



Revista Agrarian

ISSN: 1984-2538

Índice de acidez do óleo de peixe na nutrição de alevinos de tilápia

Fish oil acidity index on nutrition of tilapia fingerlings

Tatiane Andressa Lui¹, Jakeline Marcela Azambuja de Freitas¹, Fabio Bittencourt¹, Jackeline Marcante Dallagnol¹, Dacley Hertes Neu², Wilson Rogério Boscol¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste. Rua da Faculdade, 645 - Jardim La Salle, Toledo - PR, 85903-000, email: taty_lui@hotmail.com

²Universidade Federal da Grande dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias/FCA

Recebido em: 04/08/2017

Aceito em: 23/10/2017

Resumo: Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes índices de acidez do óleo de peixe na nutrição de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*). Para tanto, 160 alevinos com peso médio de 29,49 ± 1,29 g e comprimento total inicial médio 11,87 ± 0,13 cm, respectivamente, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em 16 hapas com 0,15 m³ de volume útil dispostos em um tanque de concreto com capacidade volumétrica de 25 m³. Foram elaboradas quatro rações extrusadas, sendo uma a base de óleo de soja (controle) com índice de acidez de 0,24, e três rações a base de óleo de peixe com índices de acidez de 1,48; 6,40 e 9,85. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia até a saciedade aparente. Foram avaliados o desempenho produtivo, a composição centesimal e as características hematológicas dos animais. Ao final do período experimental observou-se que os parâmetros analisados não foram influenciados pelos índices de acidez avaliados (P>0,05). Portanto, o óleo de peixe pode ser fornecido aos animais independente de seu índice de acidez, sem proporcionar diferenças no desempenho zootécnico.

Palavras-chave: Aquicultura, lipídeos, nutrição de peixes, *Oreochromis niloticus*

Abstract: The aim of the present work was to evaluate the influence of different fish oil acidity index on nutrition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. So, we used 160 fingerlings with average total initial weight and length of 29.49 ± 1.29 g and 11.87 ± 0.13 cm, respectively, distributed in a completely random design in 16 cages with 0,15 m³ of useful volume, arranged in a masonry tank with 25 m³ of useful volume. We elaborated four extruded diets being one based on soybean oil (control) with acidity level of 0.24; and three diets based on fish oil with acidity indexes of 1.48; 6.40 and 9.85. The fish were fed four times a day until the apparent satiety. We evaluated the performance, the carcass chemical composition and the hematological parameters of the animals. At the end of the experimental period we observed that all evaluated parameters did not been influenced by the acidity indexes evaluated (P>0.05). Therefore, the fish oil can be offer to the animals regardless of its acidity index without provide difference on fish performance.

Key-words: Aquaculture, lipids, fish nutrition, *Oreochromis niloticus*

Introdução

A aquicultura é uma atividade zootécnica que tem apresentado, nos últimos anos, elevado ritmo de crescimento condicionado a uma maior intensificação dos sistemas de produção, proporcionando ao setor maiores índices de produtividade. Diante desse cenário, a área de nutrição tem sido enfoque de inúmeras pesquisas permitindo a formulação e o processamento de

dietas nutricionalmente completas e economicamente viáveis (Cyrino et al., 2010).

Salienta-se, no entanto, que em sistemas intensivos de criação esse aspecto assume maior relevância, pois nessas condições o alimento se constitui na única fonte de nutrientes dos animais (Gonçalves et al., 2007). Com isso, a aquisição de ingredientes com alto padrão de qualidade se torna condição necessária na formulação das dietas para que se obtenham resultados efetivos





sobre o desempenho zootécnico dos animais criados em cativeiro.

Os lipídeos podem ser utilizados na alimentação dos peixes, pois fornecem uma quantidade considerável de energia e de ácidos graxos essenciais (Steffens, 1987). Os lipídios podem ser encontrados na forma de óleos ou gorduras (Ramalho e Suarez, 2013), e estes produtos, sob determinadas circunstâncias, podem sofrer alterações em algumas características, sendo uma delas o índice de acidez (Jorge et al., 2005). Tal fato acarreta em impactos sobre seu preço, no aproveitamento de algumas indústrias (Araújo et al., 2006) e no desenvolvimento de algumas espécies de animais, influenciando a palatabilidade do produto final, devido à rancificação (Yuyama et al., 2008) da dieta.

A qualidade das fontes energéticas empregadas na formulação de rações, especificamente o uso de óleos e gorduras, deve ser avaliada no intuito de verificar possíveis influências sobre o desempenho dos peixes. Esse aspecto assume maior relevância ao se tratar de espécies importantes no cenário da aquicultura, a exemplo da tilápia do Nilo, que tem se destacado principalmente pela sua rusticidade, crescimento rápido, por produzir um filé com boa aceitação de mercado (Furuya et al., 2005), por apresentar versatilidade de cultivo (Meurer et al., 2002) e fácil aceitação de rações durante todos os estágios do cultivo.

Além disso, os efeitos que determinados nutrientes e/ou condições de cultivo podem causar sobre os estados de higidez dos peixes também devem ser avaliados. Portanto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo, composição centesimal e perfil eritrocitário de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo óleos com diferentes índices de acidez.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido na estufa experimental do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura/GEMAq da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste – *Campus* de Toledo - PR. Foram utilizados 160 juvenis de tilápia com peso de $29,49 \pm 1,29$ g e comprimento total inicial médio e $11,87 \pm 0,13$ cm, respectivamente, distribuídos em 16 hapas de malha plástica de 1 x 4 mm com $0,15$ m³ de volume útil (40 cm x 40 cm

x 70 cm de comprimento, largura e altura/profundidade, respectivamente), dispostos em um tanque de concreto com capacidade para 25 m³ de água com sistema de aeração constante.

Foram elaboradas rações extrusadas isocalóricas, isofosfóricas e isocalcíticas contendo óleos com quatro diferentes índices de acidez (IA) (Tabela 1), sendo uma referência à base de óleo de soja (IA 0,24), e três rações a base de óleo de peixe (IA 1,48), (IA 6,40), (IA 9,85). O índice de acidez foi mensurado por diferença de pH segundo normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Tabela 1. Composição percentual e química das rações experimentais contendo diferentes índices de acidez de óleo fornecidas aos juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*).

Ingredientes	(%)
Farelo de soja	30,00
Milho	28,41
Farinha de vísceras de aves	15,00
Arroz quirera	10,00
Farinha de peixe	8,94
Óleo	3,50
Calcário	1,93
Propionato de Cálcio	1,00
Premix ¹	0,50
L-Lisina	0,35
Sal comum	0,30
DL-Metionina	0,05
BHT	0,02
Nutrientes	
Amido	
Cálcio	1,91
Energia digestível	3300,00
Fibra bruta	2,62
Fósforo total	0,86
Gordura	7,19
Lisina	2,07
Metionina	0,64
Proteína bruta	32,00



¹Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D3 - 250.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K3 - 500 mg; vit. B1 - 1.500 mg; vit. B2 - 1.500 mg; vit. B6 - 1.500 mg; vit. B12 - 4.000 mg; ác. fólico - 500 mg; pantotenato Ca - 4.000 mg; vit. C - 10.000 mg; biotina - 10 mg; Inositol - 1.000; nicotinamida - 7.000; colina - 10.000 mg; Co - 10 mg; Cu - 1.000 mg; Fe - 5.000 mg; I - 200 mg; Mn - 1500 mg; Se - 30 mg; Zn - 9.000 mg.

Os ingredientes foram moídos em moinho tipo martelo com peneira de 0,5 milímetros de diâmetro, pesados, homogeneizados, umedecidos para posterior processamento em extrusora Ex-Micro[®], e submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada a 55 °C por 24 horas. A distribuição dos tratamentos foi em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo uma unidade experimental composta por um tanque contendo 10 peixes.

Estas rações foram armazenadas em recipientes plásticos e pesadas para avaliar o consumo total durante a realização do experimento. O arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia (08h00min, 11h00min, 14h00min, 17h00min) e ofertado até a saciedade aparente dos animais durante um período de 30 dias.

Os parâmetros físicos e químicos da água como pH, oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹) e condutividade elétrica (μS.cm⁻¹) foram aferidos semanalmente através de potenciômetros digitais portáteis e a temperatura da água (°C) foi mensurada duas vezes ao dia, pela manhã e a tarde, com o auxílio de um termômetro.

Ao final do período experimental os animais foram mantidos em jejum por 24 horas para o esvaziamento do trato digestório. Posteriormente foram capturados 3 peixes de cada unidade experimental para a coleta de sangue. Para tanto os animais foram anestesiados com Benzocaína a 75 ml.L⁻¹(Gomes et al., 2001) e, em seguida, foi coletado sangue com o auxílio de uma seringa descartável na linha lateral na região caudal do peixe. Essas análises foram efetuadas no Laboratório de Tecnologia do Pescado do GEMAq.

Essa alíquota foi destinada à contagem do número de eritrócitos em câmara de Neubauer sob microscópio óptico com objetiva de 40 vezes após a diluição do sangue com líquido de Hayem

(Collier, 1944). A determinação da concentração de hemoglobina (HB) foi realizada segundo metodologia descrita por Collier (1944). Para a determinação do hematócrito (HT) utilizou-se o método preconizado por Goldenfarb et al. (1971) e os valores encontrados foram expressos em percentual do volume total de sangue.

O volume corpuscular médio (VCM), concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM) e hemoglobina corpuscular média (HCM) foram realizadas segundo método Wintrobe (1934).

Em seguida, todos os animais foram medidos e pesados. Os parâmetros avaliados foram peso final (PF), sobrevivência (SOB), ganho em peso (GP), conversão alimentar (CA), taxa de crescimento específico (TCE), gordura visceral (GV) e índice hepatossomático (IHS). Para tanto, os animais foram pesados em balança semi-analítica, anestesiados em benzocaína (240 mg.L⁻¹), de acordo com metodologia descrita por Okamura et al., (2010), abertos na região ventral e eviscerados. As vísceras de cinco peixes de cada repetição foram colocadas em placas de Petri nas quais foram efetuadas a separação da gordura entremeada às vísceras e do fígado, tecidos que foram coletados para cálculos da porcentagem de gordura visceral e índice hepatossomático.

As carcaças, junto com as vísceras dos peixes foram separadas e armazenadas sob refrigeração para a realização das análises da composição química segundo metodologia descrita na AOAC (2005) tendo sido avaliadas a umidade (UM), a proteína bruta (PB), os lipídeos (LP) e as cinzas (CZ).

Os dados referentes aos parâmetros avaliados foram tabulados e submetidos aos testes de homogeneidade de Levene, normalidade de Shapiro-Wilk e análise de variância de uma via (*One-way ANOVA*) por meio do protocolo GLM do programa estatístico Statistic 7.1 (2005).

Resultados

Os parâmetros de qualidade da água durante o período experimental foram de: temperatura 27,73 ± 1,60 °C, condutividade elétrica 146,67 ± 3,66 μS.cm⁻¹, oxigênio dissolvido 2,45 ± 0,05 mg.L⁻¹ e pH 7,00 ± 0,16.



O desempenho produtivo dos juvenis de tilápia não foi influenciado significativamente

($P>0,05$) entre as rações contendo os diferentes índices de acidez do óleo (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros de desempenho produtivo de juvenis da tilápia (*Oreochromis niloticus*), alimentadas com rações contendo diferentes níveis de acidez de óleo.

Parâmetros*	Índices de acidez de óleo				Valor P
	0,24	1,48	6,4	9,85	
PI (g)	28,44±1,30	29,65±0,85	30,24±1,53	29,61±1,09	0,26
PF (g)	44,84±3,39	48,90±6,40	47,68±5,02	51,64±2,67	0,26
SOB (%)	100,00	100,00	97,50±5,00	95,00±5,77	0,24
GP (g)	16,40±4,29	19,25±6,46	17,43±5,03	22,03±2,55	0,40
CA	2,01±0,50	1,72±0,57	2,09±0,59	1,43±0,17	0,26
TCE (% ao dia)	1,51±0,36	1,65±0,44	1,51±0,37	1,85±0,18	0,49
GV (%)	1,73±0,66	1,89±0,60	1,80±0,36	1,63±0,12	0,89
IHS (%)	2,11±0,51	2,41±0,44	2,33±0,58	1,91±0,20	0,42

*PI = Peso inicial; PF = Peso final; SOB = sobrevivência; GP = Ganho em peso; CA = Conversão alimentar; TCE = Taxa de crescimento específico; GV = Gordura visceral; IHS = Índice hepatossomático. Não houve diferença entre os índices de acidez para as variáveis ($P>0,05$).

Os valores da composição centesimal da carcaça dos animais estão apresentados na Tabela 3. Os índices de acidez dos óleos não foram determinantes para que os parâmetros de umidade,

proteína, lipídeos e cinzas apresentassem diferenças estatísticas ($P>0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 3. Composição centesimal dos juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) alimentados com fontes de óleos contendo diferentes índices de acidez.

Parâmetros* (%)	Índices de acidez de óleo				Valor P
	0,24	1,48	6,40	9,85	
Umidade	73,83±1,67	74,32±0,57	73,91±1,55	74,65±0,57	0,88
Proteína	15,71±1,04	15,61±0,53	15,06±0,50	14,85±0,47	0,79
Lipídeos	6,28±1,37	5,82±0,81	6,53±1,42	6,18±0,71	0,55
Cinzas	4,45±0,48	4,42±0,28	4,32±0,37	4,08±0,11	0,60

*Não houve diferença entre os índices de acidez para as variáveis ($P>0,05$).

Os parâmetros eritrocitários dos juvenis de tilápia do Nilo não apresentaram diferenças

estatísticas ($P>0,05$) devido aos distintos níveis de acidez nos óleos utilizados (tabela 4).



Tabela 4. Parâmetros eritrocitários dos juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) alimentados com distintos índices de acidez de óleo.

Parâmetros	Índices de acidez de óleo				Valor P
	0,24	1,48	6,40	9,85	
ET ($\times 10^6 \mu\text{l}$)	2,27 \pm 0,37	2,59 \pm 0,35	2,34 \pm 0,49	2,16 \pm 0,26	0,46
HT (%)	43,58 \pm 8,33	42,75 \pm 2,44	45,25 \pm 5,08	44,79 \pm 0,91	0,89
HB (g/dL)	8,60 \pm 0,28	8,94 \pm 1,00	8,55 \pm 1,15	9,40 \pm 0,35	0,62
VCM (μm^3)	215,49 \pm 78,29	196,60 \pm 38,81	199,50 \pm 45,05	166,06 \pm 13,35	0,77
CHCM (g/dL)	19,62 \pm 3,05	20,53 \pm 2,24	19,17 \pm 3,87	21,99 \pm 1,11	0,61
HCM (μg)	40,54 \pm 7,05	40,19 \pm 7,84	37,12 \pm 4,57	36,59 \pm 4,41	0,52

ET = eritrócito; HT = hematócrito; HB = hemoglobina; VCM = volume corpuscular médio = (Hematócrito \times 10) / Eritrócitos; CHCM = concentração de hemoglobina corpuscular média = (Hemoglobina \times Hematócrito) / 100; HCM = hemoglobina corpuscular média. Não houve diferença entre os índices de acidez para as variáveis ($P > 0,05$).

Discussão

Durante o período experimental, os valores dos parâmetros de qualidade da água apresentaram-se dentro dos limites recomendados para o cultivo de peixes de clima tropical (Boyd, 1990; Sipaúba Tavares, 1995; Diemer et al., 2010), com exceção do oxigênio dissolvido. Segundo Ono & Kubitzka (2003), níveis de oxigênio dissolvido abaixo de 5 mg.L^{-1} podem levar a redução do consumo alimentar e do crescimento dos peixes. Contudo, mesmo pelo baixo teor disponível de oxigênio dissolvido verificado nos horários das medições, os peixes continuaram consumindo o alimento fornecido e, ganhando mais de meio grama de peso ao dia. Os valores de pH da água encontram-se dentro dos níveis adequados, que segundo El-Sherif & El-Feky (2009), para tilápia do Nilo estão na faixa compreendida entre 7 e 8, com redução de crescimento em águas com pH mais alcalino (Rebouças et al., 2015).

Avaliando o desempenho zootécnico apresentado pelos peixes durante 30 dias de criação, verifica-se que o aumento do índice de acidez dos óleos de peixe na alimentação dos alevinos de tilápia proporcionou semelhanças no desempenho produtivo dos animais alimentados com a dieta contendo o óleo de soja. Para a formulação das rações foi utilizado 3,5% dos diferentes óleos, o que é próximo ao recomendado por Meurer et al. (2002), de 3,0%. Quando o óleo é incluso na ração exageradamente, ou não é

processado corretamente, pode ocorrer o acúmulo de gordura visceral, característica indesejável, pois diminui o rendimento do filé e como consequência, diminui o valor comercial do pescado (Meurer et al., 2002). Todavia, a ração fornecida aos peixes, provavelmente, supriu as necessidades de manutenção sem ocorrer uma elevada taxa de deposição de gordura visceral, demonstrado pelos baixos índices que variaram de 1,63 a 1,89% do peso corporal.

Lui et al. (2012) testando os mesmos óleos e níveis de índice de acidez na dieta de juvenis de pacu (0,24; 1,48; 6,40 e 9,85) verificaram que não houve diferenças para o desempenho zootécnico. Isso demonstra, portanto, a capacidade com que os peixes possuem de aproveitar diversas fontes de óleo bem como o aumento nos índices de acidez.

Boran et al. (2006) relatam que os óleos a base de pescados que apresentam elevado teor de ácidos graxos insaturados são sensíveis à deteriorações hidrolíticas e especificamente, oxidativas, dependendo de sua condição de armazenamento. Provavelmente, os óleos com maior índice de acidez estavam armazenados por maior período de tempo, mesmo assim, a elevação da acidez não foi suficiente para influenciar o desempenho, composição centesimal e o perfil sanguíneo dos peixes do experimento.

Segundo o NRC (2011) a tilápia do Nilo apresenta exigência de 0,5% de ácido linoléico, da família Omega 6, e tanto o óleo de soja (Rostagno



et al., 2005) como o óleo de tilápia (Boscolo & Feiden, 2007) utilizados no presente estudo são boas fontes deste nutriente, atendendo a exigência dos animais. Além disso, a dieta foi elaborada para atender a exigência em todos os requisitos dos animais, portanto, se houvesse algum problema seria em decorrência dos índices de acidez avaliados, e desta forma, podemos destacar que não houve dano ao crescimento dos peixes proporcionado por este item.

Para os valores de composição centesimal, não foram apresentados diferenças estatísticas entre os diferentes níveis de acidez do óleo, semelhante ao descrito por Lui et al (2012), para os juvenis de pacu, em que, fornecendo óleo de soja e óleos de peixe com índices de acidez crescentes não verificaram a capacidade deste item modificar a composição centesimal da carcaça dos peixes.

Segundo Ribeiro et al. (2008) os teores de umidade e cinza não diferiram com a suplementação de óleos (oliva, milho, soja, linhaça e peixe). No entanto, quanto aos teores de lipídeos (8,30 a 15,68%) e proteína bruta (47,20 a 64,31%) houve alterações significativas ($P < 0,05$). Segundo os mesmos autores, óleos com maior nível de ácidos graxos poliinsaturados como óleo de peixe e linhaça proporcionaram os menores teores de gordura corporal. O teor de gordura pode ser influenciado pelo perfil de ácidos graxos dos óleos utilizados nas rações, pois estes podem influenciar a capacidade lipogênica nos tecidos, fato este que não foi observado no atual estudo.

Os óleos podem influenciar a composição lipídica da carcaça (Neu et al., 2013), contudo, no presente estudo foi incorporado a mesma quantidade, 3,5%, modificando apenas o índice de acidez. Portanto, a composição lipídica das rações ficou semelhante entre todos os tratamentos testados. A energia disponível na dieta permaneceu dentro da faixa recomendada por Boscolo et al. (2006). Logo, as tilápias estavam mantidas em condições de atenderem as exigências para crescimento e manutenção sem ocorrer deposição de gorduras, fato comprovado pela composição centesimal e pela porcentagem de gordura visceral.

Com relação aos parâmetros sanguíneos avaliados observa-se que a acidez do óleo não prejudica a saúde dos animais. Tampouco foi

observado diferenças entre as fontes, soja e peixe. Isso pode estar ocorrendo devido aos óleos, embora com alto nível de acidez, não estarem oxidados, dessa forma não propiciam prejuízos hematológicos aos juvenis de tilápia.

Os valores médios dos parâmetros hematológicos encontrados apresentam-se ligeiramente superior aos verificados por Araújo et al., (2011) que estudou tilápias no período anterior ao estresse causado pelo frio. Os valores observados para a série vermelha parecem não estar relacionados à dieta consumida e sim às variações ambientais impostas ao sistema de criação. Nesse sentido todos os peixes ficam sob um mesmo determinado sistema, com oxigenação e renovação de água constante, isso pode ter contribuído para os valores hematológicos serem semelhantes estatisticamente.

Os exames hematológicos são necessários para se caracterizar fisiologicamente uma espécie, através do seu quadro de comportamento normal, em seu ambiente natural, e posteriormente, extrapolar esses resultados para trabalhos a campo (Tavares-Dias et al., 2002; Garcia e Moraes, 2009). Contudo, mais resultados são necessários com o intuito de verificar a relação entre alimentação, sistema de produção e estado de higidez dos peixes cultivados.

Conclusão

Os diferentes índices de acidez do óleo incluído na ração não proporcionaram diferenças no desempenho zootécnico, na composição centesimal e no perfil eritrocitário dos alevinos de tilápia do Nilo.

Referências

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official Methods of Analysis of the AOAC. 18.ed. Gaithersburg, M.D, USA. 2005.

ARAÚJO, D.M.; PEZZATO, A.C.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; NAKAGOME, F.K. Hematologia de tilápias-do-Nilo alimentadas com dietas com óleos vegetais e estimuladas pelo frio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 294-302, 2011.

ARAÚJO, J.B.; SEVERINO, L.S.; LUCENA, A.M.A.; OLIVEIRA FREIRE, M.A.;



- GUIMARÃES, M.M.B.; BELTRÃO, N.E.M. Índice de acidez do óleo de quatro cultivares de mamona extraído por mini prensa laboratorial. In: Anais do 2º Congresso Brasileiro de Mamona, 2006. Aracajú, SE. **Anais...** 2º Congresso Brasileiro de Mamona, 2006. v, 1, p. 1-4.
- BORAN, G.; KARAÇAM, H.; BORAN, M. Changes in the quality of fish oils due to storage temperature and time. **Food Chemistry**, v. 98, p. 693-698, 2006.
- BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. Industrialização de tilápias. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2007. 272p.
- BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.; SIGNOR, A.A.; BARD, J.J.; ISHIDA, F.A. Energia digestível para alevinos de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 629-633, 2006.
- BOYD, C. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama: Birmingham Publishing, 1990. 482p.
- COLLIER, H.B. The standardization of blood haemoglobin determinations. **Canadian Medical Association Journal**, v.50, p.550-552, 1944.
- 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.
- DIEMER, O.; NEU, D.H.; FEIDEN, A.; LORENZ, E.K.; BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W.R. Dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambientes de criação de peixes em tanques-rede. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, p. 24-31, 2010.
- EL-SHERIF, M.S.; EL-KEFY, A.M.I. Performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. I. Effect of pH. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 11, p. 297-300, 2009.
- FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G.; SANTOS, V.G.; SILVA, L.C.R.; SILVA, T.C.; FURUYA, V.R.B.; SALES, P.J.P. Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Redução dos Níveis de Proteína em Dietas para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1433-1441, 2005.
- GARCIA, F.; MORAES, F.R. Hematologia e sinais clínicos de *Piaractus mesopotamicus* infectados experimentalmente com *Aeromonas hydrophila*. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 31, p. 17-21, 2009.
- GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, v.56, p.35-39, 1971.
- GOMES, L.C.; CHIPPARI-GOMES, A.R.; LOPES, N.P.; ROUBACH, R.; ARAÚJO-LIMA, A.R.L. Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 32, n. 4, p. 426-431, 2001.
- GONÇALVES, J.S.; PEZZATO, L.E.; PADILHA, P.M.; BARROS, M.N. Disponibilidade aparente do fósforo em alimentos vegetais e suplementação da enzima fitase para tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1473-1480, 2007.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos, v.1, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 245-246.
- JORGE, N.; SOARES, B.B.P.; LUNARDI, V.M.; MALACRIDA, C.S. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 947-951. 2005.
- LUI, T.A.; BITTENCOURT, F.; NEU, D.H.; DALLAGNOL, J.M.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. Índice de acidez del aceite de pez en la nutrición de alevines de pacú *Piaractus mesopotamicus*. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 236, p. 517-524, 2012.
- MEURER, F., HAYASHI, C., BOSCOLO, W.R., SOARES, C.M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 566-573, 2002.
- NEU, D.H.; FURUYA, W.M.; BOSCOLO, W.R.; POTRICH, F.R.; LUI, T.A. FEIDEN, A. Glycerol inclusion in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis*



- niloticus*) juveniles. **Aquaculture Nutrition**, v. 19, p. 211-217, 2013.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of fish and shrimp. Washington, D.C.: National Academy Press, 2011. 376p.
- OKAMURA, D.; ARAUJO, F.G.; VIEIRA E ROSA, P.; FREITAS, R.T.F.; MURGAS L.D.S.; CESAR, M.P. Influencia da concentração de benzocaína e do comprimento dos peixes na anestesia e na recuperação de tilápias-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 971-976, 2010.
- ONO, E. A.; KUBITZA, F. Cultivo de Peixes em Tanques-rede. Jundiaí: Kubitza, 2003. 112 p.
- RAMALHO, H.F.; SUAREZ, P.A.Z. A química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. **Revista Virtual de Química**, v. 5, p. 2-15, 2013.
- REBOUÇAS, V.T.; LIMA, F.R.S.; CAVALCANTE, D.H.; CARMO E SÁ, M.V. Tolerance of Nile tilapia juveniles to highly acidic rearing water. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 37, p. 227-233, 2015.
- RIBEIRO, P.A.P.; LOGATO, P.V.R.; PAULA, D.A.J.; COSTA, A.C.; MURGAS, L.D.S.; FREITAS, R.T.F. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1331-1337, 2008.
- ROSTAGNO, H.S. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV. 2005, 252p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.S. Limnologia aplicada a aquicultura. Jaboticabal: Funep, 1995. 72p.
- STATSOFT, INC. 2005. Statistica (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.
- STEFFENS, W. Principios fundamentales de la alimentación de los peces. Zaragoza: Acribia. 1987. 275 p.
- TAVARES-DIAS, M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G.; MORAES, F.R. Características hematológicas de teleosteos brasileiros. IV. Variáveis do jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). **Ciência Rural**, v. 32, p. 693-698, 2002.
- WINTROBE, M.M. Variations on the size and haemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. **Folia Haematologica**, v.51, p.32-49, 1934.
- YUYAMA, L.K.O.; MAEDA, R.N.; PANTOJA, L.; AGUIAR, J.P.L.; MARINHO, H.A. Processamento e avaliação da vida de prateleira do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v. 28, n. 2, p. 408-412, 2008.