

ALY, S.M.; AHMED Y.A.G.; GHAREEB, A.A.A.; MOHAMED, M.M. Studies on *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus acidophilus*, as potential probiotics, on the immuneresponse and resistance of Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) to challenge infections. **Fish and Shell fish Immunology**, v.25, n.1-2, p.128-136, 2008.

ANDRADE, F.T.; ABREU, M.L.T.; LOPES, J.B.; FIGUEIREDO, A.V.; ARARIPE, M.N.B.A.; FERREIRA, A.H.C. Ichthyometry and electrical bioimpedance analysis to estimate the body composition of tambatinga. **Revista Acta Amazonica**, v.44, n.2, p.279 - 286, 2014.

BARKOH, A. Can the liquid live microorganisms system, a commercial probiotic, affect sediment, water quality, and koi carp production in fish hatchery ponds? **Worth American Journal of Aquaculture**, v.72, n.1, p.50-56, 2010.

BILYK, K.T.; DEVRIES, A.L. Heat tolerance and its plasticity in Antarctic fishes. Comparative biochemistry and physiology. **Part A Molecular & Integrative Physiology**, v.158, n.4, p.382-390, 2011.

BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; RIBEIRO, F.B.; QUADROS, M. Reduction of crude protein with amino acid supplementation, based on ideal protein concept, in diets for Nile tilapia fingerlings ideal protein concept, in diets for Nile tilapia fingerlings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1713-1720, 2008.

BORQUEZ, R.N.; TOLEDO, FERRER, J.; TOLEDO, N. Drying and storage stability of a probiotic strain incorporated into a fish feed formulation. **Drying Technology**, v.28, n.4, p.508-516, 2010.

BOSWORTH, B.G.; WOLTERS, W.R. Evaluation of bioelectric impedance to predict carcass yield, carcass composition and fillet composition in farm-raised Catfish. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.32, n.1, p.72-78, 2001.

BOURDAGES, C. **Use of bioelectrical impedance analysis (BIA) to predict water and energy content of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)**. Master of Science dissertation, Faculty of Science of the University Of Ontario Institute Of Technology, Oshawa, Ontario, Canada. 2011, 141p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Consumo de pescado no Brasil aumenta 23,7% em dois anos. 2013.** Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/imprensa/noticias/2226-consumo-de-pescado-no-brasil-aumenta-237-em-dois-anos>. Acesso em: 25 de setembro de 2014.

- CHAGAS, E.C.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; MASSAGO, H.; FABREGAT, T.E.H.P. **Suplementos na dieta para manutenção da saúde de peixes**. In: TAVARES-DIAS, M. (Ed.). Manejo e sanidade de peixes em cultivo, p.132-225, 2009.
- CHANTHARASOPHON, K.; WARONG, T.; MAPATSA, P.; LEELAVATCHARAMAS, V. High potential probiotic *Bacillus* species from gastro-intestinal tract of *Nile Tilapia* (*Oreochromis Niloticus*). **Biotechnology**, v.10, n.6, p.498-505, 2011.
- COX, M.K.; HEINTZ, R. Electrical phase angle as a new method to measure fish condition. **Fishery Bulletin**, v.107, n.4, p.477-487, 2009.
- CUTTING, S.M. *Bacillus probiotics*. **Food Microbiology**, v.28, p.214-220, 2011.
- CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K.A. piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 68-87, 2010.
- DIAS, D.C.; FURLANETO, F.P.; AYROZA, L.M.S.; TACHIBANA, L.; LEONARDO, A.F.G.; CORRÊA, C.F.; ROMAGOSA, E.; RANZANI-PAIVA, M.J.T. Utilização de probiótico na dieta de reprodutoras de matrinxã (*Brycon amazonicus*). **Boletim Instituto de Pesca**, v.37, n. 2, p. 135-141, 2011.
- DUNCAN, M.; CRAIG S.R.; LUNGER A.N.; KUHN D.D.; SALZE G.; MCLEAN E. Bioimpedance assessment of body composition in cobia *Rachycentron canadum* (L. 1766). **Aquaculture**, v.271, n.1-4, p.432-438, 2007.
- DUNCAN, M.B. **The use of BIA for estimating the body composition of various fish species**. Master of Science dissertation, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, 2008, 74p.
- FERREIRA, A.H.C.; BRITO, J.M.; LOPES, J.B.; SANTANA JÚNIOR, H.A.; BATISTA, J.M.M.; SILVA, B.R.; SOUZA, E.M.; AMORIM, I.L.S. Probiótico na alimentação de pós-larvas de Tilápias-do-Nilo submetidas a desafio sanitário. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.2, p.430-439, 2015.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Produção e consumo de carne de peixes. Disponível em: https://www.google.com.br/search?q=produ%C3%A7%C3%A3o+e+consumo+de+peixes+FAO+2015&ie=utf8&oe=utf8&gws_rd=cr&ei=PZhwVvCJF8iWwQSez6PACw#q=produ%C3%A7%C3%A3o+de+peixes+FAO+2015. Acesso em: 10 de Dezembro de 2015.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **The state of world fisheries and aquaculture**, Roma: FAO, p. 209, 2012.
- FREATO, T.A.; FREITAS, R.T.F.; SANTOS, V.B.; LOGATO, P.V.R.; VIVEIROS, A.T.M. Effect of body weight on processing yields of piracanjuba (*Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849). **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.676-682, 2005.
- FURUYA, W.M. **Tabelas brasileiras para nutrição das Tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100p.
- HWANG, Y.T.; LARIVIÈRE, S.; MESSIER, F. Evaluating body condition of striped skunks using non-invasive morphometric indices and bioelectrical impedance analysis. **Wildlife Society Bulletin**, v.33, p.195-203. 2005.

- KESARCODI-WATSON, A.; KASPAR, H.; JOSIE, L.M.; GIBSON, L. Probiotics in aquaculture: the need, principles and mechanisms of action and screening processes. **Aquaculture**, v.274, n.1, p.1-14, 2008.
- KYLE, U.G.; BOSAEUS, I.; DE LORENZO, A.D.; DEURENBERG, P.; ELIA, M.; GOMEZ, J.M.; HEITMANN, B.L.; KENT-SMITH, L.; MELICHOR, J.; PIRLICH, M.; SCHARFETTER, H.; SCHOLS A.M.W.J.; PICHARD, C. Bioelectrical impedance analysis, part 1: review of principles and methods. **Clinical Nutrition**, v.23, p.1226–1243. 2004.
- LUSHCHAK, V.I. Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. **Aquatic toxicology Amsterdam Netherlands**, v.101, n.1, p.13-30, 2011.
- KUSHNER, R.F.; SCHOELLER, D.A.; FJELD, C.R.; DANFORD, L. Is the impedance index (ht²/R) significant in predicting total body water? **American Journal of Clinical Nutrition**, v.56 p.835-839. 1992.
- MARENGONI, N.G.; ALBUQUERQUE, D.M.; MOTA, F.L.S.; PASSOS NETO, O.P.; SILVA NETO, A.A.; SILVA, A.I.M.; OGAWA, M. Desempenho produtivo de Tilápia vermelha submetida à dieta contendo probiótico durante a alevinagem em água mesohalina. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.227, p.403-414, 2010.
- MELLO, H.; MORAES, J.R.E.; NIZA, I.G.; MORAES, F.R.; OZÓRIO. R.O.A.; SHIMADA, M.T.; FILHO, J.R.E.; CLAUDIANO, G.S. Efeitos benéficos de probióticos no intestino de juvenis. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.33, n.6, p.724-730, 2013.
- MERRIFIELD D.L.; DIMITROGLOU A.; BRADLEY G.; BAKER R.T.M.; DAVIES S.J. Probiotic applications for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). I. Effects on growth performance, feed utilization, intestinal microbiota and related health criteria. **Aquaculture Nutrition**, v.16, p.504-510, 2010.
- MONTEIRO, C.A.B.; SANTOS, A.B.; SANTOS, E.S.; ARARIPE, M.N.B.A.; MOTA, S. Efeito da aeração por *air-lift* na alevinagem de Tilápias-do-Nilo em esgoto doméstico tratado. **Revista DAE**, v.186, p.16-22, 2011.
- MORINIGO, M.A.; TAPIA-PANIAGUA, S.T.; CHABRILLON, M.; DÍAZ-ROSALES, P.; BANDA, I.G.; LOBO, C.; BALEBONA, M.C. Intestinal Microbiota Diversity of the Flat Fish *Solea senegalensis* (Kaup, 1858) Following Probiotic Administration. **Microbial Ecology**, v.60, n.2, p.310-319, 2010.
- MURATORI, M.C.S.; MARTINS, N.E.; PEIXOTO, M.T.D. Mortalidade por “septicemia dos peixes tropicais” em Tilápias criadas em consorciação com suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.6, p.658-662, 2001.
- NAYAK, S.K. Probiotics and immunity: A fish perspective. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 29, n.1, p.2-14, 2010.
- OLMOS, J.; OCHOA, L.; PANIAGUA, J.M.; CONTRERAS, R. Functional Feed Assessment on *Litopenaeus vannamei* Using 100% Fish Meal Replacement by Soybean Meal, High Levels of Complex Carbohydrates and *Bacillus* Probiotic Strains. **Marine Drugs**, v.9, n.6, p.1119-1132, 2011.
- PARDO-GAMBOA, B.S.; QUINTERO-PINTO, L.G.; PEZZATO, L.E.; SILVA, F.A.; QUINTERO-PARDO, A.M.C. Nutrientes digestíveis da levedura (*Saccharomyces*

cerevisiae) íntegra e autolisada para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.5, n.1, p.26-38, 2011.

SANCHES, F.H.C. **Stress response to the alarm substance in Tilapia from the Nile. Dissertation** (Masters in Biological Sciences - Zoology) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista. 2013, 28f.

SCHRECK, C.B. Stress and fish reproduction: The roles of allostasis and hormesis. **General and Comparative Endocrinology**, v.165, p.549-556, 2010.

SCORVO-FILHO, J.D.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; ALVES, J.M.C.; SOUZA, F.R.A. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.112-118, 2010.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALVES JÚNIOR, A.J.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, v.35, p.421-463, 2012.

SILVA, C.M.; FRANÇA, M.T.; OYAMADA. Características da suinocultura e os dejetos causados ao ambiente. **Connecti Online**, v.12, p.44-59, 2015.

TACHIBANA, L.; DIAS, D.C.; ISHIKAWA, C.M.; CORRÊA, C.F.; LEONARDO, A.F.G.; RANZANI-PAIVA, M.J.T. 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, 2011.

VALLIANT, M.W.; TIDWELL, D.K. Validation of bioelectrical impedance against dual-energy X-ray absorptiometry in adult, African American females. **Journal of the American Dietetic Association**, 2007; 107: (Suppl. 1):A29.

WILLIS, J.; HOBDAV, A.J. Application of bioelectrical impedance analysis as a method for estimating composition and metabolic condition of southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) during conventional tagging. **Fisheries Research**, v.93, p.64-71, 2008.

YOUSEFIAN, M.; AMIRI, M.S. A review of the use of prebiotic in aquaculture for fish and shrimp. **African Journal of Biotechnology**, v.8, n.25, p.7313-7318, 2009.

ZHANG, J.; LIU, Y.; TIAN, L.; YANG, H.; LIANG, G.; XU, D. Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth performance, gut morphology and stress tolerance of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Fish & Shellfish Immunology**, v.33, n.4, p.1027-1032, 2012.

1 Probiótico na alimentação de juvenis de Tilápias-do-Nilo cultivados em água sob
2 desafio sanitário

3 Johnny Martins de Brito¹, Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira², Hermógenes
4 Almeida de Santana Júnior², Janaina Mitsue Kimpara³, Cyro Henrique Lima dos
5 Santos⁴, Letícia Tuane Souza Oliveira⁴, Thamires da Silva Araújo⁴

6
7 ¹ Mestrando em Zootecnia na Universidade Federal do Piauí; Campus Prof^a. Cinobelina
8 Elvas; Bom Jesus; Piauí; Brasil. Bolsista CAPES.

9 ² Professor Adjunto da Universidade Estadual do Piauí; Brasil.

10 ³ Pesquisadora da EMBRAPA de Parnaíba-PI.

11 ⁴ Graduando(a) em Agronomia na Universidade Estadual do Piauí/UESPI, Parnaíba.

12 *Endereço para correspondência: johnnymartinsbk@outlook.com

13
14
15 Elaborado de acordo com as normas da Journal of the World Aquaculture Society

16
17 (https://www.was.org/_documents/JwasChecklistForManuscripts.pdf)

27 Objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico de juvenis de Tilápias-do-Nilo
28 cultivados sob desafio sanitário alimentados com dietas contendo cepas probióticas.
29 Foram distribuídos 180 juvenis de Tilápias-do-Nilo em um delineamento inteiramente
30 casualizado com três tratamentos e quatro repetições sendo a unidade experimental
31 quinze juvenis de Tilápias distribuídas por tanque contendo 400 Litros de água. O
32 experimento teve a duração de 60 dias. Os tratamentos consistiram de: LS – peixes
33 cultivados em água limpa sem o uso de probiótico na ração; DS – peixes cultivados em
34 água sob desafio e sem o uso de probiótico na ração; DP – peixes cultivados em água
35 sob desafio e com o uso de probiótico na ração. Utilizou-se o probiótico
36 (BACTOGRO[®]), adicionado na ração, contendo no mínimo 5×10^9 bilhões de unidade
37 formadora de colônia por grama viável. Para proporcionar desafio aos peixes foi
38 adicionado dejetos de suínos. Para avaliação do desafio imposto aos peixes,
39 semanalmente, foi feita a análise da qualidade de água dos tanques (10:00 horas). Os
40 parâmetros de qualidade de água: oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH,
41 condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) e amônia (NH_4^+). Não houve efeito significativo
42 ($P > 0,05$) em relação aos parâmetros de qualidade de água. Constatou-se diferenças
43 estatísticas ($P < 0,05$) na quantidade de coliformes presentes na água do cultivo. Não
44 observou-se diferença significativa ($P > 0,05$) no peso final, ganho de peso, ganho de
45 crescimento diário, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, taxa
46 de eficiência proteica, índice hepatossomático e sobrevivência. O uso de probiótico na
47 ração de juvenis de Tilápias-do-Nilo não mostrou-se eficiente para promover melhorias
48 no desempenho, sobrevivência e índice hepatossomático.

49 **Palavras-chave:** dejetos de suínos, desempenho, piscicultura

50 ABSTRACT

51 Probiotic in the diet of juvenile tilapia from the Nile grown in water under health
52 challenge

53 This study aimed to evaluate the growth performance of juvenile tilapia from the Nile
54 grown under health challenge fed diets containing probiotic strains. 180 juvenile Tilapia
55 from the Nile were distributed in a completely randomized design with three treatments
56 and four replications and the experimental unit fifteen Tilapia juveniles distributed by
57 tank containing 400 liters of water. The experiment lasted 60 days. The treatments
58 consist of: LS - farmed fish in fresh water without the use of probiotic; DS - fish grown
59 in water under challenge and without the use of probiotic; DP - fish grown in water
60 under challenge and using probiotic. We used the probiotic (BACTOGRO®), added to
61 the feed containing at least 5×10^9 billion colony forming unit per gram viable. To
62 provide challenge to fish was added pig manure. To evaluate the challenge posed to fish
63 weekly was made the analysis of the quality of water in the tanks. Water quality
64 parameters: dissolved oxygen (mg L^{-1}), temperature ($^{\circ}\text{C}$), pH, electrical conductivity
65 ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) and ammonia (NH_4^+). There was no significant effect ($P > 0.05$) in relation to
66 water quality parameters. It was found statistical differences ($P < 0.05$) in the number of
67 coliforms present in water cultivation. Not observed a significant difference ($P > 0.05$)
68 in final weight, weight gain, growing daily gain, feed conversion, specific growth rate,
69 protein efficiency ratio, hepatosomatic index and survival. The use of probiotic of
70 juvenile tilapia from the Nile not proved efficient to promote improvements in
71 performance, survival and liver somatic index.

72 **Keywords:** fish farming, performance, pig manure

73

74

Introdução

75 O desempenho dos peixes está diretamente relacionado com a qualidade da
76 água de cultivo, sendo que nos sistemas intensivos de criação, a alta densidade de
77 estocagem, utilizada com o objetivo de maximizar a produção, tem alterado de forma
78 significativa dos parâmetros físicos e químicos da água de cultivo, ocasionando estresse
79 aos animais e conseqüentemente não expressando o seu potencial máximo.

80 Com isso, inúmeros problemas tem surgido principalmente em relação a
81 sanidade e bem estar dos peixes. Tornando o uso de aditivos zootécnicos indispensáveis
82 para garantir a sanidade desses animais, sendo que os probióticos vêm se destacando
83 dentre esses aditivos. A adição de probióticos nas rações é uma alternativa para
84 melhorar a sanidade, desempenho dos animais, aumentar os lucros e reduzir a poluição
85 da água e do meio ambiente, nos sistemas de produção aquícolas.

86 A utilização da adubação é um manejo bastante utilizado na aquicultura,
87 principalmente nas fases iniciais do cultivo. A quantidade e qualidade de larvas,
88 alevinos e juvenis está diretamente relacionada com o sucesso nos sistemas de produção
89 aquícolas, entretanto esse manejo pode estressar os peixes devido a quantidade de
90 microrganismos patogênicos presentes nos dejetos de suínos. Surto de doenças e
91 infecções afetam a produção em aquicultura (Kesarkodi-Watson et al. 2008).

92 Neste sentido, os probióticos podem ser utilizados com a função de reduzir a
93 carga de bactérias indesejáveis do trato intestinal dos peixes, favorecendo a saúde do
94 animal e melhorando a absorção dos nutrientes da dieta (Ferreira et al. 2014). No trato
95 gastrointestinal, o probiótico pode provocar alterações da microbiota intestinal,
96 modulação da resposta imune e ajuda nas funções metabólicas, proporcionando um
97 melhor crescimento, bom estado de saúde e resistência à doenças (Kiron 2012).

98 Os probióticos mais estudados em peixes são os compostos por Bacillus
99 subtilis, que apresentam propriedades benéficas quando suplementado à dietas,
100 incluindo imunestimulação e resistências a doenças (Cerezuela et al. 2012).

101 Objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico de juvenis de Tilápias-do-Nilo
102 cultivados sob desafio sanitário alimentados com dietas contendo cepas probióticas.

103 Material e Métodos

104 O projeto foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais
105 em Experimentação (CEUA) da Universidade Estadual do Piauí pelo protocolo nº
106 6.449/15.

107 O experimento foi realizado na Universidade Estadual do Piauí, Campus Prof.
108 “Alexandre Alves de Oliveira”, na cidade de Parnaíba-PI, na área experimental de
109 Piscicultura, do setor de Agroecologia do Núcleo de Estudo, Pesquisa e Extensão em
110 Agropecuária.

111 Adquiriu-se 180 juvenis de Tilápias-do-Nilo já masculinizados com peso
112 médio inicial $7,03 \pm 0,1g$ e comprimento médio inicial de $7,36 \pm 0,05$ g os quais foram
113 distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e
114 quatro repetições, sendo a unidade experimental 15 juvenis cultivados em um tanque
115 contendo 400 L de água. O experimento teve duração de 60 dias.

116 Os tratamentos consistiram de: (LS) – peixes cultivados em água limpa sem o
117 uso de probiótico na ração; (DS) – peixes cultivados em água sob desafio e sem o uso
118 de probiótico na ração; (DP) – peixes cultivados em água sob desafio com uso de
119 probiótico na ração.

120 Os juvenis foram estocados durante três dias em um tanque contendo 400 litros
121 de água para adaptação das condições experimentais e receberam oxigenação

122 (compressores de ar), renovação de água e alimentação periódica (ração comercial de
123 acordo com sua fase de vida). Posteriormente foram distribuídos aleatoriamente 15
124 peixes por tanque contendo 400 litros de água. Todos os tratamentos receberam
125 oxigênio por meio de bombeamento utilizando bolhas de ar emitidas pelo sistema de
126 aeração de soprador radial que apresentava pedras microporosas ligadas a mangueiras
127 de silicone a mini compressores de ar (VIGORAR300[®], Vazão de 2000 cm³/min e
128 Potência: 4 a 6 watts).

129 O fornecimento de ração foi até a sua aparente saciedade, sendo dividido em
130 quatro refeições diárias (8:00; 11:00; 14:00 e 17:00 horas). Diariamente, pela manhã
131 (6h:00 min) e à tarde (18h:00 min), os tanques foram sifonados para retirada de fezes e
132 restos de ração, com remoção diária de aproximadamente 10% do volume total e reposta
133 a mesma quantidade. Foram sifonizados para retirada de fezes e sobra de ração. A cada
134 quinze dias realizou-se a biometria para ajustar o fornecimento de ração para os peixes
135 de cada repetição.

136 A ração comercial AQUAMIX[®] para juvenis com o pellets de 2 mm possuía
137 350 g/Kg de PB e 3,0 Mcal de energia digestível, apresentava como ingredientes: grão
138 de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farinha de peixe, farinha de trigo, farinha de
139 carne, farinha de sangue, farinha de penas de aves hidrolisada, farinha de vísceras de
140 aves, fosfato bicálcico, calcário calcítico, cloreto de sódio, DL-metionina, L-lisina, L-
141 triptofano, L-treonina, aditivo antifúngico, aditivo antioxidante e premix mineral e
142 vitamínico, conforme informações no rótulo do produto (Tabela 1).

143 Utilizou-se o probiótico (BACTOGRO[®]), adicionado na ração, contendo no
144 mínimo 5x10⁹ bilhões de unidade formadora de colônia por grama viável (Tabela 2). A

145 quantidade de probiótico utilizado foi de 1000 g de probiótico para cada 1000 kg de
146 ração ou 1 g para cada 1 kg de ração de acordo com as recomendações do fabricante.

147 A ração com probiótico foi preparada semanalmente, sendo diluído 0,3 g de
148 probiótico em 18 mL de água, à solução era homogeneizada, em seguida borrifava-se o
149 produto em 300 g de ração, deixando o material em repouso por 30 minutos antes de
150 utilizá-lo.

151 Para proporcionar desafio aos juvenis foi adicionado dejetos de suínos (fezes e
152 urina). A solução consistia nos primeiros 30 dias de 500 g de dejetos in natura diluído
153 em 6,0 L de água, sendo adicionado, diariamente após a sifonação 180 mL da solução
154 desafiadora nos tratamentos 2 e 3, a partir dos 30 dias até o termino do experimento foi
155 diluído 1,0 kg de dejetos em 6,0 L de água 360 mL da solução diariamente. Coletou-se
156 os dejetos semanalmente, sendo a solução preparada e armazenada em temperatura
157 ambiente e utilizada no decorrer da semana, adaptado de (Meurer et al., 2007).

158 Para avaliação do desafio imposto aos peixes, semanalmente, foi feita a análise
159 da qualidade água dos tanques as 10:00 horas. Os parâmetros de qualidade de água:
160 oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) e
161 amônia (NH_4^+) foram avaliados através de uma sonda multi-parâmetro (professional
162 plus YSI, Pont de Nemours and Company, USA, [http://www.clean.com.br/site/sonda-](http://www.clean.com.br/site/sonda-ysi-professional-plus/)
163 [ysi-professional-plus/](http://www.clean.com.br/site/sonda-ysi-professional-plus/)).

164 As análises microbiológicas foram realizadas no Núcleo de Estudos, Pesquisas
165 e Processamento de Alimentos, da Universidade Federal do Piauí, em que foram
166 adotados os procedimentos para verificação da presença de microrganismos do tipo
167 coliformes nas amostras de água. Assim, foram colhidas na última semana do

168 experimento três amostras de 50 mL de água de cada repetição as 10:00 horas da manhã
169 para realização da análises de coliformes.

170 Os peixes foram pesados e medidos no início e final do experimento, com
171 auxílio de uma balança semi-analítica, e mensurado o comprimento total e o
172 comprimento padrão por meio de um paquímetro, para a determinação dos seguintes
173 parâmetros zootécnicos:

- 174 • Ganho em peso total (GPT) = peso final - peso inicial;
- 175 • Ganho de peso diário (GPD) = ganho de peso total / duração do período
176 experimental;
- 177 • Ganho de crescimento (GC) = comprimento final – comprimento inicial;
- 178 • Ganho de crescimento diário (GCD) = ganho de crescimento total /
179 duração do período experimental;
- 180 • Consumo total de ração (CTR) = \sum da ração fornecida durante o
181 experimento;
- 182 • Consumo diário de ração (CDR) = consumo total de ração / duração do
183 período experimental;
- 184 • Conversão alimentar aparente (CAA) = consumo de ração diário / ganho
185 em peso;
- 186 • Taxa de crescimento específico (TCE) = $((\ln PF - \ln Pi) \times 100) /$ duração do
187 período experimental;
- 188 • Consumo total de proteína bruta (CTPB) = % de PB da ração x consumo
189 diário de ração;
- 190 • Taxa de eficiência proteica (TEP) = ganho de peso total / consumo total
191 de proteína bruta;

216 Houve diferenças estatísticas ($P < 0,05$) na quantidade de coliformes presentes
217 na água do cultivo entre o tratamento com água limpa e os tratamentos com desafio sem
218 e com probiótico. Estes apresentaram uma quantidade mais elevada de coliformes em
219 relação ao tratamento onde utilizou-se água limpa (Tabela 4).

220 O tratamento com água limpa e sem probiótico apresentou algas da espécie
221 Chlorophyta eudorina, enquanto os tratamentos com desafio com e sem o uso de
222 probiótico, observou-se a presença das espécies Euglenophyta euglena, Chlorophyta
223 pyrobotrys o que sugere a existência ampla diversidade e quantidade de algas que
224 podem ser utilizada na alimentação das Tilápias neste tipo de ambiente (Tabela 4).

225 Não observou-se efeito ($P > 0,05$) nas variáveis peso final, ganho de peso total,
226 ganho de peso diário, comprimento final, conversão alimentar aparente, taxa de
227 crescimento específico, conversão alimentar aparente, eficiência proteica, índice
228 hepatossomático e sobrevivência (Tabela 5).

229 Constatou-se efeito significativo ($P < 0,05$) nos parâmetros de consumo total de
230 ração, consumo total de proteína bruta e ganho de crescimento (Tabela 5).

231 Discussão

232 (Ferreira et al. 2015) trabalharam com a cepa probiótica Saccharomyces
233 cerevisiae em pós-larvas de Tilápias-do-Nilo no período de 30 dias submetidas a desafio
234 sanitário (adição de fezes de ovinos na água do cultivo) e encontraram resultados
235 diferentes ao desse trabalho em relação aos parâmetros de qualidade da água.

236 A média do pH nas unidades experimentais (7,56) manteve-se dentro da faixa
237 ideal para a produção de peixes de água doce, que é de 6,5 a 9,0, segundo (Zhou et al.
238 2009). Fora dessa zona de conforto os peixes podem ter o desenvolvimento
239 comprometido e dependendo do caso pode ocasionar um alto índice de mortalidade.

240 Para as cepas probióticas terem efeitos desejáveis no trato digestivo dos peixes é
241 necessário que os fatores ambientais, inclusive o pH, estejam em níveis adequado,
242 significando uma boa qualidade de água (Mehrim 2009).

243 A média de temperatura dos tratamentos foi (28.1 °C) em que a mesma
244 manteve-se na faixa de conforto que é de (25 a 32 °C) fato esse primordial para um bom
245 desenvolvimento, uma vez que fora dessa zona de conforto podem ocorrer alterações no
246 metabolismo dos animais gerando gastos excessivos de energia para manter o
247 funcionamento do organismo, o que induzirá uma redução no consumo de alimento,
248 comprometendo o desenvolvimento dos peixes. Peixes expostos a temperaturas abaixo
249 da faixa de conforto apresentam metabolismo reduzido, o que pode afetar a condição
250 fisiológica e determinar redução no perfil hematológico (Barros et al. 2014; Guimarães
251 et al. 2014; Shi et al. 2015).

252 Os valores elevados da condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) de 0,48, 0,47 e 0,45
253 respectivamente entre os tratamentos indicam a existência do processo de produção
254 primária, sendo indicador da disponibilidade de nutrientes. Fator esse que está
255 relacionado diretamente com os resultados do desempenho que não foram diferentes,
256 não ficando evidente a atuação do probiótico.

257 Os valores de amônia obtidos estão dentro dos limites para cultivo da espécie
258 que é de 0,40 mg/L N, sendo que o mesmo está relacionado diretamente com o pH e
259 quantidade de algas. As altas taxas de redução de nitrogênio por microalgas vêm se
260 tornando uma alternativa potencial para o tratamento de efluentes, sejam industriais ou
261 da aquicultura (Coelho et al. 2014).

262 Os juvenis submetidos a desafio, com e sem o uso de probiótico foram
263 favorecidos pela maior quantidade e diversidade de algas, presente comprometendo a

264 atuação do probiótico em relação ao desempenho, uma vez que possuem uma grande
265 capacidade de assimilar os nutrientes presentes na água.

266 Pode-se mencionar que os dejetos de suínos utilizados fornece nitrogênio,
267 fósforo que propiciam a proliferação e reprodução de fitoplâncton que são consumidos
268 pelo peixe, o que reduz o consumo da ração artificial. As algas contêm, em geral, 37,3%
269 de fibra em sua composição, sendo 84,8% consideradas solúveis e as insolúveis, o
270 restante, são compostas essencialmente por celulose (Fleury e Lahaye, 2006).

271 A alta concentração de fibras solúveis, a documentada habilidade de produzir
272 elevada quantidade de ácidos graxos de cadeia curta a partir das fibras solúveis e a alta
273 concentração de ácidos graxos ω -3 fazem das algas uma fonte interessante de alimento
274 funcional a ser explorada (Azaza et al. 2007).

275 (Garcia et al. 2009) trabalhando com diferentes níveis de suplemento à base de
276 algas na alimentação de juvenis de Tilápias-do-Nilo observaram que os juvenis que
277 receberam 0,5 e 1% do suplemento alimentar apresentaram maiores valores de
278 comprimento padrão e observou-se correlação positiva entre o ganho de peso e o nível
279 do suplemento na dieta, com isso os autores concluíram que para juvenis de Tilápias-
280 do-Nilo, a suplementação melhora o consumo de ração e o ganho de peso (relação dose-
281 resposta linear).

282 (Zahid et al. 2013) relataram que o reforço alimentar com adubação orgânica
283 resulta em uma melhor contribuição nutricional para Tilápias reduzindo a quantidade de
284 oferta de alimentação suplementar. Esse resultado é similar ao obtido nesse trabalho,
285 sendo que os juvenis do tratamento LS consumiram mais ração dos os juvenis dos
286 tratamentos DS e DP em que adicionou-se os dejetos de suínos.

287 (Kesarcodi et al. 2008) ressaltaram que os probióticos em peixes são
288 microrganismos vivos que podem servir como suplementos dietéticos para melhorar o
289 crescimento e a resposta imune. Menor crescimento e eficiência alimentar têm sido
290 relacionados não somente ao desbalanceamento da dieta, mas também ao baixo
291 consumo (Coutinho et al. 2014).

292 Outro fator determinante que explica os resultados de desempenho
293 encontrados, é a elevada carga de matéria orgânica presente nos tratamentos em que
294 adicionou-se os dejetos de suínos, que é rico em nitrogênio e fósforo, que estão
295 relacionados diretamente com a produção de matéria orgânica. Os juvenis cultivados em
296 água com desafio apresentaram-se com ganho de peso e comprimento final similar aos
297 juvenis do tratamento sem desafio.

298 (Ribeiro et al. 2014) demonstram em seu estudo com juvenis de Tilápias
299 alimentados exclusivamente com adubação orgânica ou ração, que embora neste último
300 tratamento os juvenis esboçaram melhores resultados, aqueles alimentados com
301 adubação orgânica também se mostraram satisfatórios, indicando a importância
302 adubação orgânica para essa espécie.

303 O probiótico influencia no estado de saúde dos peixes nas primeiras fases de
304 vida, pois as bactérias probióticas colonizam o intestino dos peixes eliminando as
305 bactérias patogênicas, o que contribui para a melhor digestibilidade e absorção dos
306 alimentos, e como consequência os peixes conseguem se sobressair em ambientes
307 estressantes consumindo menos ração e mesmo assim, se equiparando em ganho de
308 peso com os animais cultivados em ambientes com os parâmetros físicos, químicos e
309 microbiológicos adequados (Ferreira et al. 2015).

310 Esses resultados estão de acordo (Tachibana et al. 2011) que avaliaram o
311 desempenho zootécnico da Tilápias-do-Nilo, na fase de inversão sexual, com a
312 utilização do probiótico Bacillus subtilis, e não observaram diferenças em relação aos
313 parâmetros de desempenho zootécnico.

314 Resultados similares foram encontrados por (Carvalho et al. 2011) ao
315 avaliarem a aplicação do probiótico à base de Bacillus subtilis ou mananoligossacarídeo
316 em rações para juvenis de Tilápias-do-Nilo, em que não observaram diferenças para o
317 parâmetro ganho de peso. (Tachibana et al. 2011) ao utilizarem diferentes níveis de
318 probiótico (0, 5 e 10 mg.kg⁻¹) na alimentação de Tilápias-do-Nilo, durante a inversão
319 sexual, constatando que não houve diferença quanto a taxa de crescimento específico,
320 resultado similar ao desse trabalho.

321 A ausência de efeito em relação a taxa de eficiência proteica, indica que os
322 juvenis de Tilápias-do-Nilo, mesmo em ambiente desafiador, conseguiram assimilar de
323 forma eficiente a proteína que foi consumida, devido principalmente ao aproveitamento
324 dos nutrientes presentes na água.

325 A eficiência de utilização da proteína pelos peixes está atrelada não somente à
326 qualidade e nível ótimo de suplementação, mas também à presença de outros nutrientes
327 que influenciam sua utilização metabólica (Azaza et al. 2015). O tipo de desafio que é
328 proporcionado aos peixes pode influenciar diretamente nos resultados obtidos
329 principalmente à longo prazo devido a capacidade dessa espécie em adaptarem à
330 condições adversas.

331 (Monteiro et al. 2011), ao realizarem pesquisa com Tilápias-do-Nilo em
332 esgoto doméstico tratado, encontraram conversão alimentar de 1,25, sendo este
333 resultado compatível com a espécie. (Albuquerque et al. 2013) ao testarem o probiótico

334 contendo Bacillus cereus e o Bacillus subtilis C-3102 em Tilápias durante a reversão
335 sexual, também constataram que não houve diferenças para esse parâmetro porem a
336 conversão alimentar aparente foi de 1,00.

337 A conversão alimentar aparente está relacionada com a fase de vida dos peixes,
338 com o tipo de ambiente que os peixes são cultivados e com os tipos de desafios que são
339 proporcionados, pois são influenciados diretamente pela quantidade de matéria orgânica
340 presente no ambiente aquícola, proporcionando interferência na quantidade de ração que
341 é consumida, e como consequência na conversão alimentar, todavia, os juvenis de
342 Tilápias têm a capacidade de filtrar esses nutrientes.

343 (Jatobá e Mouriño 2015) obtiveram uma conversão alimentar aparente de
344 (1,91) no tratamento com o uso de probiótico (Lactobacillus plantarum) na ração, no
345 entanto os juvenis não foram submetidos a desafio sanitário, o que indica que o
346 ambiente de cultivo, o tipo e a quantidade de probiótico fornecido interferem na
347 conversão alimentar aparente.

348 A taxa de crescimento específico é influenciada pelo o ambiente que os peixes
349 são cultivados e pelo o tipo de aditivo que é fornecido. Os resultados obtidos
350 assemelham-se aos de (Tachibana et al. 2011), ao utilizarem diferentes níveis de
351 probiótico (0, 5 e 10 mg.kg⁻¹) na alimentação de Tilápias-do-Nilo, durante a inversão
352 sexual, constatando que não houve diferença quanto a taxa de crescimento específico.

353 No trabalho observou-se diferença entre os tratamentos em relação ao consumo
354 da ração, os peixes que consumiram probiótico consumiram mais ração e tiveram um
355 maior crescimento do que os juvenis submetidos a desafio que não ingeriram probiótico,
356 entretanto o aproveitamento dos nutrientes foi igual em ambos os tratamentos pois não
357 observou-se diferença em relação ao ganho de peso dos juvenis.

358 Os juvenis cultivados sob desafio e com o uso do probiótico, consumiram de
359 forma satisfatória a ração devido à atuação do probiótico que atua combatendo os
360 agentes patogênicos presentes na água e no organismo dos animais. Assim os juvenis
361 apresentaram ganho de crescimento similar aos peixes cultivados em água limpa. Já os
362 juvenis que foram cultivados em água com desafio e sem o uso do probiótico
363 consumiram menor quantidade de ração, portanto estavam sofrendo estresse devido à
364 elevação de microrganismos patogênicos presentes na água.

365 Os resultados do parâmetro de sobrevivência estão relacionados com a
366 capacidade de adaptação dos juvenis de Tilápias-do-Nilo ao desafio proporcionado, tipo
367 e quantidade utilizadas de cepas.

368 (Mello et al. 2013) trabalharam com probiótico constituído de Bacillus cereus
369 e Bacillus subtilis sobre o percentual de sobrevivência de juvenis de Tilápias-do-Nilo
370 não submetidos a estresse do meio aquático, em que os resultados demonstraram que o
371 percentual de sobrevivência relativa dos peixes foi maior (89,47%) nos peixes
372 alimentados com o aditivo probiótico ($P < 0,05$) em relação ao grupo controle (76,61%).

373 (Jatobá e Mouriño 2015) obtiveram uma sobrevivência de (96,67 %) no
374 tratamento com o uso de probiótico (Lactobacillus plantarum) na ração de juvenis de
375 Tilápias-do-Nilo, no entanto os juvenis não foram submetidos a desafio sanitário.
376 Quando não há desafio para os peixes, estes podem apresentar elevada taxa de
377 sobrevivência, sendo assim os resultados obtidos nessa pesquisa então relacionados
378 diretamente com o tipo de desafio sanitário que foi proporcionado aos peixes.

379 Quanto ao índice hepatossomático os elevados valores encontrados (1,56, 1,70
380 e 2,50%) de acordo com os tratamentos respectivamente, estão relacionados com as

381 reações químicas desempenhadas pelo fígado. Quanto maior o fígado, mais elevada será
382 sua carga de metabolização, conseqüentemente ficará hipertrófico.

383 Os resultados obtidos em relação ao índice hepatossomático são similares à
384 (Carvalho et al. 2011) que trabalharam com desempenho zootécnico e morfometria
385 intestinal de juvenis de Tilápias-do-Nilo alimentados com Bacillus subtilis ou
386 mananoligossacarídeo.

387 Em condições intensivas de criação, a situação de estresse está constantemente
388 presente e, sendo está indutora de manifestações fisiológicas e comportamentais que
389 podem resultar em danos ao crescimento, é importante que sejam desenvolvidas
390 estratégias que possibilitem aumentar a resistência orgânica dos peixes, amenizando
391 assim os efeitos prejudiciais das diferentes e inevitáveis situações de desafio a que são
392 expostos (Kiron 2012).

393 (Ridha et al. 2012), avaliando o potencial de dois probióticos (*Bacillus*
394 *amyloliquefaciens* e *Lactobacillus sp*) em relação a um tratamento controle ao final de
395 99 dias de cultivo, observaram que não houve melhoria no ganho de peso. No entanto,
396 ao final de 61 dias sem adicionar probióticos na alimentação dos peixes, os autores
397 perceberam que a exposição prolongada pode promover um estabelecimento da
398 colonização dos probióticos e, com isso, uma melhoria nos processos digestivos e
399 enzimáticos que ajudam a absorver nutrientes dos alimentos, portanto, interferindo
400 positivamente no desempenho produtivo.

401 Conclusão

402 O uso de probiótico na ração de juvenis de Tilápias-do-Nilo não mostrou-se
403 eficiente para promover melhorias no desempenho, sobrevivência e índice
404 hepatossomático no período de 60 dias de cultivo.

Literatura Citada

- 405
406 Albuquerque, D. M., Marengoni, N. G. Boscolo, W. R. Ribeiro, R. P. Mahl, I. Moura,
407 M. C. 2013. Probióticos em dietas para Tilápia do Nilo durante a reversão sexual.
408 *Ciência Rural* 43(8):1503-1508.
- 409 Ashley, P. J. 2007. Fish welfare: current issues in aquaculture. *Applied Animal*
410 *Behaviour Science*, Amsterdam.
- 411 Azaza, M. S. Mensi, F. Ksouri, J. Dhraief, M. N. Brini, B. Abdelmouleh, A. Kra, M.
412 M. 2007. Growth of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus L) fed with diets
413 containing graded levels of green algae ulva meal (*Ulva rigida*) reared in geothermal
414 waters of Southern Tunisia. *Journal of Applied Ichthyology*, 24(2):202-207.
- 415 Azaza, M. S., Khiari, N. Dhraief, N. Aloui, M. M. K. Elfeki, A. 2015. Growth
416 performance, oxidative stress indices and hepatic carbohydrate metabolic enzymes
417 activities of juvenile Nile Tilapia, Oreochromis niloticus L, in response to dietary
418 starch to protein ratios. *Aquaculture Research* 46:14-27.
- 419 Barros, M. M., Falcon, D. R. Orsi, R. O. Pezzato, L. E. Fernandes Jr. Guimarães, I. G.
420 Fernandes Jr, A. Padovani, C. R. Sartori, M. M. P. 2014. Non-specific immune
421 parameters and physiological response of Nile tilapia fed β -glucan and vitamin C
422 for different periods and submitted to stress and bacterial challenge. Fish and
423 Shellfish Immunology 39:188-195.
- 424 Carvalho, J. V., Lira, A. D. Costa, D. S. P. Moreira, E. L. T. Pinto, L. F. B. Abreu, R. D.
425 Albinati, R. C. B. 2011. Desempenho zootécnico e morfometria intestinal de juvenis
426 de Tilápia-do-Nilo alimentados com Bacillus subtilis ou mananoligossacarídeo.
427 *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 12(1):176-187.

428 Cerezuela, R., Guardiola F. A. González, P., Meseguer, J. Esteban, M. A. 2012. Effects
429 of dietary Bacillus subtilis, Tetraselmis chuii, and Phaeodactylum tricornutum,
430 singularly or in combination, on the immune response and disease resistance of sea
431 bream (Sparus aurata L). *Fish and Shellfish Immunology*, 33:342-349.

432 Coelho, A. A. C., Bezerra, J. H. C. Silva, J. W. A. Moreira, R. T. Albuquerque, L. F. G.
433 Farias, W. R. L. 2014. Desempenho zootécnico de juvenis de Tilápias-do-Nilo
434 cultivados em um sistema de recirculação de água com a microalga Spirulina
435 platensis. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15(1):149-159.

436 Coutinho, F., Peres, H. Castro, C. Pérez-Jiménez, A. Magalhães, R. Pousão-Ferreira, P.
437 Oliva, T. A. 2014. Dietary protein requirement of zebra sea bream (Diplodus
438 cervinus, Linn 1758) juveniles. *Aquaculture Nutrition* 1-7.

439 Ferreira, A. H. C., Brito, J. M. Lopes, J. B. Santana Júnior, H. A. Batista, J. M. M.
440 Silva, B. R. Souza, E. M. Amorim, I. L. S. 2015. Probiótico na alimentação de pós-
441 larvas de Tilápias-do-Nilo submetidas a desafio sanitário. *Revista Brasileira de*
442 *Saúde e Produção Animal* 16(2):430-439.

443 Ferreira, M. C., Antoniassi, N. A. B. Silva, F. G. Povh, J. A. Potença, A. Moraes, T. C.
444 H. Silva, T. K. S. T. Abreu, J. S. 2014. Características histomorfométricas do
445 intestino de juvenis de tambaqui após uso de probiótico na dieta e durante
446 transporte. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 34(12):1258-1264.

447 Fleury, N. and Lahaye, M. 2006. Chemical and physico-chemical characterization of
448 fibres from *Laminaria digitata* (kombu breton): a physiological approach. *Journal of*
449 *the Science of Food and Agriculture*. 55(3):389-400.

450 Garcia, F. Abimorad, E. G. Schalch, S. H. C. Onaka, E. M. Fonseca, F. S. 2009.
451 Desempenho produtivo de tilápias alimentadas com suplemento alimentar à base de
452 algas. *Bioikos*, 23(2):83-89

453 Guimarães, I. G., Pezzato, L. E. Santos, V. G. Orsi, R. O. Barros, M. M. 2014. Vitamin
454 A affects haematology, growth and immune response of Nile tilapia (*Oreochromis*
455 *niloticus*, *L.*), but has not protective effect against bacterial challenge or cold-
456 induced stress. *Aquaculture Research* 1-15.

457 Hoffmann, W. A., Pons, J. A., Janer, J. L. 1934. The sedimentation concentration
458 method in schistosomiasis. *Puerto Rico Journal of Public Health*, 9, 281-298.

459 Jatobá, A. and Mouriño, J. L. P. 2015. Efeito do *Lactobacillus plantarum* no trato
460 intestinal de juvenis de *Oreochromis niloticus*. *Ciência Animal Brasileira* 16(1):45-
461 53.

462 Kesarcodi-Watson, A., Kaspar, H. Lategan, M.J. Gibson, L. 2008. Probiotics in
463 aquaculture: The need, principles and mechanisms of action and screening
464 processes. *Aquaculture* 274:1-14.

465 Kiron, V. 2012. Fish immune system and its nutritional modulation for preventive
466 health care. *Animal Feed Science and Technology* 173:111-133.

467 Mehrim, A. I. 2009. Effect of dietary supplementation of Biogen (Commercial
468 probiotic) on mono-sex Nile tilapia *Oreochromis niloticus* under different stocking
469 densities. *Journal Fish Aquatic Science*, 4(6):261-273.

470 Mello, H., Moraes, J. R. E. Niza, I.G. Moraes, F. R. Ozório, R. O. A. Shimada, M. T.
471 Engracia Filho, J. R. Claudiano, G. 2013. Efeitos benéficos de probióticos no
472 intestino de juvenis de Tilápias-do-Nilo. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 33(6):724-
473 730.

474 Meurer, F., Hayashi, C., Costa, M.M., Freccia, A., Mauerwerk, M.T. 2007.
475 Saccharomyces cerevisiae como probiótico para alevinos de Tilápias-do-Nilo
476 submetidos a desafio sanitário. Revista Brasileira Zootecnia, 36(5): 1219-1224.

477 Monteiro, C. A. B., Santos, A. B. Santos, E. S. Araripe, M. N. B. A. Mota, S. 2011.
478 Efeito da aeração por air-lift na alevinagem de Tilápias-do-Nilo em esgoto
479 doméstico tratado. Revista DAE 186:16-22.

480 Ribeiro, M. O., Cechin, A. Noletto, R. B. 2014. Desempenho de juvenis de Tilápia
481 (Oreochromis niloticus) submetidos a diferentes fontes de alimentação. Acta Iguazu
482 2:89-98.

483 Ridha, M. T. and Azad, I. S. 2012. Preliminary evaluation of growth performance and
484 immune response of Nile Tilapia Oreochromis niloticus supplemented with two
485 putative probiotic bacteria. Aquaculture Research 43(6):843-852.

486 Shi, G. C., Dong, X. H. Chen, G. Tan, B. P. Yang, Q. H. Chi, S. Yan, L. Hong-Yu.
487 2015. Physiological responses and HSP70 mRNA expression of GIFT strain of Nile
488 tilapia (Oreochromis niloticus) under cold stress. Aquaculture Research 46:658-668.

489 Tachibana, L., Dias, D. C. Ishikawa, C. M. Corrêa, C. F. Leonardo, A. F. G. Ranzani-
490 Paiva, M. J. T. 2011. Probiótico na alimentação de Tilápias-do-Nilo (Oreochromis
491 niloticus Linnaeus, 1758), durante a inversão sexual: desempenho zootécnico e
492 recuperação da bactéria probiótica intestinal. Bioikos 25(1):25-31.

493 Willis, I.I. 1921. A simple levitation method for the detection of hookworm ova.
494 Medical Journal of Australia, 8, 375-376.

495 Zahid, A., Khan, N. Nasir, M. Ali, M. W. 2013. Effect of Artificial Feed and
496 Fertilization of Ponds on Growth and Body Composition of Genetically
497 Improved Farmed Tilapia. Pakistan Journal of Zoology 45(3):667-671.

498 Zhou, Q., Li, K. Jun, X. Bo, L. 2009. Role and functions of beneficial microorganisms
499 in sustainable aquaculture. Bioresource Technology 100:3780-3786.

500 Tabelas

501 Tabela 1. Composição centesimal da ração comercial AQUAMIX® para juvenis
502 de Tilápias-do-Nilo conforme informações no rótulo do produto

Característica nutricionais	Valores g/Kg
Proteína bruta	350,0
Umidade	100,0
Extrato etéreo	60,0
Matéria fibrosa	40,0
Matéria mineral	120,0
Cálcio	30,0
Fósforo	80,0
Sódio	10,0

503 *Premix mineral e vitamínico: vitamina A – 8.000,0 UI.Kg⁻¹; vitamina B1 –
504 15 mg.Kg⁻¹; vitamina B2 - 15 mg.Kg⁻¹, vitamina B6 – 10 mg.Kg⁻¹, vitamina
505 B12 – 30 mg.Kg⁻¹, vitamina C 350 mg.Kg⁻¹, vitamina D3 – 2,000 UI.Kg⁻¹,
506 vitamina E – 100,0 UI.Kg⁻¹, vitamina K – 4,0 mg.Kg⁻¹, biotina – 0,05
507 mg.Kg⁻¹, niacina – 80 mg.Kg⁻¹, cloreto de colina – 2.000,0 mg.Kg⁻¹, cobre
508 – 8,0 mg.Kg⁻¹, cobalto – 0,6 mg.Kg⁻¹, ferro 16 mg.Kg⁻¹, ácido fólico – 5,0
509 mg.Kg⁻¹, ácido pantotênico – 4 mg.Kg⁻¹, iodo – 0,8 mg.Kg⁻¹, manganês – 30
510 mg.Kg⁻¹, selênio 0,9 mg.Kg⁻¹, zinco 120 mg.Kg⁻¹.

511

512

513 Tabela 2. Unidade formadora de colônia por grama viável do probiótico
514 BACTOGRO®

Cepas probióticas	(ufc.g ⁻¹)
<u>Bacillus subtilis</u>	2,0 bilhões
<u>Bacillus amyloliquefaciens</u>	1,5 bilhões
<u>Bacillus mycoides</u>	1,0 bilhões
<u>Bacillus megatherium</u>	0,5 bilhões

515

516

517

518

519

520

521

522

523 Tabela 3. Parâmetros da qualidade da água do cultivo de juvenis de Tilápias-do-Nilo
524 durante 60 dias de cultivo

Parâmetros	LS	DS	DP	CV (%)
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	6,06±0,707a	6,56±1,013a	6,39±0,669a	12,57
pH	7,65±0,134a	7,54±0,194a	7,48±0,017a	1,52
Temperatura (°C)	28,43±0,120a	28,24±0,170a	27,62±1,445a	2,05
Condutividade elétrica	0,48±0,024a	0,47±0,034a	0,45±0,019a	5,54
Amônia total (mg.L ¹)	0,36±0,040a	0,39±0,161a	0,40±0,067a	23,15

525 Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de
526 Tukey a 5% de significância. LS - água limpa sem probiótico; DS - água com desafio
527 sem probiótico; DP - água com desafio e com probiótico.

528

529

530 Tabela 4. Coliformes totais e algas presentes água do cultivo de juvenis de Tilápias-do-
531 Nilo durante 60 dias de cultivo

Parâmetros	LS	DS	DP
Coliformes totais/100 mL	0,8x10 ² b	>2,4x10 ³ a	>2,4x10 ³ a
Principais tipos de algas presentes	<u>Chlorophyta</u> <u>Eudorina</u>	<u>Chlorophyta</u> <u>eudorina</u> e <u>Euglenophyta</u> <u>euglena</u>	<u>Chlorophyta</u> <u>eudorina</u> e <u>Euglenophyta</u> <u>euglena</u>

532 Médias seguidas de letras diferentes (a, b) na linha diferem estatisticamente pelo teste
533 de Tukey a 5% de significância. LS - água limpa sem probiótico; DS - água com
534 desafio sem probiótico; DP - água com desafio e com probiótico.

535

536

537

538

539

540 Tabela 5. Desempenho de juvenis de Tilápias-do-Nilo durante 60 dias de cultivo
 541 submetidas a desafio sanitário com o uso de probiótico

Variáveis	LS	DS	DP	CV (%)
Peso final (g)	38,98±4,110a	34,0±2,153a	33,63±4,770a	10,35
Ganho de peso total (g)	31,65±4,055a	26,68±2,254a	26,30±4,770a	23,57
Ganho de peso por dia (g)	0,53±0,068a	0,44±0,038a	0,44±0,080a	13,19
Comprimento final (cm)	12,33±0,330a	11,35±0,705a	11,83±0,499a	4,32
Ganho de crescimento (cm)	5,00±0,337a	3,95±0,768b	4,45±0,370a	11,01
Ganho de crescimento dia (cm/dia)	0,08±0,006a	0,07±0,013a	0,07±0,006a	11,36
Consumo total de ração (g)	607,28±57,416a	487,78±56,746b	538,75±48,625a	9,96
Consumo diário de ração (g/dia)	10,12±0,957a	8,13±0,946b	8,98±0,810a	9,96
Conversão alimentar aparente (kg/kg)	1,28±0,079a	1,68±0,643a	1,41±0,130a	19,50
Taxa de crescimento específico (%)	2,78±0,169a	2,56±0,128a	2,53±0,242a	6,85
Consumo total de proteína bruta (g)	3,54±0,335a	2,85±0,331b	3,14±0,284a	9,97
Consumo diário de proteína (g)	0,057±0,005a	0,047±0,006b	0,052±0,005a	10,26
Taxa de eficiência proteica (%)	8,92±0,474a	9,56±2,127a	8,33±0,886a	13,01
Índice hepatossomático (g)	1,58±0,459a	1,70±0,447a	2,53±0,473a	23,73
Sobrevivência (%)	100a±0,000	91,68±16,650a	98,33±3,350a	6,87

542 Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de
 543 Tukey a 5% de significância. LS - água limpa sem probiótico; DS – água com desafio
 544 sem probiótico; DP – água com desafio e com probiótico.

1 **Bioimpedância elétrica na avaliação do estado de saúde de juvenis de Tilápias-do-**
2 **Nilo cultivados em água sob desafio sanitário**

3 Johnny Martins de Brito^{1*}, Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira², Hermógenes
4 Almeida de Santana Júnior³, João Batista Lopes⁴, Janaina Mitsue Kimpara⁵, Maria
5 Nazaré Bona de Alencar⁶

6 ¹ Mestrando em Zootecnia na Universidade Federal do Piauí; *Campus* Prof^a. Cinobelina
7 Elvas; Bom Jesus; Piauí. Bolsista CAPES.

8 ² Professor Adjunto na Universidade Estadual do Piauí; *Campus* Professor Alexandre
9 Alves de Oliveira; Curso de Agronomia; Parnaíba; Piauí; Brasil.

10 ³ Professor Adjunto na Universidade Estadual do Piauí; *Campus* Jesualdo Cavalcante,
11 Curso de Zootecnia; Corrente; Piauí; Brasil.

12 ⁴ Professor Associado na Universidade Federal do Piauí; *Campus* Ministro Petrônio
13 Portella, Curso de Medicina Veterinária; Teresina; Piauí; Brasil.

14 ⁵ Pesquisadora da EMBRAPA de Parnaíba-PI.

15 ⁶ Professora Associada na Universidade Federal do Piauí; *Campus* Ministro Petrônio
16 Portella, Curso de Medicina Veterinária; Teresina; Piauí; Brasil.

17
18 *Endereço para correspondência: johnnymartinsbk@outlook.com

19
20 Elaborado de acordo com as normas da Tropical Animal Health and Production

21 (<http://www.springer.com/life+sciences/animal+sciences/journal/11250>)

RESUMO

31

32 Objetivou-se utilizar a técnica da bioimpedância elétrica para avaliar o estado de saúde
33 de juvenis de Tilápias-do-Nilo submetidos a desafio sanitário e alimentados com ração
34 contendo cepas probióticas no período de 60 dias de cultivo. Foram distribuídos 180
35 juvenis de Tilápias-do-Nilo em um delineamento inteiramente casualizado com três
36 tratamentos e quatro repetições, sendo a unidade experimental um tanque contendo de
37 400 L de água com quinze juvenis de Tilápias. Para proporcionar desafio aos peixes foi
38 adicionado dejetos de suínos (fezes e urinas). Utilizou-se o probiótico (BACTOGRO®)
39 adicionado na ração, contendo no mínimo 5×10^9 bilhões de unidade formadora de
40 colônia por grama viável. Ao final do experimento, aferiu-se o peso, comprimento total
41 e o comprimento padrão de dois juvenis de cada repetição, para realizar o teste de
42 bioimpedância elétrica e determinar o ângulo de fase (AF) nas condições testadas.
43 Utilizou-se pares de agulhas hipodérmicas (Delta® 20-5) fixadas em suporte de acrílico,
44 as quais foram aplicadas látero-dorsalmente, em pontos de áreas musculosas dos peixes,
45 enxutos com toalha de tecido de algodão. Os eletrodos internos (detectores de corrente)
46 possibilitaram a medição direta no plessímetro das variáveis R (resistência) e Xc
47 (reatância). Não observou-se diferença ($P > 0,05$) nos parâmetros, ângulo de fase;
48 impedância; reatância; resistência; peso; comprimento padrão; distância dos eletrodos
49 externos; distância dos eletrodos internos; índice de composição corporal e K de Fulton.
50 Observou-se que os juvenis, estavam em condições de estresse, uma vez os valores do
51 ângulo de fase obtidos foram abaixo de 15° . A técnica de bioimpedância elétrica
52 mostrou-se eficiente para avaliar o estado de saúde de juvenis de Tilápias cultivados sob
53 desafio sanitário.

54 Palavras-chave: ângulo de fase, estresse, piscicultura, reatância

55

56

57

ABSTRACT

58 The objective was to use the electrical bioimpedance technique to evaluate the health
59 status of juvenile tilapia from the Nile undergoing health challenge and fed diets
60 containing probiotic strains within 60 days of cultivation. 180 juvenile tilapia from the
61 Nile were distributed in a completely randomized design with three treatments and four
62 replications, and the experimental unit a tank containing 400 liters of water with fifteen
63 juvenile Tilapia. To provide challenge to fish was added pig manure (feces and urine).
64 We used the probiotic (BACTOGRO[®]) added in feed containing at least 5×10^9 billion
65 colony forming unit per gram viable. At the end of the experiment, the weight is
66 gauged, in whole length and the standard length of two juvenile each repetition to carry
67 the bioelectrical impedance test to determine the phase angle (PA) under the conditions
68 tested. It was used pairs of hypodermic needles (Delta[®] 20-5) acrylic fixed support,
69 which were applied dorsally latero-in points muscular areas of the fish, lean with cotton
70 cloth towel. The internal electrodes (current detectors) allowed direct measurement in
71 plessímetro variable R (resistance) and Xc (reactance). No difference was observed ($P >$
72 0.05) on the parameters, phase angle; impedance; reactance; resistance; Weight;
73 standard length; distance from the external electrodes; distance from the internal
74 electrodes; body composition index and K Fulton. It was observed that the juveniles
75 were under stress once the phase angle values obtained were below 15° . The electrical
76 bioimpedance technique proved to be efficient to evaluate the health status of Tilapia
77 juveniles grown under health challenge.

78 Keywords: fish farming, phase angle, reactance, stress

79

80 **Introdução**

81 O desempenho dos peixes está diretamente relacionado com a qualidade da
82 água de cultivo, o tipo de manejo adotado em cada fase de vida, qualidade do alimento
83 fornecido e densidade de estocagem. Esses fatores podem ocasionar estresse, e como
84 consequência, o não atendimento para o máximo potencial produtivo, ocasionando
85 prejuízo para os piscicultores.

86 Torna-se importante as pesquisas voltadas a áreas que visem a utilização de
87 aditivos alimentares na alimentação de peixes visando melhorar os índices zootécnicos e
88 reduzir o estresse sofrido em função do ambiente criatório. Segundo Ai et al. (2011), as
89 bactérias probióticas atuam no hospedeiro melhorando a utilização dos alimentos,
90 modulando a microbiota intestinal, estimulando a resposta imune e inibindo a
91 colonização de patógenos no trato gastrointestinal melhorando o desempenho de peixes,
92 principalmente na fase inicial de vida dos animais.

93 Uma boa alternativa para a análise da composição corporal de animais vivos é
94 a técnica da Bioimpedância (BIA), Métodos de impedância elétrica têm sido utilizados
95 desde a década de 1920 para avaliar o teor de carne magra e gordura em suínos (Callow,
96 1936). E recentemente também tem sido utilizada com sucesso para examinar a
97 composição em vários grupos animais, incluindo ovelhas, gambás, suínos e bovinos
98 (Hwang et al., 2005).

99 A BIA vem sendo testada para determinar o estado de saúde e nutricional dos
100 peixes, sendo um teste não letal, podendo gerar resultados rápidos, de baixo custo e sem
101 a necessidade de abater o peixe para realizar as análises (Bosworth 2001).
102 Bioimpedância elétrica baseia-se no princípio de que os tecidos têm impedâncias
103 diferentes, isto é, a oposição ao fluxo de uma corrente eléctrica, que por sua vez é
104 dependente do teor de água e de electrólito (Rees et al., 1999).

105 Os tecidos animais oferecem dois tipos de resistência (R) a uma corrente
106 eléctrica: R capacitivo (reatância), e R resistivo (resistência). A reatância surge a partir
107 de membranas de células, e a resistência a partir do líquido extra e intracelular.
108 Impedância é o termo usado para descrever a combinação das duas resistências. A
109 relação entre reatância e resistência é interessante porque reflete diferentes propriedades
110 eléctricas dos tecidos que são afetados de diversas maneiras por doença, estado
111 nutricional e a hidratação do indivíduo (Kyle et al., 2004).

112 Como forma de avaliar a sanidade e estado nutricional dos peixes, pode-se
113 utilizar a bioimpedância eléctrica (BIA) que é uma técnica recente que permitirá o
114 acompanhamento do estado de saúde dos animais durante todo o período de cultivo,
115 possibilitando a adequação das técnicas de manejo adotadas de acordo com a fase e
116 estado de saúde dos peixes.

117 Objetivou-se utilizar a técnica da bioimpedância eléctrica para avaliar o estado
118 de saúde de juvenis de Tilápias-do-Nilo submetidos a desafio sanitário e alimentados
119 com ração contendo cepas probióticas no período de 60 dias de cultivo.

120 **Material e Métodos**

121 O projeto foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais
122 em Experimentação (CEUA) da Universidade Estadual do Piauí pelo protocolo nº
123 6.449/15.

124 O experimento foi realizado na Universidade Estadual do Piauí, *Campus* Prof.
125 “Alexandre Alves de Oliveira”, na cidade de Parnaíba-PI, na área experimental de
126 Piscicultura do Setor de Agroecologia do Núcleo de Estudo, Pesquisa e Extensão em
127 Agropecuária, localizado na longitude W (2°54'185") e latitude S (41°46'37") e
128 temperatura média anual de 28 ± 1 °C.

129 Adquiriu-se 180 juvenis de Tilápias-do-Nilo já masculinizados com peso
130 médio inicial de $7,03\pm 0,1g$ e comprimento médio inicial de $7,36\pm 0,05$ cm, dos quais
131 180 foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com três
132 tratamentos e quatro repetições, sendo a unidade experimental quinze juvenis de
133 Tilápias. O experimento teve a duração de 60 dias.

134 Os tratamentos consistiram de: LS – peixes cultivados em água limpa sem o
135 uso de probiótico na ração; DS – peixes cultivados em água sob desafio e sem o uso de
136 probiótico na ração; DP – peixes cultivados em água sob desafio e com o uso de
137 probiótico na ração.

138 Os juvenis foram estocados durante três dias em um tanque com 400 litros de
139 água para adaptação das condições experimentais e receberam oxigenação por
140 compressores de ar, renovação de água e alimentação periódica. Posteriormente,
141 distribuiu-se aleatoriamente 15 juvenis por tanque contendo 400 litros de água.

142 O fornecimento de ração foi até aparente saciedade dos peixes. O arraçoamento
143 foi dividido em quatro refeições durante o dia (8:00; 11:00; 14:00 e 17h:00 horas).
144 Quinzenalmente realizou-se a biometria para ajustar fornecimento de ração para os
145 peixes de cada repetição.

146 Todos os tratamentos receberam oxigênio por meio de bombeamento
147 utilizando bolhas de ar emitidas pelo sistema de aeração de soprador radial que
148 apresentava pedras microporosas ligadas a mangueiras de silicone a mini compressores
149 de ar (VIGORAR300[®], Vazão de 2000 cm³/minuto e Potência: 4 a 6 watts).

150 A ração comercial AQUAMIX[®] apresentava como ingredientes bases: grão de
151 milho, farelo de soja, farelo de trigo, farinha de peixe, farinha de trigo, farinha de carne,
152 farinha de sangue, farinha de pena hidrolisada, farinha de vísceras de aves, fosfato
153 bicálcico, calcário calcítico, Cloreto de sódio (sal comum), DL-metionina, L-lisina, L-

154 triptofano, L-treonina, Cloreto de colina, vitamina A, vitamina D, vitamina E, vitamina
 155 K, vitamina B₁, vitamina B₂, vitamina B₆, vitamina B₁₂, vitamina C, niacina,
 156 pantotenado de cálcio, ácido fólico, biotina, selenito de sódio, iodato de sódio, sulfato
 157 de cobre, sulfato de ferro, sulfato de cobalto, sulfato de manganês, óxido de zinco,
 158 aditivo antifúngico, e aditivo antioxidante, conforme informações no rótulo do produto.

159 **Tabela 1.** Composição centesimal da ração comercial AQUAMIX® para juvenis de
 160 Tilápias-do-Nilo conforme informações no rótulo do produto

Característica nutricionais	Valores g/Kg
Proteína bruta	350,0
Umidade	100,0
Extrato etéreo	60,0
Matéria fibrosa	40,0
Matéria mineral	120,0
Cálcio	30,0
Fósforo	80,0
Sódio	10,0

161 *Premix mineral e vitamínico: vitamina A – 8.000,0 UI.Kg⁻¹; vitamina B1 – 15 mg.Kg⁻¹
 162 ¹; vitamina B2 - 15 mg.Kg⁻¹, vitamina B6 – 10 mg.Kg⁻¹, vitamina B12 – 30 mg.Kg⁻¹,
 163 vitamina C 350 mg.Kg⁻¹, vitamina D3 – 2.000 UI.Kg⁻¹, vitamina E – 100,0 UI.Kg⁻¹,
 164 vitamina K – 4,0 mg.Kg⁻¹, biotina – 0,05 mg.Kg⁻¹, niacina – 80 mg.Kg⁻¹, cloreto de
 165 colina – 2.000,0 mg.Kg⁻¹, cobre – 8,0 mg.Kg⁻¹, cobalto – 0,6 mg.Kg⁻¹, ferro 16 mg.Kg⁻¹,
 166 ácido fólico – 5,0 mg.Kg⁻¹, ácido pantotênico – 4 mg.Kg⁻¹, iodo – 0,8 mg.Kg⁻¹,
 167 manganês – 30 mg.Kg⁻¹, selênio 0,9 mg.Kg⁻¹, zinco 120 mg.Kg⁻¹.

168 Utilizou-se uma ração comercial AQUAMIX® com o pellet de 2 mm possuía
 169 350 g/Kg de PB e 3,0 Mcal de energia digestível, sendo recomendada de acordo com a
 170 fase de vida dos animais.

171 Utilizou-se o probiótico (BACTOGRO®) adicionado na ração, contendo no
 172 mínimo 5x10⁹ bilhões de unidade formadora de colônia por grama viável (Tabela 2). A
 173 quantidade de probiótico utilizado foi de 1,0 Kg de probiótico para cada 1000 kg de
 174 ração de acordo com as recomendações do fabricante.

175

176 **Tabela 2.** Unidade formadora de colônia por grama viável do probiótico BACTOGRO®

Cepas probióticas	(ufc.g ⁻¹)
<u>Bacillus subtilis</u>	2,0 bilhões
<u>Bacillus amyloliquefaciens</u>	1,5 bilhões
<u>Bacillus mycoides</u>	1,0 bilhões
<u>Bacillus megatherium</u>	0,5 bilhões

177

178 A ração com probiótico foi preparada semanalmente, sendo diluído 0,3 g de
179 probiótico em 18 mL de água, a solução era homogeneizada em seguida e borrifava-se o
180 produto em 300 g de ração, deixando o material em repouso por 30 minutos antes de
181 utilizá-lo. Diariamente, (6:00 e às 18:00 horas), os tanques foram sifonados para retirada
182 de fezes e restos de ração, com remoção diária de aproximadamente 10 % do volume
183 total e reposta a mesma quantidade.

184 Para proporcionar desafio aos peixes foi adicionado dejetos de suínos (fezes e
185 urinas), em que a solução consistia nos primeiros 30 dias de 500 g de dejetos *in natura*
186 diluído em 6,0 L de água, sendo adicionado, diariamente, após a sifonação 180 mL da
187 solução desafiadora nos tratamentos 2 e 3. A partir dos 30 dias até o término do
188 experimento foi diluído 1,0 Kg de dejetos em 6,0 L de água e acrescentados nos
189 tratamentos 2 e 3, 360 mL da solução diariamente. Coletou-se os dejetos semanalmente,
190 sendo a solução preparada e armazenada em temperatura ambiente e utilizada durante a
191 semana adaptado de (Meurer et al., 2007),

192 Para a avaliação do desafio imposto aos animais foi feita a análise da qualidade
193 de água dos tanques nos seus respectivos tratamentos duas vezes por semana, sempre no
194 mesmo horário (10 horas). Os parâmetros de qualidade de água (oxigênio dissolvido
195 (mg.L⁻¹), temperatura (°C), pH, condutividade elétrica e amônia NH⁴) foram avaliados
196 através de uma sonda multi parâmetro (profissional *plus* YSI, Pont de Nemours and
197 Company, USA, <http://www.clean.com.br/site/sonda-ysi-professional-plus/>).

198 As análises microbiológicas (patógenos) foram realizadas no Núcleo de
199 Estudos, Pesquisas e Processamento de Alimentos, da Universidade Federal do Piauí-
200 UFPI. Assim, foram colhidas na última semana do experimento amostras de 50 mL de
201 água de cada repetição as 10:00 horas da manhã em que foram adotados os
202 procedimentos para verificação da presença de microrganismos do tipo coliformes nas
203 amostras de água.

204 No final do experimento, aferiu-se o peso, o comprimento total e o
205 comprimento padrão de dois juvenis de cada repetição, para realizar o teste de
206 bioimpedância elétrica e determinar o ângulo de fase (AF) nas condições testadas.
207 Utilizou-se pares de agulhas hipodérmicas (Delta[®] 20-5) fixadas em suporte de acrílico
208 as quais foram aplicadas látero-dorsalmente, em pontos de áreas musculosas dos peixes,
209 suavemente enxutos com toalha comum (tecido de algodão).

210 A profundidade da penetração foi de aproximadamente 1,0 cm e os pontos de
211 aplicação, rigorosamente definidos, adaptados de acordo com os procedimentos de
212 (Willis e Hobday 2008). Conectou-se os eletrodos injetores de corrente (eletrodos
213 externos e de fios pretos) a agulhas aplicadas nos seguintes pontos, de acordo com
214 Andrade (2014): o anterior - no ponto médio de um segmento de reta transversal que vai
215 da linha dorsal à linha mediana e que tangencia posteriormente o opérculo; o posterior -
216 no ponto médio de um segmento de reta transversal que vai da linha dorsal à linha
217 mediana e que tangencia anteriormente a inserção da nadadeira anal. Os eletrodos
218 detectores (eletrodos internos ou medidores de R e Xc) foram aplicados entre os
219 injetores de corrente, a 1 cm de cada.

220 Uma vez inseridas as agulhas no peixe anestesiado e conectadas aos eletrodos
221 do plessímetro tetrapolar (modelo BIA-101Q, RJL Systems. Clinton Township, MI,
222 USA, <http://www.rjlsystems.com>), foi aplicada a corrente alternada característica do

223 equipamento (800 μ A e 50 KHz), por meio dos eletrodos externos (injetores de
224 corrente). Os eletrodos internos (detectores de corrente) possibilitaram a medição direta
225 das variáveis R e Xc, lidas no display do plessímetro. O ângulo de fase ($\hat{A}F$), a
226 impedância (Z), e o índice de composição (IC_{EEI}) foram posteriormente calculados,
227 conforme a fórmula: $AF = [\text{arco-tangente}(Xc/R)] \times (180^\circ/\pi)$, $Z = (R^2 + Xc^2)^{1/2}$, $IC_{EEI} =$
228 (AF^2/XC^2) e K de Fulton = $((\text{peso final}^2 / \text{comprimento final}^2)^3) * 100$ apresentadas
229 em (Barbosa Silva 2003). Após a realização da BIA devolveu-se os peixes para suas
230 respectivas tanques de acordo com o seu tratamento e repetição.

231 A análise química iniciou com a pré-secagem a 55 °C por 72 horas. As
232 amostras foram moídas em moinho de bola com peneira de 1 mm, e analisadas a matéria
233 seca (método 934.01), matéria mineral (método 942.05), nitrogênio (método 981.10) e
234 extrato etéreo (método 920.85) de acordo com a Association of Official Analytical
235 Chemists (AOAC, 1995). A proteína bruta foi calculada pelo percentual de nitrogênio
236 multiplicado por 6,25.

237 Foi feito o teste de normalidade dos dados, utilizando o teste do Shapiro-Wilk,
238 análise de homocedasticidade (igualdade de variância) usando o teste de Brown
239 Forsythe, feito a análise paramétrica dos dados da ANOVA, em caso de teste F
240 significativo, foi realizado a comparação das médias pelo teste de Tukey com $\alpha = 0,05$,
241 de acordo com os Proc GLM do Statistical Analysis System (Versão, 9.0).

242 **Resultados**

243 O desafio por meio de dejetos de suínos não promoveu ($P > 0,05$) modificações
244 físico-químicas na água de cultivo (Tabela 3), ao passo que as características
245 microbiológicas foram afetadas ($P < 0,05$), com aumento na quantidade de coliformes
246 totais e maior diversidade de algas (Tabela 4).

247 **Tabela 3.** Parâmetros da qualidade da água do cultivo de juvenis de Tilápias-do-Nilo
 248 durante 60 dias

Parâmetros	LS	DS	DP	CV (%)
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	6,91±2,606a	7,31±2,130a	6,92±1,514a	29,56
pH	7,28±0,149a	7,26±0,272a	7,24±0,199a	2,85
Temperatura (°C)	28,60±0,141a	28,30±0,258a	28,38±0,275a	0,79
Condutividade elétrica (µs.cm ⁻¹)	0,56±0,009a	0,54±0,028a	0,54±0,008a	2,74
Amônia total (mg.L ¹)	0,28±0,062a	0,34±0,224a	0,30±0,061a	37,72

249 ^{a,b} Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de
 250 Tukey a 5% de significância. Coeficiente de variação (CV). LS - água limpa sem
 251 probiótico; DS – água com desafio sem probiótico; DP – água com desafio e com
 252 probiótico.

253 O tratamento com água limpa sem probiótico apresentou algas da espécie
 254 *Chlorophyta eudorina*, enquanto os tratamentos com desafio com e sem o uso de
 255 probiótico, observou-se a presença das espécies *Euglenophyta euglena*, *Chlorophyta*
 256 *pyrobotrys*.

257 **Tabela 4.** Coliformes totais e algas presentes água do cultivo de juvenis de Tilápias-do-
 258 Nilo durante 60 dias

Parâmetros	LS	DS	DP
Coliformes totais/100 mL	0,8x10 ² b	>2,4x10 ³ a	>2,4x10 ³ a
Principais tipos de algas presentes	<i>Chlorophyta eudorina</i>	<i>Chlorophyta eudorina</i> e <i>Euglenophytae Euglena</i>	<i>Chlorophyta eudorina</i> e <i>Euglenophyta euglena</i>

259 Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de
 260 Tukey a 5% de significância. LS - água limpa sem probiótico; DS – água com desafio
 261 sem probiótico; DP – água com desafio e com probiótico.

262 Não foram encontradas diferenças (P>0,05) no ângulo de fase (AF),
 263 impedância (Z); reatância (XC); resistência (R); peso (P); comprimento padrão (CP);
 264 distância dos eletrodos externos (DDe); distância dos eletrodos internos (DDi); índice
 265 de composição (IC) e K de Fulton (FCF), sendo a técnica de bioimpedância elétrica
 266 aplicada aos 60 dias de vida.

267

268 **Tabela 5.** Bioimpedância elétrica em juvenis de Tilápias-do-Nilo aos 60 dias de cultivo
 269 em função dos tratamentos

Variáveis	LS	DS	DP	CV (%)
Ângulo de fase (°)	13,70±1,575a	12,43±0,828a	11,44±0,525a	8,12
Impedância (Ohm)	247,30±5,341a	247,46±7,071a	257,46±15,944a	4,20
Reatância (Ohm)	58,55±6,395a	53,20± 2,503a	59,85±4,674a	8,38
Resistência (Ohm)	240,20±5,778a	241,65±7,534a	250,40±15,418a	4,28
Peso (g)	39,86±5,869a	35,03±1,706a	32,89±6,876a	14,78
Comprimento (cm)	12,55±0,540a	12,00±0,244a	11,73±0,782a	4,68
DEe (cm)	5,90± 0,358a	5,70±0,238a	5,66±0,418a	6,03
DEi (cm)	3,90±0,358a	3,70±0,238a	3,66±0,418a	9,24
Índice de composição (Ohm ⁻¹)	0,61±0,144a	0,61±0,068a	0,54± 0,083a	17,72
K de Fulton (g mm ⁻³)10 ²	2,01± 0,159a	2,03± 0,091a	2,02± 0,053a	5,43

270 ^{a,b} Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de
 271 Tukey a 5% de significância. Coeficiente de variação (CV), ângulo de fase (AF),
 272 impedância (Z); reatância (XC); resistência (R); peso (P); comprimento padrão (CP);
 273 distância dos eletrodos externos (DDe); distância dos eletrodos internos (DDi); índice
 274 de composição corporal (IC_{EEl}) e K de Fulton (FCF). LS - água limpa sem probiótico;
 275 DS – água com desafio sem probiótico; DP – água com desafio e com probiótico.

276 Obteve-se efeito significativo na matéria mineral (P<0,05), não houve
 277 diferença entre os tratamentos para a matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta
 278 (P>0,05) no cultivo de juvenis submetidos a desafio sanitário (Tabela 6).

279 **Tabela 6.** Composição corporal de juvenis de Tilápias-do-Nilo cultivados durante 60
 280 dias sob desafio sanitário e alimentados com probiótico

Variáveis	LS	DS	DP	CV (%)
Matéria seca (g/kg)	66,485±0,495a	67,741±0,495a	66,295±0,495a	2,09
Matéria mineral* (g/kg MS)	13,531±0,271b	13,561±0,271b	14,972±0,271a	5,47
Extrato etéreo* (g/kg MS)	21,571±0,588a	21,866±0,588a	21,029±0,588a	7,74
Proteína bruta* (g/kg MS)	78,301±1,984a	79,779±1,984a	80,051±1,984a	7,07

281 Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de
 282 Tukey a 5% de significância. LS - água limpa sem probiótico; DS – água com desafio
 283 sem probiótico; DP – água com desafio e com probiótico. * Base na matéria seca.

284

285

286 **Discussão**

287 O oxigênio dissolvido pode afetar diretamente o desempenho e a sobrevivência
288 dos peixes. Devido à respiração branquial que os peixes apresentam, o oxigênio
289 dissolvido na água é um fator limitante quando em baixas concentrações, prejudicando a
290 sobrevivência (Maciel et al. 2013). Os resultados encontrados para essa variável são
291 satisfatório e similares aos valores encontrados por (Ferreira et al. 2015), que
292 trabalharam com a cepa probiótica *Saccharomyces cerevisiae* em pós-larvas de Tilápias-
293 do-Nilo no período de 30 dias submetidas a desafio sanitário (diluição de fezes de
294 ovinos na água).

295 A média do pH nas unidades experimentais encontram-se dentro da faixa ideal
296 para a produção de peixes de água doce, que é de 6,5 a 9,0 (Zhou et al. 2009) fora dessa
297 zona de conforto os peixes podem ter o desenvolvimento comprometido, e dependendo
298 da condição produtiva, pode ocasionar uma alta taxa de mortalidade.

299 Peixes expostos a temperaturas abaixo da faixa de conforto apresentam
300 metabolismo reduzido, o que pode afetar a condição fisiológica e determinar redução no
301 perfil hematológico (Barros et al. 2014; Guimarães et al. 2014; Shi et al. 2015).

302 Os baixos valores de amônia encontrados 0,28, 0,34 e 030 respectivamente,
303 estão dentro do limite recomendado para o cultivo da espécie estudada, pode ser
304 explicado pela a elevada quantidade de algas e altos valores do oxigênio dissolvido em
305 todos os tratamentos, o que possibilita que a amônia proveniente das sobras de ração e
306 excretas dos peixes fosse volatizada e sofresse o processo de nitrificação.

307 Hartman et al. (2011) em trabalho realizado com anchova (*Pomatomus*
308 *saltatrix*) a variação de 15 a 27 °C medições da BIA resultou em significativa mudanças
309 de R e Xc. Os parâmetros de qualidade de água tiveram uma pequena variação durante o

310 experimento o que indica que esses resultados não interferiram nos resultados da
311 bioimpedância elétrica.

312 Esses resultados mostram que os juvenis cultivados em água contendo dejetos
313 de suínos realmente estavam submetidos a um desafio sanitário, em relação aos juvenis
314 cultivados em água limpa o manejo adotado provocou estresse nos mesmos, sendo
315 assim, todos os juvenis apresentaram-se com um baixo ângulo de fase (Tabela 5)
316 indicando que os juvenis estavam submetidos ao um elevado nível de estresse,
317 comprometendo de forma significativa o desempenho.

318 O ângulo de fase é utilizado como uma variável para determinação do estado
319 de saúde e nutricional dos peixes, assim como de outros animais. (Cox e Heintz 2009),
320 ao realizarem trabalhos em peixes para a avaliação da condição de saúde dos animais,
321 com base na determinação do ângulo de fase, em testes de bioimpedância elétrica
322 (BIA), verificaram que ângulos de fase maiores que 15° indicam boa condição do peixe.
323 No entanto, quando esses valores são menores que 15° , caracterizam péssimo estado de
324 saúde dos animais.

325 Dessa forma observou-se que os juvenis de todos os tratamentos estavam em
326 condições de estresse uma vez que todos os valores de ângulo de fase obtidos foram
327 abaixo de 15° . No tratamento com água limpa o baixo valor encontrado ($13,70 \pm 1,57$),
328 pode ser atribuído ao manejo adotado e com a realização da biometria realizada a cada
329 quinze dias deixando os juvenis estressados.

330 Nos tratamentos com desafio sanitário com e sem probiótico os valores de
331 ângulo de fase de $12,43 \pm 0,83$ e $11,44 \pm 0,53$, respectivamente, estão relacionados com a
332 quantidade de microrganismos presentes na água de cultivo, com o manejo adotado e
333 com a realização da biometria, sendo que o probiótico não contribuiu para melhorar o

334 estado de saúde dos juvenis, devido possivelmente a quantidade de probiótico que foi
335 ingerido.

336 Os baixos valores de ângulo de fase encontrados no presente trabalho indicam
337 uma baixa reatância e alta resistência, resultados esses que indica condição de estresse
338 devido a morte celular, comprometendo o estado fisiológico e desempenho dos juvenis
339 (Gupta et al. 2008).

340 Os valores de impedância obtidos são elevados sendo que os mesmo estão
341 relacionados com a capacidade de passagem das correntes elétricas pelos os tecidos.
342 Sendo assim, os elevados valores obtidos podem ser atribuídos ao local que foi aplicado
343 a corrente elétrica, a qual foi aplicada na região látero-dorsal, em pontos de áreas
344 musculosas dos peixes. A profundidade da penetração foi de aproximadamente 1,0 cm,
345 os tecidos magros são altamente condutores de corrente elétrica devido à grande
346 quantidade de água e eletrólitos.

347 A maioria dos estudos sobre BIA em peixes centraram-se sobre as medidas
348 volumétrica e sua relação com medidas de massa corporal (Hanson et al. 2010), embora
349 as medidas transversais também sejam usadas para refletir a composição corporal. Os
350 tecidos biológicos estão longe de ser uniforme em composição e, portanto, colocação
351 dos eletrodos pode ter efeitos significativos sobre medidas de impedância (Cox et al.
352 2011).

353 O que implica dizer que estudos devem ser conduzidos no sentido de aplicar a
354 técnica da BIA em diferentes regiões do corpo dos peixes e levar em consideração os
355 diferentes tipos de sistema, manejos e fase de vida dos animais, para predizer valores de
356 máxima e mínima para cada variável da Bia.

357 Cox e Hartman (2005) sugeriu que a gordura nas regiões ventral pode não ser
358 bem representada por medidas BIA lateral. Mediante a esse contexto, alterações no

359 depósito de gordura de uma região específica pode interferir nos resultados da
360 Bioimpedância, uma vez que a mesma foi executada a partir de um único ponto.

361 Os resultados de resistência e reatância permitem dizer que os peixes de todos os
362 tratamentos apresentaram-se com a mesma quantidade de carne e gordura. Em teoria, a
363 gordura não conduz eletricidade, e portanto, a resistência (isto é, a medida da oposição
364 por um organismo para a passagem de uma corrente elétrica constante) é sensível ao
365 níveis de gordura.

366 Da mesma forma, reatância (isto é, a oposição de um corpo devido à
367 indutância capacitância) é sensível ao volume da célula em uma área, dessa forma
368 podemos afirmar que a BIA tem o potencial para estimar a condição corporal, que é
369 menos dependente do comprimento dos peixes (Hartman et al. 2011).

370 As regiões do corpo com maior quantidade de carne magra, pela sua
371 composição em eletrólitos, têm maior condutividade elétrica e menor impedância do
372 que o tecido adiposo. Sendo assim, a resistência à corrente será maior em peixes com
373 maiores quantidades de gordura por (Pothoven et al. 2008).

374 A Reatância que é um índice não letal para avaliar o estado nutricional de
375 peixes pode ser repetida ao longo do tempo para fornecer uma indicação precisa da
376 composição centesimal de tecidos variáveis e condição energética. Em uma análise do
377 efeito de fluxo de manipulação reatância utilizando *Salvelinus fontinalis* medido antes e
378 no final de, um experimento de manipulação de fluxo mostraram que peixes perderam
379 em média 21% dos seus lipídeos corporais ao longo do experimento de inverno, no
380 entanto, não houve diferença na condição de peixes expostos a fluxos de redução,
381 ou de peixe de referência que experimentou o fluxo normal (Krimmer et al. 2011).

382 A elevada precisão obtida na estimativa da composição corporal dos juvenis de
383 Tilápias-do-Nilo encontrados pelo método BIA está relacionado com o peso final,

384 comprimento padrão dos juvenis, distância entre os eletrodos externo e internos em que
385 não observou-se diferença significativa para essas variáveis.

386 De acordo com (Cox e Hartman 2005), a geometria corporal dos peixes
387 favorece a utilização da impedância como estimativa da composição corporal, onde uma
388 única medição é capaz de representar todo o corpo, diferente do observado para animais
389 com geometria corporal mais complexa. Embora os locais de aplicação tenham
390 estimativas baseadas em massa magra, localizações alternativas precisam ser testados
391 visando obter informações que iram fornecer estimativas confiáveis baseadas em
392 percentuais (Hafs e Hartman 2011).

393 Os resultados de índice de composição corporal estão de acordo com os de
394 Andrade et al. (2014) em que utilizando as técnicas de Ichthyometry e BIA para estimar
395 a composição corporal de Tambatinga, apesar de sua forma arredondada, observaram
396 que a BIA permite estimar o rendimento de filé com pele e composição corporal
397 (gordura, cinza e proteína, todos com base na matéria seca ou na massa total, assim
398 como o conteúdo de água em relação à quantidade total de água ou conteúdo). Os
399 lípidos armazenados dentro de um peixe podem alterar ontogeneticamente ou
400 sazonalmente sem afetar a densidade de energia em geral e tais alterações poderiam
401 influenciar as medidas de BIA (Pothoven et al. 2008).

402 Os valores de K de fulton nos diferentes tratamentos são muito similares,
403 Fulton K é utilizado no intuito de mensurar a condição nutricional e de saúde dos
404 peixes, o que indica que os juvenis estavam em um mesmo estado nutricional, mediante
405 a esse fator podemos relatar que o probiótico não atuou melhorando o estado nutricional
406 dos peixes possivelmente devido a quantidade e forma de fornecimento do probiótico. A
407 composição das células pode ser influenciada por varios fatores como condições de

408 estresse, alimentação e condições fisiológica dos peixes dessa forma a BIA pode ser util
409 para estimar a condição corporal de peixes em diferença situações.

410 Já Bittarello et al. (2013) observaram que a medida que se incluía farinha de
411 minhoca na alimentação de juvenis de Tilápias-do-Nilo, o fator de condição de Fulton
412 diminuía, assim influenciando diretamente na redução do crescimento e ganho de peso
413 do peixe. No trabalho de Passini et al. (2013) sobre indução hormonal da desova da
414 Carapeva (*Eugerres Brasilianus*), após três meses em cativeiro, constataram que a
415 medida que se acrescentavam hormônios luteinizantes (LHRHa) na água para indução a
416 desova, não houve diferença significativa no fator de condição de Fulton.

417 Os peixes que estavam no tratamento com a utilização de probiótico e com
418 desafio aproveitaram melhor os nutrientes presentes na ração e na água, por indicar
419 assim uma maior riqueza de minerais, após a matéria orgânica da amostra ser
420 transformada em gás carbônico e água. Embora os peixes apresentem a mesma
421 quantidade de nutrientes, conforme os resultado obtidos na matéria seca ($p>0,05$) e
422 todos os tratamentos ao receber a mesma alimentação, demonstra que de alguma forma
423 os peixes do último tratamento conseguiram reter mais minerais em sua composição.
424 Fato este comprovado pela diferença estatística no tratamento com probiótico e
425 submetido a desafio. Isso indica que os peixes estavam conseguindo obter minerais da
426 água do cultivo, já que todos estavam submetidos a mesma alimentação.

427 Os resultados da análise bromatológica da matéria seca, proteína bruta e extrato
428 etéreo estão de acordo com os resultados obtidos nesse trabalho que através da técnica
429 de bioimpedância elétrica não observou-se diferença em relação ao índice de
430 composição corporal dos juvenis de Tilápias-do-Nilo (tabela 5).

431 Em relação os valores da matéria mineral os valores diferem entre análise
432 bromatológica e bioimpedância elétrica, a BIA foi aplicada exclusivamente no corpo dos

433 juvenis não incluiu a cabeça nessa região existe muitos ossos que possuem elevada
434 quantidade de minerais. Sendo assim estudos devem ser realizados variando a posição
435 dos eletrodos de forma a incluir a cabeça dos peixes e devem ser aplicados em mais de
436 uma região do corpo, dessa forma será possível obter resultados mais precisos em
437 relação aos teores de minerais e demais nutrientes.

438 As medições em diferentes locais irão avaliar diferentes substratos do corpo
439 peixe (tecidos, gorduras, ossos e materiais inertes) com diferentes medidas de
440 impedância, pesquisadores devem explorar locais de medição de impedância para
441 espécies não testadas para determinar a melhor localização ou a combinação dos locais
442 para produzir os resultados mais exatos e precisos (Hartman et al. 2011).

443 A quantidade de proteína e lipídios era idênticas em todas as dietas utilizadas o
444 que contribuiu para a ausência de efeito significativo em relação quantidade de proteína
445 bruta e extrato etéreo na carcaça dos juvenis e o probiótico não contribui para melhorar
446 a absorção e retenção da proteína devido a elevada quantidade de agentes patogênicos
447 presentes no ambiente criatório, o tempo de cultivo de 60 dias foi insuficiente para as
448 bactérias probióticas combater os agentes patogênicos presentes nos organismos dos
449 peixes e favorecer a absorção de nutrientes.

450 Esses resultados diferem dos encontrados por Mello et al (2013) que avaliaram
451 efeitos benéficos dos probióticos *Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis* no intestino de
452 juvenis de Tilápias-do-Nilo durante 80 dias de cultivo e observaram diferença ($P < 0,05$)
453 entre os valores de proteína bruta e extrato etéreo, sendo que os juvenis que consumiram
454 ração com probiótico obtiveram melhor aproveitamento da proteína e conseqüentemente
455 maior porcentagem desse nutriente na carcaça.

456 Os valores de proteína bruta e extrato etéreo encontrados são elevados, a
457 quantidade de algas presente nos tratamentos pode ter contribuído para a ausência de

458 efeito significativo em relação a deposição de proteína na carcaça dos juvenis uma vez
459 que as Tilápias podem se beneficiar dos nutrientes presentes no ambiente de cultivo.

460 Os lipídios são fontes instantâneas de energia e de ácidos graxos essenciais
461 para a maioria das espécies de peixes, os lipídeos estão presentes em elevadas
462 quantidades em organismos planctônicos sendo as Tilápias capazes de digerir e
463 aproveitar esse nutriente (Sipaúba-Tavares e Rocha, 2003).

464 A técnica de bioimpedância elétrica mostrou-se eficiente para avaliar o estado
465 de saúde de juvenis de Tilápias cultivados sob desafio sanitário.

466 REFERÊNCIAS

- 467 Ai, Q., XU, H., Mai, K., Xu, W., Wang, J., Zhang, W., 2011. Effects of dietary
468 supplementation of *Bacillus subtilis* and fructo oligosaccharide on growth
469 performance, survival, non-specific immune response and disease resistance of
470 juvenile large yellow croaker, *Larimichthys crocea*. *Aquiculture*, 317(1-4): 155-
471 161.
- 472 Andrade, F.T., Abreu, M.L.T., Lopes, J.B., Figueiredo, A.V., Araripe, M.N.B.A.,
473 Ferreira, A.H.C., 2014. Ichthyometry and electrical bioimpedance analysis to
474 estimate the body composition of tambatinga. *Revista Acta Amazonica*, 44(2): 279-
475 286.
- 476 Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. Official methods of
477 analysis, 16th ed. AOAC Int., Arlington, VA.
- 478 Barbosa Silva, M.C.G., 2003. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition
479 in preoperative nutrition assessment. *Nutrition*, 19, 422-426.
- 480 Barros, M.M., Falcon, D.R., Orsi, R.O., Pezzato, L.E., Fernandes, J.R., Guimarães, I.G.,
481 Fernandes, J.R.A., Padovani, C.R., Sartori, M.M.P., 2014. Non-specific immune
482 parameters and physiological response of Nile tilapia fed β -glucan and vitamin C
483 for different periods and submitted to stress and bacterial challenge. *Fish and*
484 *Shellfish Immunology*, 39, 188-195.
- 485 Bittarello, A.C., Fries, E.M., Finkler, J.K., Sividanes, V.P., Feiden, A., Boscolo, W.R.,
486 Signor, A., 2013. Farinha de minhoca para juvenis de Tilápias (*Oreochromis*
487 *niloticus*). *Revista Agrarian*, 6(21): 326-332.
- 488 Bosworth, B.G., Wolters, W.R., 2001. Evaluation of bioelectric impedance to predict
489 carcass yield, carcass composition and fillet composition in farm-raised Catfish.
490 *Journal of the World Aquaculture Society*, 32(1): 72-78.
- 491 Callow, E.H., 1936. The electrical resistance of muscular tissue and its relation to
492 curing. Special Report 75. Department of Scientific and Industrial. Research Food
493 Investigation Board, London, 75-81.

- 494 Cox, M.K., Hartman, K.J., 2005. Nonlethal estimation of proximate composition in
495 fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 62, 269-275.
- 496 Cox, M.K., Heintz, R., 2009. Electrical phase angle as a new method to measure fish
497 condition. *Fishery Bulletin*, 107(4): 477-487.
- 498 Cox, M.K., Heintz, R., Hartman, K.J., 2011. Measurements of resistance and reactance
499 in fish with the use of bioelectrical impedance analysis: sources of error. *Fishery*
500 *Bulletin*, 109, 34-47.
- 501 Ferreira, A.H.C., Brito, J.M., Lopes, J.B., Santana Júnior, H.A., Batista, J.M.M., Silva,
502 B.R., Souza, E.M., Amorim, I.L.S., 2015. Probiotic the power of post-larvae
503 Tilapia-the-Nile undergoing health challenge. *Brazilian Journal of Health and*
504 *Production Animal*, 16(2), 430-439.
- 505 Guimarães, I.G., Pezzato, L.E., Santos, V.G., Orsi, R.O., Barros, M.M., 2014. Vitamin
506 A affects haematology, growth and immune response of Nile tilapia (*Oreochromis*
507 *niloticus*, L.), but has not protective effect against bacterial challenge or cold-
508 induced stress. *Aquaculture Research*, 1-15.
- 509 Gupta, D., Lammersfeld, C.A., Vashi, P.G., King, J., Dahlk, S.L, Grutsch, J.F.,
510 Christopher, G, L., 2008. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic
511 indicator in breast cancer. *BMC Cancer*, 8(1):249.
- 512 Hafs, A.W., Hartman, K.J., 2011. Influence of electrode type and location upon
513 bioelectrical impedance analysis measurements of brook trout. *Transactions of the*
514 *American Fisheries Society*, 140, 1290-1297.
- 515 Hanson, K.C., Ostrand, K.C., Gannam, A.L., Ostrand, S.L., 2010. Comparison and
516 validation of nonlethal techniques for estimating condition in juvenile salmonids.
517 *Trans-actions of the American Fisheries Society*, 139, 1733-1741.
- 518 Hartman, K.J., Phelan, B.A., Rosendale, J.E., 2011. Temperature effects on bioelectrical
519 impedance analysis (BIA) used to estimate dry weight as a condition proxy in
520 coastal bluefish. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and*
521 *Ecosystem Science*, 3, 307-316.
- 522 Hartman, K.J., Phelan, B.A., Rosendale, J.E., 2011. Temperature effects on bioelectrical
523 impedance analysis (BIA) used to estimate dry weight as a condition proxy in
524 coastal bluefish. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and*
525 *Ecosystem Science*, 3, 307-316.
- 526 Hoffmann, W.A., Pons, J.A., Janer, J.L. 1934. The sedimentation concentration method
527 in schistosomiasis. *Puerto Rico Journal of Public Health*, 9, 281-298.
- 528 Hwang, Y.T., Larivière, S., Messier, F., 2005. Evaluating body condition of striped
529 skunks using no-invasive morphometric indices 39 and bioelectrical impedance
530 analysis. *Wildlife Society Bulletin*, 33,195-203.
- 531 Krimmer, A.N., Paul, A.J., Hontela, A., Rasmussen, J.B., 2011. Behavioural and phys-
532 iological responses of brook trout *Salvelinus fontinalis* to mid-winter flow
533 reduction in a small ice-free mountain stream. *Journal of Fish Biology*, 79, 707-
534 725.
- 535 Kyle, U.G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A.D., Deurenberg, P., Elia, M., Gomez, J.M.,
536 Heitmann, B.L., Kent-Smith, L., Melichor, J., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols,

- 537 A.M.W.J., Pichard, C., 2004. Bioelectrical impedance analysis, part 1: review of
538 principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23, 1226-1243.
- 539 Marciel, E.C.S., Feitosa, K.C.L., Corrêa Neto, C.R., Macedo, F.F., Mattioli, W.O.,
540 Abimorad, E.G., Abreu, J.S., 2013. Desempenho produtivo e parâmetros
541 fisiológicos de juvenis de Pacu criados em tanques-rede em diferentes densidades
542 de estocagem. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, v.14, n.1, p.185-194.
- 543 Mello, H., Moraes, J.R.E., Niza, I.G., Moraes, F.R., Ozório, R.O.A., Shimada, M.T.,
544 Filho, J.R.E., Claudiano, G.S., 2013. Efeitos benéficos de probióticos no intestino
545 de juvenis. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 33, 6, 724-730.
- 546 Meurer, F., Hayashi, C., Costa, M.M., Freccia, A., Mauerwerk, M.T. 2007.
547 *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para alevinos de Tilápias-do-Nilo
548 submetidos a desafio sanitário. *Revista Brasileira Zootecnia*, 36(5): 1219-1224.
- 549 Passini, G., Carvalho, C.V.A., Costa, W.M., Cerqueira, V.R. 2013. Indução hormonal
550 da desova da Carapeva *Eugerres brasilianus* em cativeiro. *Boletim do Instituto de*
551 *Pesca*, 39(4), 433-438.
- 552 Pothoven, S., Ludsin, S., Hook, T., Fanslow, D., Mason, D., Collingsworth, P., Van
553 Tassel, J., 2008. Reliability of bioelectrical impedance analysis for estimating
554 whole-fish energy density and percent lipids. *Transactions of the American*
555 *Fisheries Society*, 137, 1519-1529.
- 556 Rees, A.E., Ward, L.C., Cornish B.H., Thomas, B.J., 1999. Sensitivity of multiple
557 frequency bioelectrical impedance analysis to changes in ion status. *Physiol Meas.*
558 20(4):349-362.
- 559 Shi, G.C., Dong, X.H., Chen, G.; Tan, B.P., Yang, Q.H., Chi, S.Y., Liu, H.Y., 2015.
560 Physiological responses and HSP70 mRNA expression of GIFT strain of Nile
561 tilapia (*Oreochromis niloticus*) under cold stress. *Aquaculture Research*, 46, 658-
562 668.
- 563 Sipaúba-Tavares, L.H., Rocha, O., 2003. Produção de plâncton (fitoplâncton e
564 zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. São Carlos: RiMa, 106p.
- 565 Willis, I.I., 1921. A simple levitation method for the detection of hookworm ova.
566 *Medical Journal of Australia*, 8, 375-376.
- 567 Willis, J., Hobday, A.J., 2008. Application of bioelectrical impedance analysis as a
568 method for estimating composition and metabolic condition of southern bluefin
569 tuna (*Thunnus maccoyii*) during conventional tagging. *Fisheries Research*, 93, 64-
570 71.
- 571 Zhou, Q., Li, K., Jun, X., Bo, L., 2009. Role and functions of beneficial microorganisms
572 in sustainable aquaculture. *Bioresource Technology*, 100, 3780-3786.

Considerações Finais

Os resultados desse trabalho servem para embasar novos estudos com probióticos na alimentação de Tilápias-do-Nilo, nas diferentes fases de vida, dosagem utilizada, quantidade de cepas e tipo de desafio proporcionado para os peixes, só assim obteremos resultados mais conclusivos em relação a eficiência dos probióticos sobre o desempenho zootécnico e sobrevivência dos peixes cultivados em condições adversas nos diferentes sistema de criação.

A BIA é uma técnica inovadora que pode ser aplicada à nível de campo devido a sua praticidade, gerando resultados rápidos, de baixo custo e por ser um método não letal de averiguação do estado de saúde dos animais, o que possibilita a adequação do manejo adotado para reduzir o estresse e melhor o desempenho dos peixes.