

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

BRUNO DOS SANTOS SOSA

Mix de óleos essenciais em dietas para juvenis de tilápia do Nilo: desempenho
produtivo e bioquímica plasmática

Toledo
2018

BRUNO DOS SANTOS SOSA

Mix de óleos essenciais em dietas para juvenis de tilápia do Nilo: desempenho produtivo e bioquímica plasmática

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. José Dilson Silva de Oliveira

Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Bittencourt

Toledo

2018

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Sosa, Bruno dos Santos Sosa

Mix de óleos essenciais em dietas para juvenis de tilápia do Nilo: desempenho produtivo e bioquímica plasmática / Bruno dos Santos Sosa Sosa; orientador(a), José Dilson Silva de Oliveira Oliveira; coorientador(a), Fábio Bittencourt Bittencourt, 2018.

28 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Graduação em Engenharia Elétrica Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2018.

1. Aquicultura . 2. Tilápia. 3. Óleos essenciais. 4. Produção. I. Oliveira, José Dilson Silva de Oliveira. II. Bittencourt, Fábio Bittencourt. III. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

BRUNO DOS SANTOS SOSA

Mix de óleos essenciais em dietas para juvenis de tilápia do Nilo: desempenho produtivo e bioquímica plasmática

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. José Dilson Silva de Oliveira
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Dra. Juliana Alice Lösch Nervis
Cooperativa Agroindustrial Consolata

Aprovada em: 26 de fevereiro de 2018.
Local de defesa: GEMAg, Unioeste/*Campus* de Toledo.

AGRADECIMENTOS

Nesta página muito especial, gostaria de agradecer a algumas pessoas.

À minha família, minha mãe dona Regina pelo imenso amor, meu pai Gustavo pelo encorajamento nos momentos de indecisão, minha irmã Emília pelo apoio, meu irmão Rodrigo, minha prima Fabiane por ser uma grande amiga, minha amada avó, dona Eva, pela criação e ensinamentos da vida, e a todos que sempre estiveram ao meu lado.

Aos meus grandes amigos, Francisco e Omar, pessoas que há anos estão presentes na lida da vida.

Agradeço à Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao GEMaQ, pelo acolhimento.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Dilson Silva de Oliveira pela ajuda durante estes dois anos.

Ao meu co-orientador Prof. Dr Fábio Bittencourt por confiar a mim este projeto que me proporcionou, além da dissertação, uma bolsa que foi de grande importância durante esta caminhada.

E aos demais professores, Prof. Dr Aldi Feiden, Prof. Dr Altevir Signor e à Prof. Dra Jackeline Marcante Dallagnol.

Ao eterno 401, Bruno Sleifer (Slai), Lucas Nunes (Pezinho), Lucas Martins (Kiko), Matheus Nunes (Pé), Eduardo Froner (Dudu), João Paulo Dorneles (JP), Olmir Cassiano (Miro) e Alex Becker, grandes amigos da graduação que levo para a vida.

Meu imenso obrigado aos integrantes do GEMaQ Bila, Ricácio, Leonardo, Marjana, Matheus, Dani, Mari, Joana, Martinha, Aldo, Grace, Denis, Juruna, Coldebela e aos demais.

À Dra. Juliana Alice Lösch Nervis e ao Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo, pela disposição e as sugestões na banca deste trabalho.

Ao velho Sapezal (buteco), local de desafogo nas horas ruins e comemorações nas horas boas!!

GRACIAS!!!

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica Boletim do Instituto da Pesca, São Paulo. Disponível em: <<http://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/index.php/publicacoes/boletim-do-instituto-de-pesca/instrucao-aos-autores>>.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ingredientes e composição percentual das rações formuladas com diferentes níveis do mix de óleos essenciais para juvenis de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	14
Tabela 2 - Desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentados com dietas contendo diferentes concentrações do mix de óleos essenciais.....	16
Tabela 3 - Índices somáticos, coeficiente intestinal, comprimentos do intestino e número de hepatócitos de juvenis de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentados com dietas contendo diferentes concentrações do mix de óleos essenciais.	17
Tabela 4 - Composição química do filé de juvenis de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentados com dietas contendo diferentes concentrações do mix de óleos essenciais.....	17
Tabela 5 - Bioquímica plasmática de juvenis de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentados com dietas contendo diferentes concentrações do mix de óleos essenciais.....	18
Tabela 6 - Morfometria intestinal das regiões proximal, medial e distal de juvenis de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentados com dietas contendo diferentes concentrações do mix de óleos essenciais.	18

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUÇÃO.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS.....	16
DISCUSSÃO.....	18
CONCLUSÃO.....	24
AGRADECIMENTOS.....	24
REFERÊNCIAS.....	25

MIX DE ÓLEOS ESSENCIAS EM DIETAS PARA JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO: DESEMPENHO PRODUTIVO E BIOQUÍMICA PLASMÁTICA

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a inclusão de níveis crescentes do mix comercial de óleos essenciais (OE) de caju (*Anacardium occidentale*) e mamona (*Ricinus communis*) liofilizados como aditivo em dietas para tilápia do Nilo. Para tanto, 240 juvenis com peso inicial de $35,06 \pm 1,02$ gramas foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado (quatro tratamentos e seis repetições) em 24 tanques cilíndricos-cônicos e receberam, durante 60 dias, dietas contendo níveis crescentes de inclusão do óleo essencial (0,10; 0,15; e 0,20 %) e uma controle (sem a inclusão do aditivo). Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia. Após o período experimental os animais foram eutanasiados com 250 mg L^{-1} de benzocaína para a realização das análises de desempenho produtivo, característica de carcaça, composição centesimal e bioquímica plasmática. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para as análises de desempenho produtivo, característica de carcaça, composição centesimal e triglicérides, VLDL, proteínas totais, Ureia e glicose. No entanto, diferenças significativas ($P < 0,05$) foram verificadas nas análises de colesterol total, HDL e LDL. A inclusão do OE comercial não interferiu no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo. Porém, houve melhora nos níveis de lipoproteínas transportadoras, aumentando os níveis de HDL e diminuindo os de LDL plasmático, o que pode ser uma justificativa para estudos com doses superiores do OE e diferentes faixas etárias em busca de mais respostas referentes à capacidade bioativa dos OE's.

Palavras-chave: aditivo; extrato vegetal; lipoproteínas.

MIX OF ESSENTIAL OILS IN DIETS FOR NILE-TILAPIA JUVENILES:
PRODUCTIVE PERFORMANCE AND BLOOD BIOCHEMICAL RESPONSES

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the inclusion of increasing levels of the commercial mix of cashew (*Anacardium occidentale*) and castor oil (*Ricinus communis*) essential oils as an additive in diets for Nile tilapia. For this purpose, 240 juveniles with initial weight of 35.06 ± 1.02 grams were distributed in a completely randomized design (four treatments and six replications) in 24 cylindrical-conical tanks and received for 60 days diets containing increasing levels of essential oil (0.10, 0.15; and 0.20%) and a control (without inclusion of the additive). After the experimental period the animals were euthanized with 250 mg L⁻¹ of benzocaine to perform the analyzes of productive performance, carcass traits, centesimal composition and plasma biochemistry. There were no significant differences ($P > 0.05$) for the productive performance, carcass traits, centesimal composition and triglycerides composition, VLDL, total proteins, urea and glucose, and a significant difference ($P < 0.05$) in the total cholesterol, HDL and LDL analyzes. The inclusion of commercial EO (Essential) did not interfere the productive performance of juvenile Nile tilapia. However, it had an improvement in the levels of transporter lipoproteins, increasing HDL levels and decreasing plasma LDL, which may be a justification for studies with higher doses of OE and different age groups in search of more answers regarding the bioactive capacity of the OE.

Key words: additive; lipoproteins; vegetable extract.

INTRODUÇÃO

A tilapicultura, há alguns anos, vem apresentando constante crescimento, e é consagrada como principal produto da piscicultura brasileira, representando 41,9% da produção (FAO, 2016). Dentre as características da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), citam-se a rusticidade e o rápido crescimento, favorecendo assim sua adaptação em sistemas de cultivo intensivos (HAYASHI *et al.* 1999; BOSCOLO *et al.*, 2001).

A alta demanda pelo pescado, aliada aos grandes avanços tecnológicos em todas as fases produtivas da aquicultura, traz consigo alguns problemas, as características conferidas à tilápia induzem o produtor a estocar altas densidades, acarretando em estresse e doenças, causando danos nos tecidos dos peixes e, conseqüentemente, prejuízos econômicos (GASTALHO *et al.*, 2014).

Nesse contexto, o uso de antibióticos tem sido frequente na aquicultura, tanto no sentido curativo quanto preventivo, e até mesmo como os notórios promotores de crescimento, porém grande parte dos princípios ativos desses antibióticos não é aprovada pelas autoridades ambientais, pois apresenta riscos ao consumidor final e ao meio ambiente (KUMMERER, 2009; TAVECHIO *et al.*, 2009).

Com as sanções impostas pela União Europeia em meados dos anos 2000, o uso de antibióticos convencionais como promotores de crescimento não é visto com bons olhos por parte das entidades internacionais, fato que implica diretamente na quantidade e qualidade da proteína animal produzida, aumentando as dificuldades de se atingir o máximo desempenho produtivo, dificultando o controle de enfermidades, e aumentando os riscos de mortalidades, levando a perdas na cadeia produtiva do pescado e perdas econômicas ao mercado (UE, 2008; SEKKIN e KUM, 2011).

A principal função de um promotor de crescimento é, por meio de doses subterapêuticas, manter direta ou indiretamente a integridade intestinal constante para o animal, facilitando e favorecendo a absorção dos nutrientes por ele mesmo e por organismos desejáveis no trato gastrointestinal, sendo assim, eliminando microrganismos oportunistas indesejáveis (ALBUQUERQUE, 2005). Em suma, esses produtos modificam o ecossistema microbiano do trato gastrointestinal, aumentando a viabilidade dos nutrientes ingeridos via dieta, melhorando o crescimento do animal.

Assim, a busca por produtos que possam atuar de forma similar à ação dos antibióticos e antioxidantes tem se tornado frequente em pesquisas científicas. Nesta vertente, produtos que vêm ganhando espaço são os óleos essenciais (OE's) com propriedades antimicrobianas, com potencial de ação como imunoestimulantes e/ou

promotores de crescimento, melhorando a saúde e conseqüentemente a produtividade de espécies de interesse comercial por todo o mundo, tais como leitões recém-desmamados (COSTA *et al.*, 2007), gado de corte (VALERO *et al.*, 2016), vacas em lactação (JESUS *et al.*, 2016), aves de corte (CHILANTE *et al.*, 2012), peixes (ACAR *et al.*, 2014) e crustáceos (RADHAKRISHNAN *et al.*, 2013).

O Essential® é composto por um mix de óleos essenciais de caju (*Anacardium occidentale*) e mamona (*Ricinus communis*). Por um lado, o óleo de caju contém cardanol e cardol, que têm propriedades antioxidantes e atuam como ionóforos naturais, desnaturando as camadas lipídicas da parede celular, com ação principalmente em bactérias gram positivas (KUBO *et al.*, 1993; PARAMASHIVAPPA *et al.*, 2001). São classificados como componentes do grupo dos fenóis, grupo com grande atividade antibacteriana pela alta solubilidade de seus componentes nas membranas biológicas, tornando-os notórios bactericidas (NAZARRO *et al.*, 2013). Por outro lado, o óleo de rícino (mamona), rico em ácido ricinolénico, muito próximo da configuração química do ácido oleico, diferenciando-se por um radical hidroxila, podem interagir com a membrana microbiana e inibir seu crescimento, dissolvendo a quitina que é um componente da membrana celular, é um bactericida contra uma gama de bactérias, podendo ser aplicado como um antibiótico (LEONARDO *et al.*, 2001; MESSETI *et al.*, 2010; JENA e GUPTA, 2012).

A utilização de misturas de OE's é justificada por abranger um maior espectro de organismos, bem como potencializar sua capacidade ativa por meio do efeito sinérgico destes compostos, ressaltando a imensa variedade de fitoterápicos bem como suas variedades de moléculas bioativas em potencial e a quantidade de espécies piscícolas, levando a estreitar o caminho para um composto específico e benéfico para determinada espécie (ZAKÉS *et al.*, 2008).

Tendo em vista os benefícios de alternativas como os OE's, tanto no aspecto produtivo quanto ambiental, perante a tendência da diminuição do uso de antibióticos sintéticos e, considerando-se ainda a rusticidade da espécie e o potencial da tilapicultura no país, o objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de níveis crescentes do mix comercial Essential® de óleos essenciais de caju e mamona liofilizados como aditivos em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais deste trabalho foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE - sob o protocolo de N° 35/17.

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura do Grupo de Estudo de Manejo na Aquicultura - GEMaQ, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE - Toledo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos e seis repetições, sendo avaliadas uma ração controle (ração sem aditivo) e outras três contendo níveis crescentes de inclusão do mix de óleos essenciais Essencial® (0,10; 0,15 e 0,20%) estabelecidos pelo fabricante do produto.

Foram utilizados 240 peixes com peso inicial aproximado de $35,06 \pm 1,02$ gramas, distribuídos aleatoriamente em 24 tanques cilíndrico-cônicos com capacidade de 500 L, alimentados quatro vezes ao dia (8h30min, 11h30min, 14h30min e 17h30min), até à saciedade aparente, durante 60 dias, com rações isoproteicas (36% de proteína bruta) e isoenergéticas (3250 kcal de energia digestível kg) (Tabela 1). Para a elaboração das rações, os ingredientes foram moídos em um triturador tipo martelo com uma peneira de 0,6 mm de diâmetro, pesados, homogeneizados em um misturador e passados pelo processo de extrusão (Ex-Micro®).

Os parâmetros físico-químicos de qualidade de água foram mesurados semanalmente: oxigênio dissolvido ($5,53 \pm 0,83$ mg L⁻¹), pH ($6,51 \pm 0,30$), condutividade elétrica ($139,58 \pm 19,25$ µS cm⁻¹), temperatura ($28,08 \pm 0,84$ °C), monitorados por meio de um multiparâmetro portátil. Os parâmetros se mantiveram em níveis considerados ideais para a espécie, de acordo com Arana (2010).

Após o período experimental, os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas para esvaziamento do trato gastrointestinal e, posteriormente, os animais foram insensibilizados com benzocaína, na dose de 100 mgL⁻¹. Três peixes de cada unidade experimental foram capturados, aleatoriamente, para a retirada de uma alíquota de sangue, por punção caudal, com auxílio de uma seringa heparinizada. As amostras foram centrifugadas a 2.500 rpm por cinco minutos. Para a realização das análises bioquímicas foram utilizados “kits” específicos “Gold Analisa Diagnóstica®” e procedidas conforme instruções do fabricante, sendo a leitura processada em espectrofotômetro. Determinaram-se proteínas totais (g dL⁻¹), triglicerídeos (mg dL⁻¹), colesterol total (mg dL⁻¹), HDL (mg dL⁻¹), glicose (mg dL⁻¹), VLDL (mg dL⁻¹), LDL (mg dL⁻¹) e Ureia (mg dL⁻¹).

Tabela 1 - Ingredientes e composição percentual das rações formuladas com diferentes níveis do mix de óleos essenciais para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Ingredientes (%)	Níveis de Óleos essenciais (Essential®) (%)			
	0,00	0,10	0,15	0,20
Milho grão	28,40	28,51	28,63	28,75
Farinha de vísceras de aves	18,68	18,73	18,78	18,82
Farelo de soja	15,00	15,00	15,00	15,00
Farelo trigo	13,86	13,63	13,93	13,15
Farinha de Penas	8,00	8,00	8,00	8,00
Farinha carne e ossos	5,00	5,00	5,00	5,00
SPC	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo soja	2,00	2,00	2,00	2,00
Levedura	1,00	1,00	1,00	1,00
L-lisina	0,98	0,98	0,98	0,98
L-treonina	0,45	0,45	0,45	0,45
DL-metionina	0,39	0,39	0,39	0,39
Cloreto de sódio	0,30	0,30	0,30	0,30
Premix ¹	0,30	0,30	0,30	0,30
Fosfato Bicálcico	0,21	0,21	0,22	0,22
Vitamina C	0,18	0,18	0,18	0,18
Betaína	0,10	0,10	0,10	0,10
Antifúngico	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02
L-triptofano	0,006	0,006	0,007	0,007
Essential®	0,00	0,10	0,15	0,20
TOTAL	100	100	100	100
Nutrientes (%)				
Ácido linoleico	2,57	2,57	2,57	2,57
Amido	24,00	24,00	24,00	24,00
Cálcio	1,53	1,53	1,54	1,24
Energia Digestível (kcal/kg)	3250,22	3249,34	3248,46	3247,57
Fósforo total	1,20	1,20	1,20	1,20
Gordura	7,36	7,36	7,36	7,36
Lisina total	2,50	2,50	2,50	2,50
Metionina total	0,90	0,90	0,90	0,90
Proteína bruta	36,00	36,00	36,00	36,00
Proteína digestível	31,95	31,96	31,96	31,96
Treonina total	1,85	1,85	1,85	1,85
Triptofano total	0,35	0,35	0,35	0,35

SPC: (Concentrado Proteico de Soja)

Baseado nos valores propostos por FURUYA (2010).

¹Níveis de garantia (mínimo): Vitamina A = 1.000.000 UI/kg; Vitamina D3 = 500.000 UI/kg; Vitamina E = 20.000 UI/kg; Vitamina K3 = 500 mg/kg; Vitamina B1 = 1.900 mg/kg; Vitamina B2 = 2.000 mg/kg; Vitamina B6 = 2.400 mg/kg; Vitamina B12 = 3.500 mcg/kg; Vitamina C = 25 g/kg; Niacina = 5.000 mg/kg; Ácido Pantotênico = 4.800 mg/kg; Ácido fólico = 200 mg/kg; Biotina = 40 mg/kg; Manganês = 7.500 mg/kg; Zinco = 25,0 g/kg; Ferro 12,50 g/kg; Cobre = 2.000 mg/kg; Iodo = 200 mg/kg; Selênio = 70 mg/kg; BHT = 300 mg/kg.

Logo após, todos os animais foram eutanasiados com 250 mg L⁻¹ de benzocaína (GOMES *et al.*, 2001). Foram realizadas as medidas individuais de peso (g); comprimento total e padrão (cm), para avaliação dos dados de desempenho produtivo, tais como peso final médio (PF); comprimento final médio (CF); sobrevivência (%) = (100x(número de peixes final/número de peixes inicial)); ganho em peso (g) = (peso corporal final - peso corporal inicial), taxa de eficiência proteica (%) = (ganho em peso/proteína consumida); conversão alimentar aparente = (dieta ofertada/ganho em peso); taxa de crescimento específico (%) = (100*((logaritmo do peso corporal final - logaritmo do peso corporal inicial)/tempo experimental)) e taxa de retenção de proteína (%) = (100x(((peso corporal final x proteína corporal final) - (peso corporal inicial x proteína corporal inicial))/proteína ofertada))). Três peixes de cada tanque foram submetidos à análise de rendimento de filé (%) = (100*(peso filé/(peso corporal final)); índice hepatosomático (%) = (100x(peso do fígado)/(peso corporal final)); índice de gordura visceral (%) = (100x(peso gordura visceral)/(peso corporal final)), índice viscerossomático (%) = (100x(peso das vísceras)/(peso corporal final)), comprimento intestinal (cm) e coeficiente intestinal (comprimento do intestino/comprimento corporal total).

As análises de composição química dos filés foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura - GEMAQ. O teor de umidade foi determinado pela perda de peso após 4h em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas, seguindo-se de 8h a 105°C em estufa para obtenção da matéria seca; o conteúdo de cinzas determinado a 550°C em mufla; a proteína bruta determinada pelo método de micro Kjeldahl e o teor de extrato etéreo obtido de acordo com as metodologias propostas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para a análise de morfometria intestinal foram recolhidas porções das regiões proximal, medial e distal de aproximadamente 5 centímetros de comprimento de intestino, e a amostra do fígado foi recolhida da mesma região do órgão de três peixes por unidade experimental. As amostras foram fixadas em solução de "Alfac", desidratadas em série ascendente de álcool, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina, para obtenção de cortes histológicos. Para a coloração das lâminas foi utilizado a técnica de hematoxilina-eosina (H-E) para posterior análise morfométrica. Foram realizadas secções histológicas de cada segmento tecidual para todos os animais. Para o estudo morfométrico, as secções foram analisadas por microscopia de luz com utilização de uma escala ocular micrométrica e objetivas de 10x e 40x. As variáveis estudadas foram a altura das vilosidades, a partir de sua base ao ápice em linha reta em um total de 10 vilosidades íntegras de cada peixe, e a

espessura do epitélio na parte apical das vilosidades. No fígado foram determinados o número de hepatócitos por área (área útil de contagem: 20914,7228 μm^2)

Os dados de desempenho produtivo, bioquímica sanguínea, composição centesimal, morfometria intestinal e número de hepatócitos atenderam aos pressupostos de normalidade e homocedasticidade, e foram submetidos a análises de variância (ANOVA) e quando observadas diferenças estatísticas foi aplicado o teste Tukey ao nível de 5% de significância.

As análises foram efetuadas por meio do programa computacional Statistic 7.1 (2005).

RESULTADOS

Os parâmetros de desempenho produtivo como peso final, comprimento total, sobrevivência, taxa de eficiência proteica, ganho em peso, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, taxa de retenção proteica e rendimento de filé de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas suplementadas com e sem os OE's não apresentaram influência significativa ($P>0,05$) considerando-se os níveis crescentes empregados (Tabela 2).

Tabela 2 - Desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes concentrações do mix de óleos essenciais.

Variáveis	Níveis de inclusão de óleo essencial				P
	0,00%	0,10%	0,15%	0,20%	
PF (g)	208,03 ± 16,87	210,11 ± 14,44	199,74 ± 20,60	210,8 ± 20,47	NS
CT (cm)	20,47 ± 0,40	20,43 ± 0,50	20,38 ± 0,56	20,33 ± 0,78	NS
SOB (%)	98,47 ± 4,08	97,24 ± 4,00	100,00 ± 0,00	96,25 ± 5,47	NS
TEP (%)	2,43 ± 0,14	2,52 ± 0,20	2,33 ± 0,10	2,45 ± 0,15	NS
GP (g)	173,22 ± 16,12	175,17 ± 13,58	164 ± 20,02	172,44 ± 19,70	NS
CAA	1,16 ± 0,05	1,18 ± 0,13	1,18 ± 0,04	1,17 ± 0,07	NS
TCE (%)	2,92 ± 0,16	2,96 ± 0,11	2,86 ± 0,17	2,95 ± 0,93	NS
TRP (%)	19,72 ± 1,36	20,22 ± 1,57	18,96 ± 0,90	19,81 ± 0,93	NS
RF (%)	32,49 ± 1,28	32,49 ± 1,13	32,13 ± 0,82	32,17 ± 1,91	NS

Peso final (PF), comprimento total (CT), sobrevivência (SOB), taxa de eficiência proteica (TEP), ganho em peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE) e taxa de retenção proteica (TRP), rendimento de filé (RF). Valores são apresentados como média ± desvio padrão. NS = não significativo ($P>0,05$).

Para os índices hepatossomático, gordura viscerossomática e índice viscerossomático, coeficiente e comprimento intestinal e número de hepatócitos não houve diferença significativa ($P>0,05$), para os juvenis de tilápia do Nilo, entre os tratamentos analisados (Tabela 3).

Tabela 3 - Índices somáticos, coeficiente intestinal, comprimentos do intestino e número de hepatócitos de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes concentrações do mix de óleos essenciais.

Variáveis	Níveis de inclusão de óleo essencial				P
	0,00%	0,10%	0,15%	0,20%	
IHS (%)	2,81 ± 0,58	2,60 ± 0,24	2,59 ± 0,36	2,41 ± 0,27	NS
IGVS (%)	3,46 ± 0,67	3,31 ± 0,68	3,64 ± 0,80	3,33 ± 0,39	NS
IVS (%)	12,49 ± 0,51	13,10 ± 0,47	13,08 ± 1,37	12,99 ± 0,55	NS
Coef.I	7,07 ± 0,44	7,21 ± 0,53	6,91 ± 0,54	7,19 ± 0,85	NS
Comp. I (cm)	149,72 ± 14,66	148,44 ± 10,99	145,38 ± 13,07	152,46 ± 18,72	NS
Hepatócitos*	132,92 ± 32,94	134,61 ± 26,62	152,92 ± 10,09	148,95 ± 17,03	NS

Índice hepatossomático (IHS), índice de gordura viscerossomática (IGVS), índice viscerossomático (IVS), coeficiente intestinal (Coef. I) e comprimento de intestino (Comp. I). *Área útil de contagem: 20914,7228 μm^2 . Valores são apresentados como média \pm desvio padrão. NS = não significativo ($P > 0,05$).

Todos os parâmetros da composição química, que compreendem os grupos homogêneos que constituem o filé dos juvenis de tilápia do Nilo, não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) para os diferentes níveis de inclusão do óleo essencial (Tabela 4).

Tabela 4 - Composição química do filé de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes concentrações do mix de óleos essenciais.

Variáveis (%)	Níveis de inclusão de óleo essencial				P
	0,00%	0,10%	0,15%	0,20%	
Umidade	76,25 ± 0,80	76,47 ± 0,94	76,22 ± 0,94	76,16 ± 0,70	NS
Proteína	20,17 ± 0,67	20,40 ± 0,32	20,44 ± 0,61	20,52 ± 0,25	NS
Extrato Etéreo	3,14 ± 1,05	2,80 ± 0,83	3,01 ± 0,62	3,15 ± 0,86	NS
Matéria Mineral	1,60 ± 0,19	1,50 ± 0,19	1,51 ± 0,11	1,42 ± 0,17	NS

Valores são apresentados como média \pm desvio padrão. NS = não significativo ($P > 0,05$).

Na análise da bioquímica plasmática (Tabela 5) é possível verificar diferença significativa ($P < 0,05$) entre as diferentes dietas, indicando um decréscimo dos valores de colesterol total com a dieta contendo 0,10% do óleo essencial, porém não diferenciadas das demais inclusões, bem como os níveis de HDL começam a aumentar na medida em que o óleo essencial é incluído nas dietas, assim como a LDL apresenta os menores níveis na dieta contendo 0,20 e 0,10% do OE. Para os outros parâmetros de bioquímica plasmática a diferença não foi significativa ($P > 0,05$).

Tabela 5 - Bioquímica plasmática de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes concentrações do mix de óleos essenciais.

Variáveis	Níveis de inclusão de óleo essencial				P
	0,00%	0,10%	0,15%	0,20%	
CT (mg dL ⁻¹)	123,96 ± 24,62 b	82,71 ± 31,88 a	117,13 ± 37,43 ab	97,17 ± 18,41 ab	0,01
TRI (mg dL ⁻¹)	227,83 ± 81,31	246,58 ± 97,36	193,25 ± 66,44	220,35 ± 74,24	NS
HDL (mg dL ⁻¹)	16,71 ± 3,87 a	20,51 ± 5,30 a	30,64 ± 1,77 b	28,27 ± 9,81 ab	0,01
LDL (mg dL ⁻¹)	2,74 ± 0,13 b	2,45 ± 0,02 a	2,63 ± 0,04 ab	2,51 ± 0,03 a	0,01
VLDL (mg dL ⁻¹)	45,56 ± 16,26	49,31 ± 19,47	38,65 ± 12,28	44,07 ± 14,89	NS
PROT (g dL ⁻¹)	3,10 ± 0,86	3,06 ± 0,75	3,55 ± 0,65	3,06 ± 0,49	NS
UR (mg dL ⁻¹)	8,20 ± 2,73	7,27 ± 1,95	7,93 ± 1,22	7,46 ± 1,52	NS
GLI (mg dL ⁻¹)	78,37 ± 17,45	74,58 ± 21,80	72,46 ± 14,17	49,94 ± 13,71	NS

Colesterol total (CT), triglicerídeos (TRI), lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), proteínas totais (PROT), Uréia (UR) e glicose (GLI). Os valores são apresentados como média ± desvio padrão. Valores seguidos de letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey ($P < 0,05$). NS = não significativo ($P > 0,05$).

Os valores de altura das vilosidades e espessura do epitélio das vilosidades das diferentes porções do intestino não diferiram ($P > 0,05$), para os diferentes níveis de inclusão do óleo essencial (Tabela 6).

Tabela 6 - Morfometria intestinal das regiões proximal, medial e distal de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes concentrações do mix de óleos essenciais.

Variáveis (μm)	Níveis de inclusão de óleo essencial				P
	0,00%	0,10%	0,15%	0,20%	
Intestino Proximal					
AV	176,30 ± 24,66	183,35 ± 50,17	194,88 ± 38,58	170,27 ± 30,94	NS
EEV	44,29 ± 5,72	48,61 ± 7,13	48,61 ± 7,13	53,07 ± 5,19	NS
Intestino Medial					
AV	200,64 ± 46,18	193,16 ± 40,19	192,62 ± 36,70	206,82 ± 37,24	NS
EEV	45,50 ± 4,79	44,98 ± 5,54	43,09 ± 1,62	43,28 ± 3,67	NS
Intestino Distal					
AV	140,10 ± 25,04	154,60 ± 45,06	172,19 ± 35,90	145,17 ± 45,56	NS
EEV	38,52 ± 4,07	42,33 ± 7,46	39,89 ± 3,65	43,41 ± 2,74	NS

Altura da vilosidade (AV), espessura do epitélio da vilosidade (EEV). Valores são apresentados como média ± desvio padrão. NS = não significativo ($P > 0,05$).

DISCUSSÃO

Extratos de plantas demonstram potenciais bioativos nas mais diversas áreas da aquicultura, tais como promotores de crescimento (FERREIRA *et al.*, 2014; DILER *et al.*, 2017),

imunoestimulantes (DAS *et al.*, 2015) e anestésicos (CUNHA *et al.*, 2010), contudo, neste trabalho, o objetivo de promover a melhora nos principais parâmetros de crescimento não foi atingido em um nível de significância estatística com a adição de até 0,20% do mix de OE's (Tabela 2).

Em situações experimentais, os animais são mantidos nas melhores condições tanto de qualidade de água quanto nutricionais para a espécie e, apesar de uma densidade elevada (20 peixes por m³) no presente estudo, provavelmente não houve nenhum tipo de mecanismo estressor durante a administração das dietas experimentais, não havendo um agente externo que possibilitasse ativação de mecanismos imunoestimulantes, o que favorece o crescimento estatisticamente homogêneo entre os tratamentos, de acordo com Olabuenaga (2000).

Os animais não necessitaram de nenhum estoque energético voltado para respostas de defesa do organismo e, desse modo, as potenciais funções bioativas dos óleos de caju e mamona não foram expressas em um nível de significância, para favorecer um maior desempenho zootécnico dos animais. Também é possível que a inclusão de até 0,20% não foi suficiente para promover significativamente a atividade bioativa dos OE's

Conforme Campagnolo *et al.* (2013), utilizando um mix comercial constituído por vários tipos de OE's, em seu estudo, as altas taxas de sobrevivência de tilápias podem ter sido influenciadas pela baixa ou nenhuma condição estressante durante o período experimental, culminando na ausência de influência dos níveis de OE's comerciais na dieta dos animais. Isto também foi constatado neste estudo.

A homogeneidade entre os tratamentos no crescimento de animais, suplementados com a adição dos OE's, também foi verificada em dietas contendo OE de *Lippia alba*, não influenciando nos principais parâmetros zootécnicos da dieta controle de jundiás (*Rhamdia quelen*) em estudo de Saccol *et al.* (2013). Cabe ressaltar que o maior nível de OE's não apresentou toxicidade à tilápia, o que se confirma pelas altas taxas de sobrevivência e homogeneidade verificadas no crescimento entre os tratamentos dos juvenis de tilápia do Nilo em todos os tratamentos, bem como com a ração controle, sem o aditivo.

Por outro lado, o carvacrol, composto fenólico oriundo do OE de orégano, foi classificado como promotor de crescimento, melhorando os parâmetros de desempenho produtivo do *Astyanax altiparanae* (FERREIRA *et al.*, 2014), bem como o OE de citros, que com sua suplementação melhorou a taxa de crescimento específico e conversão alimentar de *Oreochromis niloticus*, apesar da conversão alimentar se mostrar superior ao verificado no presente estudo para a mesma fase de desenvolvimento do animal, e o OE de citros ainda

demonstrou um incremento da conversão alimentar, comparada ao tratamento sem o aditivo (ACAR *et al.*, 2014).

É visto que os OE's tem potencial para melhorar o desempenho dos animais, resta elucidar a quantidade necessária e capacidade desses compostos manterem suas atividades em situações e ambientes diferentes, tanto em animais terrestres quanto aquáticos, como, por exemplo, em meio aquoso, em uma temperatura corporal (peixes são pecilotérmicos) menor que as dos animais terrestres, fatos que poderiam implicar na capacidade ativa de tais produtos.

Quanto ao processo de filetagem, é composto por muitas variáveis determinantes para a máxima obtenção do filé, tais como, peso do animal, métodos utilizados pelo filetador e sua destreza, densidade de estocagem no cultivo. Neste trabalho, o rendimento do filé apresentou-se em torno de 32% (Tabela 3), sem diferença entre os tratamentos, valor abaixo do encontrado por Souza e Maranhão (2001) (36,5%) na categoria de peso de 300-400 gramas, trabalhado em uma indústria processamento de pescado indicando o peso de abate de 401-500 gramas, diferentemente dos animais abatidos no presente estudo, pouco acima de 200 gramas.

Em pesquisa conduzida por Silva *et al.* (2009), a média do rendimento de filé de tilápias de 250 a 600 gramas permaneceu em torno de 34,18%, valor muito próximo do encontrado por Hayashi *et al.* (1999) e Boscolo *et al.* (2004) para juvenis de tilápia e, sendo assim, os valores obtidos neste estudo, em torno de 32%, não se encontram muito distantes dos encontrados por aqueles autores, levando-se em consideração o objetivo de seus trabalhos e mão-de-obra mais qualificada no processo de filetagem.

Muitos OE's têm seu uso com o objetivo de promover o crescimento de peixes por intermédio de suas moléculas bioativas, porém, são poucos os dados e estudos referentes aos rendimentos da carcaça dos animais. Como o mercado do filé de tilápia é o mais lucrativo dessa cadeia, os dados deste produto são de grande importância quando proposto um estudo de desempenho produtivo, assim como o abate dos animais em um peso mais próximo possível da realidade industrial, tendo em vista dados mais robustos possíveis.

Deposições no fígado que alterem o índice hepatossomático indicam algum acúmulo nutricional ou mudança no metabolismo e essa mudança pode justificar uma diferença no crescimento do animal (BARBOSA *et al.*, 2011). Isto não foi constatado neste trabalho, pois os índices hepato, gordura e viscerossomáticos, bem como os coeficientes e comprimento intestinal não diferiram entre si com a adição dos OE's (Tabela 4). Na utilização de *Lippia alba* e *Aloysia triphylla* também não se verificou interferência nos índices hepato e

viscerossomáticos de jundiás suplementados com seus OE's, em estudos de Saccol *et al.* (2013) e Zeppenfeld *et al.* (2016), respectivamente.

Os hepatócitos são células de mobilização de substâncias endógenas e exógenas, produção de bile e proteínas essenciais do plasma e fatores de coagulação, armazenamento de aminoácidos, lipídeos, glicogênio e ferro (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013; COSTA *et al.*, 2012). Tendo em vista que as quantidades por área de hepatócitos foram estatisticamente iguais (Tabela 4), tanto na dieta sem quanto na dieta com os níveis crescentes do OE, bem como o índice hepatossomático dos animais, essas análises indicam que não foi observada nenhuma toxicidade do OE via fígado, reafirmando-se o bom estado de saúde dos animais, levando-se em consideração a capacidade bioindicadora do fígado para poluições ambientais e dietas deficientes de algum nutriente, como relatam Vicenti *et al.* (2005) e Zelikoff (1998).

Por se tratar de indicadores do estado de higidez dos peixes, o fígado e o intestino são os principais órgãos para se avaliar a eficiência e adaptação a algum aditivo ou ingrediente alternativo, além disso, o fígado pode indicar qualquer tipo de toxicidade oriundas da alimentação por se tratar de um órgão que participa das principais vias metabólicas da nutrição animal, bem como recebe deposições de algum tipo de nutriente, como lipídeos (IGHWELA *et al.*, 2014).

As diferentes concentrações do mix de OE's não influenciaram nos níveis da composição bromatológica do filé de juvenis de tilápia do Nilo, umidade, proteína, extrato etéreo e matéria mineral, mantendo-se praticamente nos mesmos valores, tanto para o tratamento controle quanto para os níveis crescentes do mix dos OE's (Tabela 5). Tal fato também foi constatado na utilização do OE de orégano como aditivo para juvenis de jundiás (*Rhamdia quelen*), não confirmando sua capacidade de atuar como promotor de crescimento em pesquisa conduzida por Cararo *et al.* (2017).

Cabe ressaltar que as análises bromatológicas foram realizadas utilizando-se o filé dos animais, o que justifica o alto valor proteico (Tabela 5). Esse mesmo valor é muito próximo do encontrado por Hayashi *et al.* (1999), como o mais alto obtido mediante um maior grau de moagem dos ingredientes, observando-se o máximo aproveitamento dos nutrientes com partículas menores e, conseqüentemente, depositando maior quantidade de proteína no tecido muscular, o que comprova a qualidade da ração utilizada no presente trabalho.

Nos parâmetros bioquímicos dos juvenis de tilápia do Nilo, triglicérides, VLDL, proteína total, ureia e glicose não mostraram diferença significativa entre os tratamentos com níveis crescentes e sem o mix de OE's (Tabela 6). Como as referências da bioquímica plasmática para a tilápia ainda não estão bem elucidadas pela literatura e o padrão

considerado normal para a espécie apresenta uma variação muito alta, além de existir diferenças nos parâmetros de animais de diferentes idades, sexo, ambientes de cultivo e estado de saúde (BITTENCOURT *et al.*, 2003; NEU *et al.*, 2013), não é possível fazer uma inferência direta sobre os resultados verificados para esses parâmetros.

Considerando a alta densidade de estocagem utilizada (20 animais/m³), de acordo com Hrubec *et al.* (2000), classificam-se os valores de colesterol e proteína total obtidos como dentro de uma faixa considerada ideal para tilápia cultivada em tais condições. Por outro lado, apesar de não apresentar diferença significativa, os valores de glicose verificados se encontram acima da média verificada na literatura, que é de 46 mg. dL⁻¹. Os níveis de glicose pouco acima da média indicada pela literatura pode ser explicado por uma hiperglicemia, resposta imediata do organismo ao estresse, liberando uma série de hormônios principalmente para luta ou fuga (CAMPBELL, 2006), provavelmente causados entre a retirada dos animais dos tanques e sua imersão no anestésico.

A quantidade de ureia sanguínea é um indicativo da atividade metabólica de nitrogenados. Campbell (2006) propõe que uma quantidade de até 10 mg dL⁻¹ é um valor considerado ideal para a metabolização e excreção de nitrogenados no organismo de teleósteos de água doce. Portanto, os resultados obtidos para a ureia neste estudo mostram-se em níveis considerados normais para os peixes, com e sem a suplementação do mix dos OE's.

Já as lipoproteínas são complexos macromoleculares esféricos produzidos no fígado e constituídos, em diferentes proporções, por colesterol e ésteres de colesterol, triglicerídeos (ou triacilgliceróis), fosfolipídeos e proteínas. Essas macromoléculas possuem como principal função manter solúveis seus componentes lipídicos no plasma, viabilizando o transporte dessas substâncias hidrofóbicas entre os tecidos. Resumidamente, a lipoproteína de baixa densidade (LDL), constituída majoritariamente por colesterol e ésteres de colesterol, realiza principalmente o transporte desses lipídeos do fígado para os outros tecidos (NELSON e COX, 2002). No entanto, altos valores de LDL no sangue podem induzir o acúmulo tecidual de lipídeos (CAMPBELL, 2006), o que não é interessante do ponto de vista da produção cárnea. Neste sentido, a lipoproteína de alta densidade (HDL), formada principalmente por proteínas, realiza o transporte reverso do colesterol, mobilizando esse lipídeo da periferia para metabolização e/ou eliminação pelo fígado (NELSON e COX, 2002). Em peixes teleósteos, estima-se que cerca de 60-90% do colesterol seja transportado pelo HDL (CAMPBELL, 2006; ZHAI e LIU, 2016).

Neste estudo foi observado que um aumento da dose de OE promoveu uma redução significativa dos níveis de LDL plasmático quando comparado àqueles das tilápias que receberam a dieta sem o aditivo (Tabela 6). Somado a isso, os níveis de HDL do grupo suplementado com o mix de OE's encontraram-se elevados, praticamente dobrando no nível 0,15% comparado à dieta sem o aditivo. Desta forma, o aumento dos níveis de HDL induzidos pela suplementação com o aditivo poderia elevar a captação de colesterol proveniente de outras lipoproteínas e membranas celulares, culminando na redução indireta de LDL circulante.

Além disso, Trevisan *et al.* (2006) sugerem o potencial antioxidante do grupo dos fenóis, sendo cardanol e cardol moléculas desse grupo, e presentes no mix de OE's deste estudo, grupo que também é citado por Decker (1997), com capacidade de sequestrar radicais livres, inibindo o processo de oxidação. Desta forma, sugere-se que a ação antioxidante do mix de OE's poderia auxiliar na redução da oxidação das LDL por radicais livres, processo que ocorre quando há um aumento de LDL circulante e, conseqüentemente, de seus níveis plasmáticos, e essas LDL oxidadas acabam por depositar-se na parede dos vasos sanguíneos. De fato, já foi demonstrado em outras espécies que a ingestão de fenóis diminui a susceptibilidade dos lipídeos presentes na LDL serem oxidados (SIES *et al.*, 2005). Por fim, há evidências de que a própria HDL possui um potencial antioxidante (BRITES *et al.*, 2017).

Embora o principal objetivo da utilização do mix de OE's foi promover o crescimento dos animais, isso não foi evidenciado no presente estudo. Acar *et al.* (2014) verificaram em sua pesquisa diferenças significativas com a inserção de OE de citros em dietas para tilápias, como o decréscimo de glicose, triglicerídeos e colesterol, aliados ao incremento de proteína total no sangue da tilápia, refletindo na melhora da resposta imune inata contra infecções, bem como no aumento nos índices de produtividade. Já no estudo realizado por Saccol *et al.* (2013), o incremento de OE de *Lippia alba* não demonstrou diferença nos parâmetros sanguíneos de glicose, triglicerídeos, colesterol, LDL e HDL, bem como não interferiu nos parâmetros zootécnicos dos animais. O mix de OE's no presente estudo não apresentou significância para o desempenho produtivo, porém, evidenciou influência no metabolismo de lipoproteínas séricas, o que pode se apresentar a partir de doses superiores e/ou regimes maiores de administração do aditivo.

Portanto, uma padronização de níveis dos parâmetros bioquímicos do sangue, considerados seguros para produção, seria uma ferramenta muito bem-vinda para controles sanitários, bem como uma garantia do estado de saúde dos animais em produção, porém, tendo em vista a quantidade de espécies no mercado com potencial produtivo, ambientes de

cultivo, idade e sexo, um trabalho desse porte ainda não é uma realidade na aquicultura atual (HRUBEC *et al.*, 2000; NEU *et al.*, 2013). E, ainda, o incremento dos OE's podem favorecer respostas imunológicas quanto a atividades antimicrobianas, as quais são capazes de promover inibição das enzimas que dão resistência às bactérias, anti-inflamatória e antioxidante, exercendo efeitos na estrutura da parede celular bacteriana, desnaturando e coagulando proteínas, ou seja, atuando com propriedades benéficas derivadas de seus componentes bioativos.

Não foi observada diferença significativa nas diferentes regiões do intestino dos juvenis de tilápia do Nilo (Tabela 7), diferentemente do estudo proposto por Zeppenfeld *et al.* (2016), com o uso do OE de *Alosya triphyla*, em que observaram diferenças significativas como aumento do número de vilos, aumento da área do epitélio e aumento do tamanho do enterócitos na região anterior aumentando absorção dos nutrientes e, conseqüentemente os parâmetros produtivos como peso, ganho em peso e taxa de crescimento específico de jundiás, afirmando a relação entre o uso de OE como aditivos na dieta, morfologia intestinal e promoção de crescimento.

Considerando os poucos trabalhos referentes à morfologia intestinal envolvendo a utilização de OE's como aditivos e a capacidade desses produtos em alterar a microbiota intestinal, aumentando a absorção e digestibilidade de nutrientes pelos peixes, o estudo em diferentes regiões do intestino foi uma forma de buscar alterações morfológicas a partir da ação desses compostos nas distintas porções do intestino.

CONCLUSÃO

O mix de OE's apresentou uma ação antioxidante melhorando os níveis de lipoproteínas transportadoras, aumentando os níveis de HDL e diminuindo os de LDL plasmático, na medida em que era incluído na dieta sem afetar os parâmetros de desempenho produtivo dos juvenis de tilápia do Nilo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Grupo de Estudo de Manejo na Aquicultura - GEMaQ e à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE - Toledo, pelas estruturas, laboratórios e equipe técnica. Nosso agradecimento às empresas Oligo Basics, pelo suporte financeiro e técnico, e Cooperativa Agroindustrial Consolata, pela doação dos animais para a realização do experimento.

REFERÊNCIAS

- ACAR, U; KESBIÇ; O. S.; YILMAZ, S.; GULTEPE, N.; TURKER, A. 2014 Evaluation of the effects of essential oil extracted from sweet orange peel (*Citrus sinensis*) on growth rate of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and possible disease resistance against *Streptococcus iniae*. *Aquaculture*, 437 (1): 282-286. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.12.015>
- ALBUQUERQUE, R. *Antimicrobianos como promotores de crescimento*. In: PALERMO-NETO, J.; SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L. 2005 *Farmacologia aplicada à avicultura*. São Paulo: ROCA. p. 149-159.
- ARANA, L. V. 2010 *Fundamentos da aquicultura*. Florianópolis: Ed. da UFSC. 349 p.
- BARBOSA, M. C.; JATOBÁ, A.; VIEIRA, F. N.; SILVA, B. C.; MOURINO, J. L. P.; ANDREATTA, E. R.; SEIFFERT, W. Q.; CERQUEIRA, V. R. 2011 Cultivation of juvenile fat snook (*Centropomus parallelus*, Poey, 1860) fed probiotic in laboratory conditions. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54 (4): 795-801.
- BITTENCOURT, N. L. R.; MOLINARI, L.M.; SCOARIS, D. O.; PEDROSO, R. B.; NAKAMURA, C. V.; UEDA-NAKAMURA, T.; FILHO, B. A. A.; FILHO, B. P. D. 2003 Hematological and biochemical values for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in semi-intensive system. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 25 (2): 385-389.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; WOLFF, L. 2004. Desempenho e características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 26 (4): 443-447.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M.; MEURER, F. 2001 Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30 (5): 1391-1396.
- BRITES, F.; MARTIN, M.; GUILLAS, I.; KONTUSH, A. 2017 Antioxidative activity of high-density lipoprotein (HDL): Mechanistic insights into potential clinical benefit. *BBA Clinical*, 8: 66-77. <https://doi.org/10.1016/j.bbacli.2017.07.002>
- CAMPAGNOLO, R.; FRECCIA, A.; BERGAMANN, R. R.; MEURER, F.; BOMBARDELLI, R. A. 2013 Óleos essenciais na alimentação de alevinos de tilápias do Nilo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14 (3): 565-573.
- CAMPBELL, T. W. *Clinical chemistry os cammon nondomestic mammals, birds, reptiles, fish and amphibians*. In: THRALL, M. A; WEISER, G.; ALLISON, R. W; CAMPBELL, T.W. 2012 *Vererinary hematology and clinical chemistry*. Second edition. WILEY-BLACKWELL, Ames, Iowa. p. 571-614.
- CARARO, L. M.; SADO, R. Y.; MUELBERT, B.; BORBA, M. R. 2017 Avaliação de óleo essencial de oregano como promotor de crescimento e Resistencia de ectoparasita *Ichthyophthirius multifiliis* (Protozoa, Ciliophora) em juvenis de jundiá, *Rhamdia sp.* (Siluriformes, Heptapteridae). *Semina: Ciências Agrárias*, 38(6): 3871-3886. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n6p3871>
- CHILANTE, R. B.; KUSSAKAWA, K. C. K.; FLEMMING, J. S. 2012 Efeitos da utilização de óleos essenciais na alimentação de aves matrizes pesadas. *Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental*, 10: 387-394.
- COSTA, G. M.; ORTIS, R. C.; LIMA, M.G.; CASALS, J. B.; LIMA, A. R.; JR KFOURY, J. R. 2012 Estrutura morfológica do fígado de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 32(9): 947-950.

- COSTA, L. B.; TSE, M. L. P.; MIYADA, V. S. 2007 Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém-desmamados. *Revista Brasileira de zootecnia*, 36 (3): 589-595.
- CUNHA, M. A.; BARROS, F. M. C.; GARCIA, L. O.; VEECK, A. P. L.; HEINZMANN, B. M.; LORO, V. L.; EMANUELLI, T.; BALDISEROTTO, B. 2010 Essential oil of *Lippia alba*: A new anesthetic for silver catfish, *Rhamdia quelen*. *Aquaculture*, 306: 403-406. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.06.014>
- DAS, R.; RAMAN, R. P.; SAHA, H.; SINGH, R. 2015 Effect of *Ocimum sanctum* linn. (Tulsi) extract on the immunity and survival of *Labeo rohita*. *Aquaculture Research*, 42: 1111-1121. <https://doi.org/10.1111/are.12264>
- DECKER, E. A. 1997 Phenolics: Prooxidants or Antioxidants?, *Nutrition Reviews*, 55 (11): 396-407.
- DILER, O.; GORMEZ, O.; DILER, I.; METIN, S. 2017 Effect of orégano (*Origanum onites* L.) essential oil on growth, lysozyme and antioxidante activity and resistance against *Lactococcus garvieae* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Nutrition*, 23: 844-851. <https://doi.org/10.1111/anu.12451>
- FERREIRA, P. M. F.; NASCIMENTO, L. S.; DIAS, D. C.; VEIGA, D. M.; SALARO, A. L.; FREITAS, M. B. D. 2014 Essential oil oregano as a growth promoter for the Yellowtail Tera, *Astyanax altiparanae*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 45 (1): 28-33. <https://doi.org/10.1111/jwas.12094>
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2016 *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Rome. 224 p.
- FURUYA, W. M. 2010 *Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias*. Toledo: GFM, 100 p.
- GASTALHO, S.; SILVA, G. J.; RAMOS, F. 2014 Uso de antibióticos em aquacultura e resistência bacteriana: Impacto em saúde pública. *Acta Farmacêutica Portuguesa*, 3 (1): 29-45.
- GOMES, L. C.; CHIPARI-GOMES, A. R.; LOPES, N. P.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. 2001 Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenil tambaqui *Colossoma macropomum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32 (4): 426-431. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2001.tb00470.x>
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, V. B.; GALDIOLI, E. M. 1999 Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 21 (3): 733-737. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v21i0.4340>
- HRUBEC, T. C.; CARDINALE, J. L.; SMITH, S. A. 2000 Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured Tilapia (*Oreochromis Hybrid*). *Veterinary Clinical Patohology*, 29 (1): 7-12. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2000.tb00389.x>
- IGHWELA, K. A.; AHMAD, A. B.; ABOL-MUNAFI, A. B. 2014 The selection of viscerosomatic and hepatosomatic índices for the measurement and analysis of *Oreochromis niloticus* cindition fed with varyng dietary maltose levels. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 1 (3): 18-20.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008 ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Org.). Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4. ed. 1ª Edição digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 1020 p.
- JENA, J.; GUPTA, A. K. 2012 *Ricinus communis*: A phitopharmacological reveiw. *International Journal og Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(4): 24-29.

- JESUS, E. F.; DEL VALLE, T. A.; CALOMENI, G. D.; SILVA, T. H.; TAKIYA, C. S.; VENDRAMINI, T. H. A.; PAIVA, P. G.; SILVA, G. G.; NETTO, A. S.; RENNÓ, F. P. 2016 Influence of a blend of functional oils or monensin on nutrient intake and digestibility, ruminal fermentation and milk production of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 219: 59-67. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.06.003>
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. 2013 *Histologia Básica*. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 558 p.
- KUBO, I.; MUROI, H.; HIMEJIMA, M. 1993 Structure-antibacterial activity relationships of anarcardic acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41: 1016-1019. <https://doi.org/10.1021/jf00030a036>
- KUMMERER, K. 2009 Antibiotics in the aquatic environment: a review. Part I. *Chemosphere*, 75: 417-434. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.11.086>
- LEONARDO, M. R.; SILVA, L. A. B.; FILHO, M. T.; BONIFÁCIO, K. C.; ITO, Y. I. 2001 *In vitro* evaluation of the antimicrobial activity of a castor oil-based irrigant. *Journal of Encodon*, 27 (12): 717-719.
- MESSETI, M. A.; SANTOS, A. M.; ANGELIS, D. F.; CHIERICE, G. O.; NETO, S. C. 2010 Estudo do derivado do óleo de *ricinus communis* L. (mamona) como agente biocida e redutor da viscosidade produzida por *leuconostoc mesenteroides* em indústrias sucroalcooleiras. *Arquivos do Instituto Biológico*, 77 (2): 301-308.
- NAZARRO, F.; FRATTIANI, F.; MARTINO, L.; COPPOLA, R.; DE FEO, V. 2013 Effect of essential oil on pathogenic bacteria. *Pharmaceuticals*, 6 (12): 1451-1472. [10.3390/ph6121451](https://doi.org/10.3390/ph6121451)
- NELSON, D. L.; COX, M. M. 2002 *Lehninger: Principios de bioquímica*. Third edition. New York: W. H FREEMAN AND COMPANY. 907 p.
- NEU, D. H.; FURUYA, W. M.; BOSCOLO, W. R.; POTRICH, F. R.; LUI, T. A.; FEIDEN, A. 2013 Glycerol inclusion in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 19: 211-217. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2012.00968.x>
- OLABUENAGA, S. E. 2000 Fish immune system. *Gayana (Concepcion)*, 64 (2): 205-2015.
- PARAMASHIVAPPA, R.; KUMAR, P. P.; VIPHAYATHIL, P. J.; RAO, A. S. 2001 Novel method for isolation of major phenolic constituents from cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut shell liquid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (5): 2548-2551. [10.1021/jf001222j](https://doi.org/10.1021/jf001222j)
- RADHAKRISHNAN, S.; BHAVAN, P. S.; SEENIVASAN, C.; SHANTHI, R.; PONNGODI, R. 2013 Influence of medicinal herbs (*Alteranthera sessilis*, *Eclipta alba* and *Cissus quadrangularis*) on growth and biochemical parameters of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenberguii*. *Aquaculture international* 22 (2): 551-572. <https://doi.org/10.1007/s10499-013-9666-1>
- SACCOL, E. M. H.; UCZAY, J.; PÊS, T. S.; FINAMOR, I. A.; OURIQUE, G. M.; RIFFEL, A. P. K.; SHIMIDT, D.; CARON, B. O.; HEINZMANN, B. M.; LLESUY, S. F.; LAZZARI, R.; BALDISSEROTO, B.; PAVANATO, M. A. 2013 Addition of *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown essential oil to the diet of the silver catfish: An analysis of growth, metabolic and blood parameters and the antioxidant response. *Aquaculture*, 416: 244-254. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.09.036>
- SEKKIN, S.; KUM, C. 2011 *Antibacterial drugs in fish farms: application and its effects*. In: ARAL, F.; DUGU, Z. *Recent advances in fish farms*. Rijeka, Croatia: InTech, 262 p.
- SIES, H.; STAHL, W.; SEVANI, A. 2005. Nutritional, dietary, and postprandial oxidative stress. *The Journal of Nutrition*, 135(5): 969-972. [10.1093/jn/135.5.969](https://doi.org/10.1093/jn/135.5.969)

- SILVA, F. V.; SARMENTO, N. D. A. F.; VIEIRA, J. S.; TESSITORE, A. J. A.; OLIVEIRA, L. L. S.; SARAIVA, E. P. 2009 Características morfométricas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias-do-Nilo em diferentes faixas de peso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38 (8): 1407-1412.
- SOUZA, M. L. R.; MARANHÃO, T. C. F. 2001 Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem de tilápias do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. *Acta Scientiarum*, 23 (4): 897-901. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v23i0.2643>
- STATSOFT, Inc. 2005. *Statistica* (data analysis software system), version 7.1. STATSOFT, Inc. www.statsoft.com
- TAVECHIO, W. L. G.; GUIDELLI, G.; PORTZ, L. 2009 Alternativas para a prevenção e o controle de patógenos em piscicultura. *Boletim do Instituto da Pesca*, 35 (2): 335-341.
- TREVISAN, M. T. S.; PFUNDSTEIN, B.; HAUBNER, R.; WURTELE, G.; SPIEGELHALDER, B.; BARTSCH, H.; OWEN, R. W. 2006 Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidante capacity. *Food and Chemical Toxicology*, 44 (2): 188-197. [10.1016/j.fct.2005.06.012](https://doi.org/10.1016/j.fct.2005.06.012)
- UNIÃO EUROPÉIA. REGULAMENTO (CE) N. 429/2008 DA COMISSÃO de 25 de Abril de 2008. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/food_safety/animal_nutrition/112037d_en.htm> e <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:133:0001:0065:PT:PDF>>. Acesso em: 03 mar.2018.
- VALERO, M. V.; FARIAS, M. S.; ZAWADZKI, F., PRADO, R. M.; FUGITA, C. A.; RIVAROLI, D. C.; ORNAGHI, M. G.; PRADO, I. N. 2016 Feeding propolis or essential oils (cashew and castor) to bulls: performance, digestibility, and blood cell counts. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 29: 33-42. [10.17533/udea.rccp.v29n1a04](https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v29n1a04)
- VICENTINI, C. A.; FRANCESCHINI-VICENTINI, I. B.; BOMBONATO, M. T. S.; BERTOLUCCI, B.; LIMA S. G.; SANTOS, A. S. 2005 Morphological study of the liver in the teleost *Oreochromis niloticus*. *International Journal of Morphology*, 23 (3): 211-16.
- ZAKÉS, Z.; KOWALSKA, A.; DEMSKA-ZAKĘŚ, K.; JENEY, G.; JENEY, Z. 2008 Effect of two medicinal herbs (*Astragalus radix* and *Lonicera japonica*) on the growth performance and body composition of juvenile pikeperch Sander lucioperca (L.). *Aquaculture Research*, 39 (11): 1149-1160. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01977.x>
- ZELIKOFF, J.T. 1998 Biomarkers of immunotoxicity in fish and other non-mammalian sentinel species: predictive value for mammals? *Toxicology*, 129 (1): 63-71.
- ZEPPENFELD, C. C.; HERNÁNDEZ, D. R.; SANTINÓN, J. J.; HEINZMANN, B. M.; DA CUNHA, M. A.; SHIMIDT, D.; BALDISSEROTTO, B. 2016. Essential oil of *Aloysia triphilla* as feed additive promotes growth of silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Aquaculture Nutrition*, 22: 933-940. <https://doi.org/10.1111/anu.12311>
- ZHAI, S. W.; LIU, S. L. 2016 Effects of dietary Quercetin on growth performance, serum lipids level and body composition of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Italian Journal of Animal Science*, 12 (85): 523-527. <https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e85>