

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

JONATHAN WILLIAM ANDRADE RIBEIRO

DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DA CARNE DE TILÁPIAS DO NILO
NA TERMINAÇÃO ALIMENTADAS COM DIFERENTES FONTES E NÍVEIS DE
ÓLEOS

PONTA GROSSA
2017

JONATHAN WILLIAM ANDRADE RIBEIRO

DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DA CARNE DE TILÁPIAS DO NILO
NA TERMINAÇÃO ALIMENTADAS COM DIFERENTES FONTES E NÍVEIS DE
ÓLEOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para aprovação
na disciplina de Orientação de Trabalho de
Conclusão de Curso na Universidade
Estadual de Ponta Grossa, Área de
Zootecnia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Valéria Rossetto
Barriviera Furuya

PONTA GROSSA
2017

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde e força para superar as dificuldades.

A minha mãe, Cenira de Jesus Andrade, bem como todos os membros da minha família, pelo constante apoio em todas as decisões.

A Prof^a. Dr^a. Valéria Rossetto Barriviera Furuya, Prof. Dr. Wilson Massamitu Furuya e Prof^a. Dr^a. Marina Tolentino Marinho pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos e integrantes do grupo de pesquisa UEPG *Fish Nutrition*: Allan Vinnicius Urbich, Bianca Letícia Richter, Dayane Cheritt Batista, Fabrício Eugênio de Araújo, Johnny Martins Brito, Karla Miki Tsujii, Marcel Jobbins, Mariana Michelato, Tania Cristina Pontes e Thais Pereira da Cruz.

Em especial aos meus amigos Edson Luis Marchinski e Fabrício dos Santos Andrade, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade, que fizeram parte da minha formação e que continuarão presentes em minha vida.

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo e a qualidade da carne de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes fontes e níveis de óleos. Foram utilizados 144 peixes ($1076,26 \pm 37,15$ g) distribuídos em 12 tanques-rede em um esquema fatorial 2x2, sendo duas fontes (soja ou linhaça) e dois níveis de óleo (15,00 ou 30,00 g/kg de dieta). Os peixes foram alimentados com dieta extrusada com 320,00 g/kg de proteína bruta e 3378,00 kcal/kg de energia digestível e as análises de qualidade de carne foram feitas em dois tempos (um e sete dias pós abate). Peixes alimentados com óleo de linhaça apresentaram melhor conversão alimentar e melhor taxa de eficiência proteica comparados aos peixes alimentados com óleo de soja ($P < 0,05$). Tilápias alimentados com 30,00 g/kg de óleo de linhaça apresentaram maior ganho de peso, consumo de ração e maior rendimento de filé que os alimentados com 15,00 g/kg ou 30,00 g/kg de óleo de soja. Um dia após o abate, peixes alimentados com 30,00 g/kg de linhaça apresentaram filés com maior adesividade. Após sete dias do abate, peixes alimentados com 30,00 g/kg de óleo de soja ou de linhaça apresentaram filés com menor resistência à mastigabilidade. Recomenda-se a inclusão de 30,00 g/kg de óleo de linhaça em dietas para tilápias do Nilo para melhorar o desempenho produtivo e a inclusão de óleo de linhaça para obtenção de filés mais macios e com menor resistência à mastigabilidade.

Palavras-chave: Peixe. Piscicultura. Rendimento de filé. Textura.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the productive performance and meat quality of Nile tilapia fed different sources and levels of oils. A total of 144 fish ($1076.26 \pm 37.15\text{g}$) were distributed into 12 net cages in a 2x2 factorial design, with two sources (soybean or linseed) and two levels of oil (15.00 or 30.00 g/kg diet). The fish were fed to extruded diet containing 320.00 g/kg of crude protein and 3378.00 kcal/kg of digestible energy and the meat quality analyzes were done in two stages (one and seven days after slaughter). Fish fed with linseed oil showed better feed conversion and better protein efficiency compared to fish fed soybean oil diet ($P < 0,05$). Tilapia fed with 30.00 g / kg of linseed oil presented higher weight gain, feed intake and fillet yield than those fed with 15.00 g / kg or 30.00 g / kg of soybean oil. One day after slaughter, fish fed with 30.00 g / kg of linseed presented fillets with greater adhesiveness. After seven days of slaughtering, fish fed with 30.00 g / kg of soybean oil or flaxseed presented fillets with less resistance to chewing. It is recommended the inclusion of 30.00 g / kg of linseed oil in diets for Nile tilapia to improve the productive performance and the inclusion of flaxseed oil to obtain softer fillets and less resistance to chewing.

Keywords: Fish. Fish-farming. Yield of filet. Texture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pag.
Figura 1. Ganho de peso (g) em função da fonte e nível de óleo.....	15
Figura 2. Consumo de ração (g) em função da fonte e nível de óleo.....	15
Figura 3. Rendimento de filé (%) em função da fonte e nível de óleo	15
Figura 4. Gordura visceral (%) em função da fonte e nível de óleo.....	16
Figura 5. Conversão alimentar em função da fonte de óleo	17
Figura 6. Taxa de eficiência proteica em função da fonte de óleo.....	17
Figura 8. Mastigabilidade (N) da carne de tilápias do Nilo um dia pós-abate em função do nível de óleo	19
Figura 7. Adesividade (n.s) da carne de tilápias do Nilo um dia pós-abate em função da fonte e nível de óleo	19
Figura 9. Adesividade (N.s) da carne de tilápias do Nilo sete dias pós-abate em função da fonte e nível de óleo	19
Figura 10. pH da carne de tilápias do Nilo um dia pós-abate em função do nível de óleo.....	19
Figura 12. Mastigabilidade (N) da carne de tilápias do Nilo sete dias pós-abate em função do nível de óleo	21
Figura 11. Dureza (N.s) da carne de tilápias do Nilo sete dias pós-abate em função do nível de óleo	21

LISTA DE TABELAS

	pag.
Tabela 1. Composição da dieta experimental	10
Tabela 2. Desempenho de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes fontes e níveis de óleo.....	14
Tabela 3. Qualidade da carne de tilápia do Nilo um dia pós-abate, em função da fonte e do nível de óleo	18
Tabela 4. Qualidade da carne de tilápia do Nilo sete dias pós-abate, em função da fonte e do nível de óleo	20

SUMÁRIO

	pag.
1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1 Delineamento experimental	10
2.2 Avaliação do desempenho produtivo.....	11
2.3 Qualidade de carne	11
2.4 Delineamento e análise estatística	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4. CONCLUSÕES	22
5. REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

Uma das áreas que mais cresce dentro do agronegócio mundial é a aquicultura, fornecendo aproximadamente 50% de todo o pescado consumido no mundo. A piscicultura ultrapassou, em 2013, a pesca extrativista, estabelecendo um grande avanço para o setor aquícola mundial (FAO, 2016). Esse crescimento é evidenciado pelo aumento *per capita* no consumo de pescado. Em 2014, atingiu o recorde de 20 kg/hab/ano, ultrapassando 19,2 kg consumidos no ano de 2012. A América Latina terá um crescimento de aproximadamente 40% na produção, sendo o Brasil o país que terá o maior desenvolvimento, cerca de 104% até a próxima década (FAO, 2016).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie mais utilizada na piscicultura nacional em função da adaptação, prolificidade e tem fácil aceitação de alimento artificial. Aproveitam muito bem os carboidratos como fonte energética na dieta, originando rações de baixo custo ao produtor. É um peixe que possui carne com boas características sensoriais, fornecendo filés sem a presença de espinhas intramusculares e outros subprodutos de valor agregado. O filé é o principal e mais valorizado produto da industrialização de tilápias e sua composição é influenciada por fatores endógenos e exógenos. Os fatores endógenos são controlados geneticamente e são associados com o ciclo de vida dos peixes, enquanto entre os fatores exógenos destaca-se a disponibilidade e a composição dos alimentos (FURUYA, 2010).

Os lipídeos são importantes fontes de energia que podem ser utilizados na alimentação dos peixes (WILSON, 1998), pois é uma fonte de alimento facilmente encontrada no mercado e que podem fornecer, além da energia, ácidos graxos essenciais (STEFFENS, 1987). A fonte de lipídeos da dieta pode influenciar no crescimento e na conversão alimentar dos peixes. A maior inclusão de lipídeos resulta em menor consumo e, conseqüentemente, melhora a conversão alimentar (STICKNEY e MC GEACHIN, 1983). Desordens metabólicas e patológicas podem ser observadas em peixes alimentados com dietas contendo níveis inadequados de lipídeos, causando perdas econômicas pela piora na diminuição da qualidade da carne (MARTINO e TAKAHASHI, 2001). Isto porque níveis elevados de lipídeos na dieta são depositados no corpo do animal com um todo, inclusive nas vísceras. Estas, por sua vez, tem sua capacidade funcional prejudicada, refletido diretamente na saúde dos peixes.

Cuidados com o acondicionamento, desde o abate até a industrialização e comercialização, objetivam preservar as características físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas próprias do pescado fresco pelo maior tempo possível (HUIDOBRO et al., 2001). A alimentação dos peixes influencia a composição da sua carne, especialmente a fonte e os níveis de lipídeos. Os ácidos graxos provenientes da dieta são transferidos para os peixes através da alimentação e podem ser utilizados no seu metabolismo, armazenados e/ou transformados em outros ácidos (HENDERSON, 1996; ZENEBE et al., 1998).

O óleo de linhaça é rico em ácidos graxos ômega 3, benéfico à saúde humana, por possuir a capacidade de redução da deposição de triglicerídeos corporais, possuir função anti-inflamatórias e antioxidantes. Além disso, uma baixa relação ômega 6/ômega 3 reduz doenças cardiovasculares, câncer e obesidade, sendo a relação ideal próxima de 1:1 (MARTIN, 2006). A composição dos ácidos graxos nos peixes está relacionada com altos níveis de ácido graxos *n*-3 poli-insaturado na ração e, conseqüentemente, a uma boa relação de *n*-3/*n*-6 no músculo (SOUZA, 2002). A adição de óleo de linhaça em dietas para as tilápias melhoram o valor nutricional do conteúdo lipídico da carne fornecendo teores superiores dos ácidos graxos alfa-linolênico (LNA), ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosahexaenoico (DHA), aumentando a somatória de ácidos graxos da família *n*-3, reduzindo o valor das razões *n*-6/*n*-3 e ainda elevando os valores das razões de ácido graxo altamente insaturado/ácido graxo saturado (AGAI/AGS) e ácido graxo poli-insaturado/ácido graxo saturado (AGPI/AGS) (VISENTAINER, 2003).

O óleo de soja é um alimento rico em ácido linoleico, o qual representa cerca de 54% da sua composição (ROSTAGNO, 2000). Sendo assim, o presente trabalho foi realizado a fim de avaliar o desempenho produtivo e a qualidade da carne de tilápias do Nilo na terminação em função da fonte (óleo de soja ou óleo de linhaça) e do nível (15,00 g/kg ou 30,00 g/kg da dieta) de inclusão de óleo na dieta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento experimental

O trabalho foi conduzido na propriedade Pesqueiro Sozim, localizada no município de Ponta Grossa – PR. Foram utilizadas 144 tilápias do Nilo com peso médio de $1076,26 \pm 37,15$ g, adquiridas da piscicultura Grechinski (Irati, PR). Os peixes foram distribuídos em 12 tanques-rede de $1,0 \text{ m}^3$, com 12 peixes em cada tanque. Os tanques foram mantidos em um açude de 0,8 ha, com profundidade média de 2 m e com aeração artificial por meio de aerador tipo “chafariz” (2,0 CV), de forma a manter o teor de oxigênio de 4,0 a 6,0 mg/L. Foi utilizada ração com 320,00 g/kg de proteína bruta e 3378,00 kcal/kg de energia digestível (Tabela 1) de forma a atender às exigências de energia e nutrientes para tilápias em um período de 44 dias (FURUYA, 2010; NRC, 2011).

Tabela 1. Composição da dieta experimental

Item	g/kg
Sorgo baixo tanino	24,00
Farelo de soja	20,00
Milho	14,74
Farinha de penas	12,00
Farelo de trigo	12,00
Farinha de carne e ossos	10,33
Farinha de sangue	4,00
Farinha de vísceras de aves	2,00
Calcário calcítico	0,36
Sal comum	0,35
¹ Suplemento mineral e vitamínico	0,18
DL-metionina	0,04
TOTAL	100,00
Composição calculada	
Matéria seca (%)	91,00
Energia digestível (kcal/kg)	3378,00
² Proteína bruta (%)	32,23
Fibra bruta (%)	3,27
Gordura (%)	4,33
Cálcio (%)	1,62
Fósforo total (%)	0,82

¹Suplemento mineral e vitamínico: composição por kg de dieta: Vit. A = 6.000 UI; vit. D3 = 1.000 UI; vit. E = 60 mg; vit. K3 = 12 mg; vit. B1 = 24 mg; vit. B2 = 24 mg; vit. B6 = 20 mg; vit. B12 = 24 mg; ác. fólico = 6 mg; pantotenato de Ca = 60 mg; vitamina C = 240 mg; biotina = 0,24 mg; colina = 325 mg; niacina = 120 mg; Fe = 50 mg; Cu = 3 mg; Mg = 20 mg; Zn = 30 mg; I = 0,1 mg; Co = 0,01 mg e Se = 0,1 mg;

²De acordo com Furuya et al. (2000).

A dieta foi extrusada na Pratigi Alimentos Ltda (Castro Alves, BA). Foram avaliadas duas fontes de óleo (linhaça e soja) e dois níveis de inclusão (15,00 ou 30,00 g/kg). Os óleos foram aspergidos “*on-top*” nas rações por meio de aspersor manual e a secagem feita sobre bandejas. Os peixes foram alimentados no período das 12:00h às 16:00h, por meio de arraçamento manual até consumo voluntário.

2.2 Avaliação do desempenho produtivo

A avaliação do desempenho produtivo foi realizada no Laboratório de Aquicultura e Fauna Silvestre da Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR. Os peixes foram submetidos a jejum de 24 horas para esvaziar o trato digestório. Após, foram eutanasiados por hipotermia em água e gelo (1:1), pesados individualmente em balança de precisão (0,01 g) e filetados por um único operador, seguindo a metodologia descrita por Souza (2002).

Foram determinadas as variáveis de: ganho de peso (g) = peso final (g) – peso inicial (g); conversão alimentar = ração consumida (g)/ganho de peso (g); sobrevivência = (número de peixes ao final do experimento/número de peixes ao início do experimento) x 100; taxa de eficiência proteica = ganho de peso (g)/proteína consumida (g); gordura visceral = (peso da gordura visceral (g)/peso corporal (g)) x 100; índice hepato-somático = (peso do fígado (g)/ peso corporal (g)) x 100 e rendimento do filé (%) = peso dos filés (g)/peso corporal x 100.

2.3 Qualidade de carne

Para a análise de qualidade de carne, os peixes também passaram por um jejum de 24 horas, foram eutanasiados por hipotermia em água e gelo (1:1), sendo então pesados individualmente em balança de precisão (0,01 g), tendo as variáveis de cor, capacidade de retenção de água (CRA), pH e a textura determinadas em um e sete dias pós-abate.

O pH do filé foi determinado usando, aproximadamente, 250 mg de tecido homogeneizado em 10 mL de água deionizada, utilizando pH-metro de bancada pH METER TEC-2 (TECNAL). A cor instrumental foi realizada na região dorsal e ventral do mesmo filé (músculo branco), totalizando duas leituras por filé, sendo com

colorímetro digital portátil MiniScan EZ (Hunter Lab), previamente calibrado. A cor foi expressa utilizando-se os padrões de cor do sistema CIEL*a*b* - “Comission Internationate de L'Éclairage” (1986): L* (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelho-verde) e b* (intensidade da cor amarela-azul).

A textura da carne de pescado foi determinada por meio da medida do perfil de textura. Para isso, os filés foram cortados em cilindros de dois centímetros de diâmetro por um centímetro de altura na direção das fibras musculares utilizando-se o texturômetro TA.XT plus Texture Analyser (Stable Micro System), equipado com um probe cilíndrico de alumínio de 36 mm de diâmetro. As condições do ensaio foram: velocidade de pré-teste de um mm/s, velocidade de teste de cinco mm/s, velocidade pós-teste de dez mm/s e 30% de compressão da amostra. Foram obtidos os parâmetros de dureza (N), adesividade (N.s) e mastigabilidade (N). A capacidade de retenção de água (CRA) foi analisada de acordo com modificações do método descrito por Romotowska et al., (2016).

2.4 Delineamento e análise estatística

Foi utilizado um delineamento em esquema fatorial 2x2, duas fontes de óleo (soja ou linhaça) e dois níveis de óleo (15,00 ou 30,00 g/kg). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Analisando a ocorrência das interações, e em caso de significância, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando o programa estatístico SAS 9.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água foram monitorados no decorrer do experimento e os valores médios para pH, oxigênio, temperatura, nitrito e nitrato foram 3,99; 3,79 mg/L; 22,9 °C; 0,03 mg/L e 0,77 mg/L, respectivamente. Os valores encontrados para temperatura, nitrito e nitrato estão dentro das faixas recomendadas por Leira et al., (2017) e pela resolução CONAMA n° 357 (2005). O pH, bem como o oxigênio, apresentaram valores relativamente baixos, porém os mesmos não foram limitantes no presente estudo, pois os animais obtiveram bom desempenho.

Não foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) para as variáveis de peso inicial (g), peso final (g), índice hepato-somático e rendimento de carcaça (%). Foi observado interação significativa ($P < 0,05$) da fonte x nível para as variáveis de ganho de peso (g), consumo de ração (g), gordura visceral (g) e rendimento de filé (%) e diferença significativa ($P < 0,05$) na fonte para a conversão alimentar e taxa de eficiência proteica (%) (Tabela 2).

Para ganho de peso e consumo de ração, tilápias alimentadas com dieta contendo óleo de linhaça ao nível de 30,00 g/kg apresentaram valores superiores quando comparada aos demais tratamentos (Figura 1 e Figura 2), já para o rendimento de filé, os peixes alimentados com óleo de linhaça ao nível de 30 g/kg apresentaram valores superiores para esta variável, mas não diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) daquelas alimentadas com óleo de soja e óleo de linhaça ao nível de 15,00 g/kg (Figura 3). Boscolo et al. (2004) trabalhando com tilápias do Nilo com peso inicial de $202,46 \pm 3,96$ g, testou dietas contendo diferentes níveis de óleo de soja (19,00 g/kg, 32,30 g/kg, 45,60 g/kg e 59,00 g/kg) também concluíram que houve aumento no rendimento de filé com o aumento nos níveis de inclusão de óleo na ração. E contrapartida, Anido (2006), trabalhando com substituição de óleo de peixe por diferentes níveis de óleo de linhaça no crescimento e qualidade estrutura da carcaça do jundiá (*Rhamdia quelen*) verificou que o ganho de peso não diferiu significativamente entre os tratamentos e o consumo foi estatisticamente pior com óleo de linhaça.

Tabela 2. Desempenho de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes fontes e níveis de óleo

	Soja		Linhaça		Valor de P		
	15,00 g/kg	30,00 g/kg	15,00 g/kg	30,00 g/kg	Fonte	Nível	Fonte x Nível
PI	1088,12 ± 36,90	1090,25 ± 48,60	1105,00 ± 0,00	1021,67 ± 0,0	0,2487	0,0917	0,0792
PF	1271,51 ± 73,00	1242,69 ± 18,10	1297,91 ± 23,80	1330,30 ± 3,0	0,0700	0,9474	0,2822
GP	183,39 ± 36,20 ^b	152,44 ± 30,40 ^b	192,92 ± 23,70 ^b	308,64 ± 3,0 ^a	0,0023	0,0042	0,0042
CR	320,02 ± 11,30 ^b	326,16 ± 5,50 ^b	288,75 ± 10,80 ^c	428,34 ± 6,3 ^a	0,0009	0,0001	0,0001
CA	1,81 ± 0,30	2,22 ± 0,40	1,51 ± 0,10	1,39 ± 0,00	0,0079	0,3544	0,1127
IHS	4,90 ± 0,10	5,56 ± 0,90	5,29 ± 0,70	4,36 ± 0,80	0,3805	0,7593	0,1108
GV	3,53 ± 0,10 ^b	4,09 ± 0,30 ^{ab}	4,61 ± 0,10 ^a	4,36 ± 0,30 ^a	0,0029	0,2896	0,0237
RC	86,66 ± 1,30	85,97 ± 0,70	86,73 ± 0,30	89,75 ± 3,40	0,0533	0,1968	0,0597
RF	33,33 ± 0,30 ^{ab}	31,72 ± 1,60 ^b	35,15 ± 1,30 ^{ab}	35,66 ± 1,80 ^a	0,0007	0,9020	0,0060
TEP	1,81 ± 0,30	1,51 ± 0,30	2,11 ± 0,20	2,32 ± 0,00	0,0055	0,7967	0,1044

PI= peso inicial (g); PF= peso final (g); GP= ganho de peso (g); CR = consumo de ração (g); CA= conversão alimentar; IHS= índice hepato-somático; GV= gordura visceral (%); RC= rendimento de carcaça (%); RF= Rendimento de filé (%); TEP= taxa de eficiência proteica.

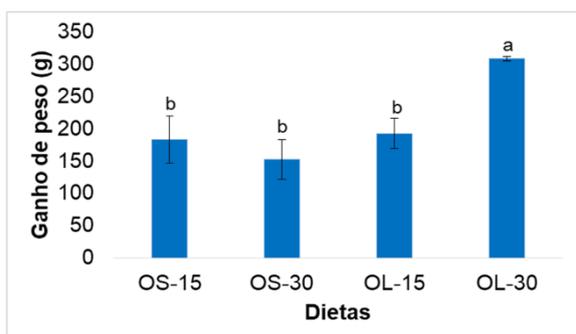


Figura 1. Ganho de peso (g) em função da fonte e nível de óleo

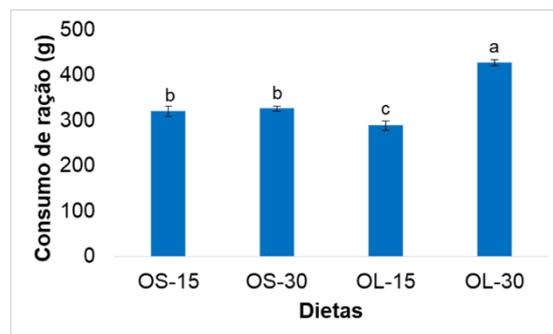


Figura 2. Consumo de ração (g) em função da fonte e nível de óleo

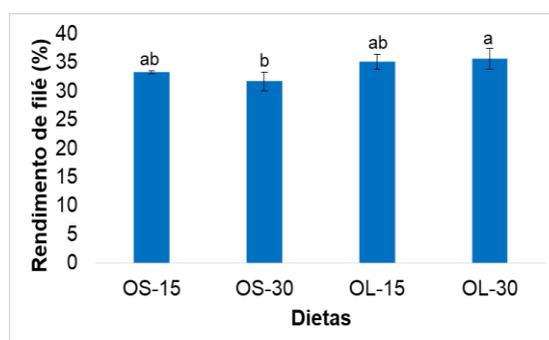


Figura 3. Rendimento de filé (%) em função da fonte e nível de óleo

Ácidos graxo linolênico, da família ômega 3 presentes na linhaça, tem uma importante função relacionada à reguladores hormonais e de crescimento, precursor das conversões enzimáticas em eicosanóides, entre outros. Os eicosanoides, entre diversas funções no organismo, estão associados ao crescimento e diferenciação celular, o que pode explicar o maior ganho de peso e rendimento de filé em relação aos demais tratamentos (LEONARD, et al. 2004).

Em geral, óleos adicionados a dieta são uma das melhores opções para melhorar o desempenho dos monogástricos, pois apresentam elevada densidade energética e alta energia metabolizável, conferindo melhor palatabilidade a ração (LARA, et al., 2005; ROSTAGNO, et al., 2011). López-Ferrer et al. (2001) utilizando diferentes tratamentos com óleo de linhaça associado ao sebo na dieta de aves da linhagem Cobb, observaram consumo superior da ração com maior concentração de óleo de linhaça. Este dado reforça a propriedade de palatabilidade do óleo de linhaça quando incorporado a ração.

Em relação a gordura visceral, valores superiores foram encontrados para tilápias alimentadas com a dieta contendo óleo de linhaça em ambos níveis, mas não diferiram estatisticamente para aquelas alimentadas com dieta contendo óleo de soja ao nível de 30,00 g/kg (Figura 4). Os resultados obtidos por Lanna et al. (2004) estudando os níveis de fibra e óleo nas rações para tilápias em fase de alevinagem ($6,41 \pm 0,05$ g) também condizem com o presente estudo, pois o maior incremento de óleo resultou em maior deposição de gordura visceral nas tilápias.

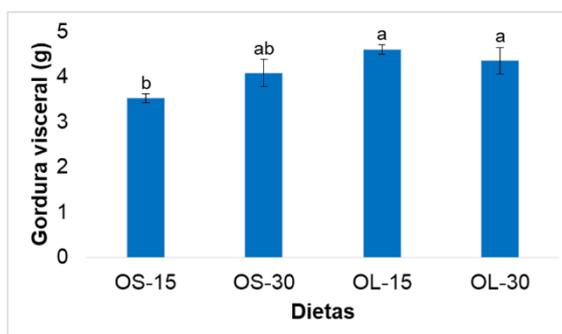


Figura 4. Gordura visceral (%) em função da fonte e nível de óleo

Os óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados por serem absorvidos mais facilmente que os ácidos graxos saturados apresentam maior valor energético. Além disso, seu maior valor energético também se deve à redução de incremento calórico gerado por essas fontes lipídicas. Isso ocorre pois os ácidos graxos poli-insaturados são depositados diretamente nos tecidos e também pela menor capacidade de sofrer lipogênese, favorecendo assim a menor produção de calor metabólico e disponibilizando dessa forma mais energia líquida (FRANCO, et al. 1999).

Observou-se diferença significativa para a fonte de óleo ($P < 0,05$) na conversão alimentar e na taxa de eficiência proteica. Em ambas as variáveis, os peixes que receberam óleo de linhaça obtiveram melhores resultados quando comparados aos que receberam óleo de soja (Figura 5 e Figura 6). O maior valor energético do óleo de linhaça em relação ao óleo de soja parece também colaborar com o presente dado para a conversão alimentar, pois os animais consomem uma dada quantidade de ração e esta já supre sua exigência de manutenção e produção, melhorando assim sua conversão alimentar. Estes dados diferiram do encontrados por Anido (2006), que não registrou diferenças na conversão alimentar e na taxa de eficiência proteica entre os tratamentos, trabalhando com substituição de óleo de

peixe por diferentes níveis de óleo de linhaça para o jundiá (*Rhamdia quelen*). Dados de Ribeiro, et al. (2008) trabalhando com tilápias do Nilo com uso de diferentes óleos vegetais sobre a lipogênese e o perfil lipídico, encontrou valores semelhantes para a eficiência proteica, no qual o teor de proteína depositada no músculo foi maior para óleo de linhaça e óleo de peixe.

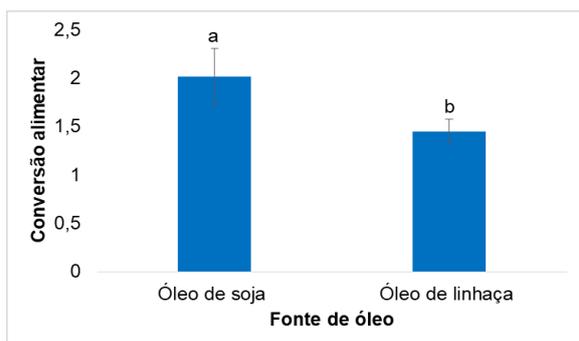


Figura 5. Conversão alimentar em função da fonte de óleo

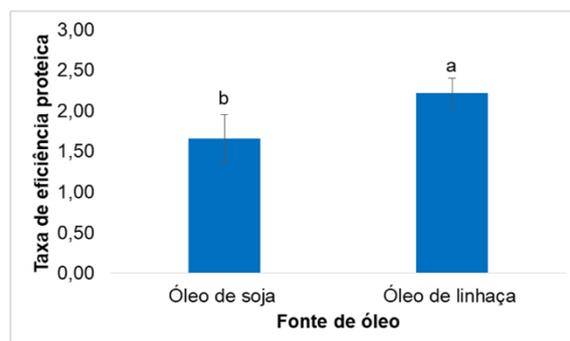


Figura 6. Taxa de eficiência proteica em função da fonte de óleo

Um dia pós-abate foi observado interação (Fonte x Nível) ($P < 0,05$) para a adesividade e diferença significativa para o nível de óleo ($P < 0,05$) na mastigabilidade (Tabela 3). Na adesividade, valores superiores (filés menos adesivos) foram encontrados para tilápias alimentadas com a dieta contendo óleo de linhaça ao nível de 15,00 g/kg, mas não diferiram estatisticamente para aquelas alimentadas com dieta contendo óleo de soja ao nível de 30,00 g/kg (Figura 7). No quesito mastigabilidade, a qual corresponde à energia requerida para mastigar um alimento sólido até a deglutição (CIVILLE et al., 1973), peixes que consumiram 30,00 g/kg de óleo na dieta demonstraram melhores valores (filés mais macios) quando comparados aos que consumiram 15,00 g/kg de óleo (Figura 8). Tal resultado pode ser explicado pelo fato de que os lipídios presentes na carne podem atuar como lubrificante durante a mastigação e deglutição, fornecendo assim a aparente maciez da carne (MURAKAMI, 2009).

Tabela 3. Qualidade da carne de tilápia do Nilo um dia pós-abate, em função da fonte e do nível de óleo

		Soja		Linhaça		Valor de P		
		15,00 (g/kg)	30,00 (g/kg)	15,00 (g/kg)	30,00 (g/kg)	Fonte	Nível	Fonte x Nível
Cor	L*	58,66 ± 1,27	60,19 ± 2,33	59,04 ± 1,66	58,85 ± 1,90	0,7005	0,5939	0,5006
	a*	0,05 ± 0,99	0,31 ± 0,37	0,60 ± 0,65	-0,21 ± 0,83	0,9668	0,5444	0,2502
	b*	7,76 ± 0,10	7,72 ± 0,69	8,36 ± 0,77	8,03 ± 0,49	0,2617	0,6324	0,7067
CRA		92,70 ± 1,06	90,83 ± 1,84	93,89 ± 0,14	97,83 ± 9,48	0,2079	0,7334	0,3557
pH		6,76 ± 0,22	6,56 ± 0,16	6,75 ± 0,22	6,67 ± 0,18	0,3801	0,0505	0,3291
	Dureza (N)	14,99 ± 2,58	13,05 ± 1,88	16,06 ± 4,78	16,01 ± 5,15	0,3993	0,6678	0,6834
Textura	Adesividade (N.s)	-0,14 ± 0,02 ^b	-0,10 ± 0,01 ^{ab}	-0,09 ± 0,03 ^a	-0,26 ± 0,01 ^c	0,0082	0,0030	0,0002
	Mastigabilidade (N)	7,11 ± 0,32	5,63 ± 1,64	8,02 ± 0,88	5,45 ± 1,50	0,6612	0,0435	0,5177

CRA = capacidade de retenção de água; L* = luminosidade; a* = intensidade da cor vermelho-verde; b* = intensidade da cor amarela-azul.

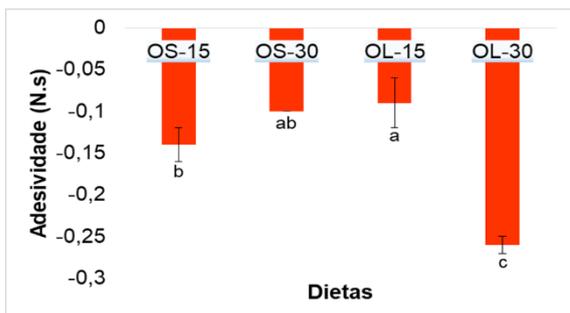


Figura 7. Adesividade (n.s) da carne de tilápias do Nilo um dia pós-abate em função da fonte e nível de óleo

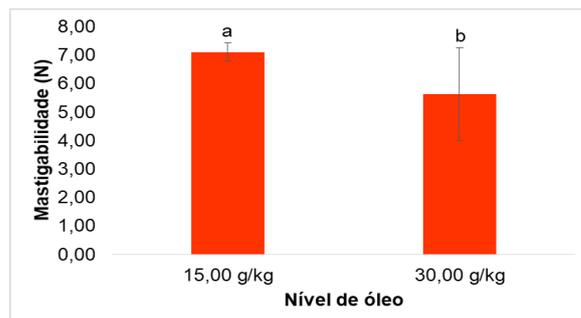


Figura 8. Mastigabilidade (N) da carne de tilápias do Nilo um dia pós-abate em função do nível de óleo

Sete dias pós-abate foi observado interação (Fonte x Nível) ($P < 0,05$) para a variável de textura da carne, no quesito adesividade, e diferença significativa para o nível de óleo ($P < 0,05$) no pH e nas variáveis de textura da carne: dureza e mastigabilidade (Tabela 4). Na adesividade, valores superiores (filés menos adesivos) foram encontrados para tilápias alimentadas com a dieta contendo óleo de soja e linhaça ao nível de 15,00 g/kg, mas não diferiram estatisticamente para aquelas alimentadas com dieta contendo óleo de soja ao nível de 30,00 g/kg (Figura 9). Para pH, dureza e mastigabilidade, peixes que consumiram 30,00 g/kg de óleo na dieta demonstraram melhores valores (menor pH, dureza e mastigabilidade) quando comparados aos que consumiram 15,00 g/kg de óleo (Figura 10, Figura 11 e Figura 12 respectivamente).

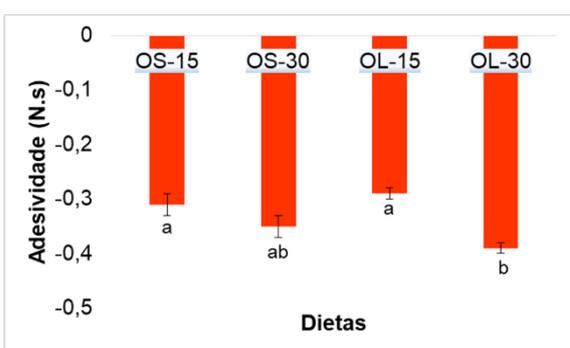


Figura 9. Adesividade (N.s) da carne de tilápias do Nilo sete dias pós-abate em função da fonte e nível de óleo

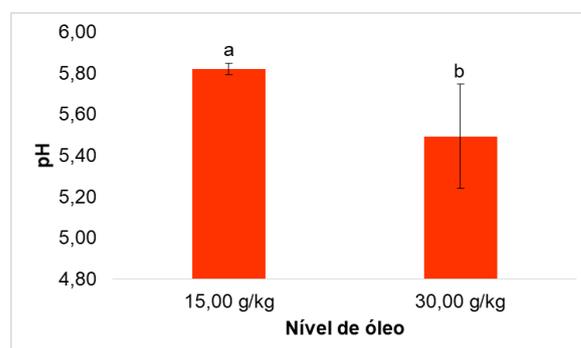


Figura 10. pH da carne de tilápias do Nilo um dia pós-abate em função do nível de óleo

Tabela 4. Qualidade da carne de tilápia do Nilo sete dias pós-abate, em função da fonte e do nível de óleo

		Soja		Linhaça		Valor de P		
		15,00 (g/kg)	30,00 (g/kg)	15,00 (g/kg)	30,00 (g/kg)	Fonte	Nível	Fonte x Nível
Cor	L*	59,19 ± 0,78	58,59 ± 1,86	59,66 ± 0,42	60,10 ± 1,80	0,2848	0,9291	0,5595
	a*	0,20 ± 1,29	0,47 ± 0,26	0,35 ± 1,04	-0,32 ± 0,54	0,3652	0,5515	0,1915
	b*	8,66 ± 0,89	8,30 ± 0,31	8,39 ± 1,68	8,06 ± 0,30	0,4688	0,7405	0,7797
CRA		90,56 ± 0,95	90,86 ± 0,37	94,22 ± 5,80	90,60 ± 0,88	0,3847	0,3970	0,3222
pH		5,82 ± 0,02	5,49 ± 0,25	5,84 ± 0,03	5,70 ± 0,09	0,1943	0,0245	0,2884
	Dureza (N)	19,40 ± 2,75	12,19 ± 0,95	18,36 ± 3,86	11,59 ± 0,61	0,6227	0,0045	0,8945
Textura	Adesividade (N.s)	-0,31 ± 0,02 ^a	-0,35 ± 0,02 ^{ab}	-0,29 ± 0,01 ^a	-0,39 ± 0,01 ^b	0,0010	0,6195	0,0331
	Mastigabilidade (N)	9,90 ± 1,77	5,93 ± 0,63	9,82 ± 2,03	5,85 ± 0,45	0,9352	0,0049	0,9975

CRA = capacidade de retenção de água; L* = luminosidade; a* = intensidade da cor vermelho-verde; b* = intensidade da cor amarela-azul.

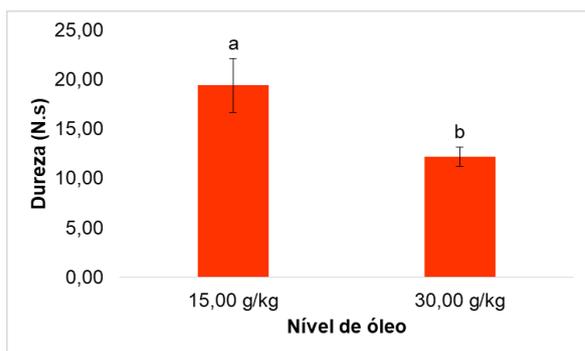


Figura 11. Dureza (N.s) da carne de tilápias do Nilo sete dias pós-abate em função do nível de óleo

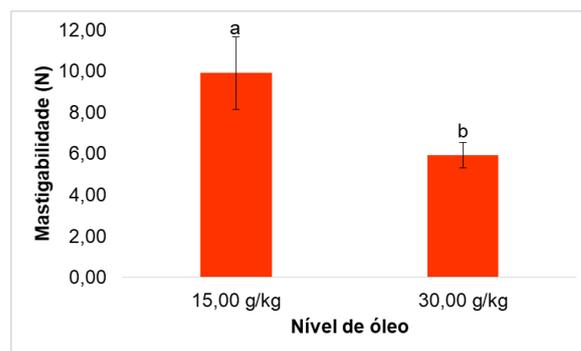


Figura 12. Mastigabilidade (N) da carne de tilápias do Nilo sete dias pós-abate em função do nível de óleo

Menoyo et al. (2004), analisando a qualidade da carne em dourada (*Sparus aurata*) em substituição de óleo dietético por óleo de soja e óleo de linhaça não encontraram diferenças nas análises de textura e pH. Baixos níveis de pH da carne são resultados de que os animais passaram por estresse antes ou durante o processo de abate. Em decorrência a isto, as reservas de glicogênio e ATP são consumidas, produzindo, no músculo, altas concentrações de ácido lático que diminuem o pH, bem como a qualidade e o tempo de prateleira (BOSWORTH et al., 2007; RAHMANIFARAH, K., 2011).

4. CONCLUSÕES

Tilápias alimentadas com rações suplementadas com óleo de linhaça demonstraram melhores resultados para ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e taxa de eficiência proteica. Também apresentaram filés mais macios e com menor resistência a mastigabilidade. A inclusão de óleo de linhaça ao nível de 30,00 g/kg resultou em filés com maior adesividade.

5. REFERÊNCIAS

- ANIDO, R. J. V. **Substituição do óleo de peixe por óleos vegetais em dietas para Jundiá (*Rhamdia quelen*); efeito no desempenho e no perfil de ácidos gaxos da composição corporal.** 2006, 116 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- BOSCOLO, W. R. et al. Desempenho e características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 4, p. 443–447, 2004.
- BOSWORTH, B. G. et al. Effects of rested-harvest using the anesthetic AQUI-S on channel catfish, *Ictalurus punctatus*, physiology and fillet quality. **Aquaculture**, v. 262, n. 2–4, p. 302–318, 2007.
- CIVILLE, C. V., SZCZESNIAK, A. S. Training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, v. 4, p. 204–223, 1973.
- CONAMA. Resolução CONAMA n 357, 18 de março de 2005. **Diário Oficial**, n. 53, p. 58–63, 2005.
- FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. p. 200, 2016.
- FRANCO, S.G. et al. Avaliação de probióticos desenvolvidos na Universidade Federal do Paraná com frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v.4, p.77-79, 1999.
- Furuya, WM; Hayashi, C.; Furuya, VRB; Soares, CM. Exigência de proteína para alevio revertido de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29(6), p. 1912-1917, 2000.
- FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias.** Wilson M. ed. Toledo: GFM, 100 p., 2010.
- HENDERSON, R. J. Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. **Archives of Animal Nutrition**, v. 49, n. 1, p. 5–22, 1996.
- HUIDOBRO, A. et al. Washing effect on the quality index method (QIM) developed for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*). **European Food Research And Technology**, v. 212, p. 408–412, 2001.
- LANNA, E. A. T. et al. Fibra bruta e óleo em dietas práticas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6 SUPPL. 3, p. 2177–2185, 2004.
- LARA, L. J. C., et al. Efeito de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 792-798, 2005.
- LEIRA, M. H. et al. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **PubVet**, v. 11, p. 11–17, 2017.
- LEONARD, A. E., et al. Elongation of long-chain fatty acids. **Progress in lipid Research**, Ohio, v. 42, p. 36-54, 2004.

LÓPEZ-FERRER, S. et al. N-3 enrichment of chicken meat. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: linseed oil. **Poultry Science**, v.80, p.453-761, 2001.

MARTIN, C. A., et al. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods. **Revista Nutrição**. v. 19, p. 761–770, 2006.

MARTINO, R.; TAKAHASHI, N. S. A importância da adição de lipídios em rações para a aquicultura. **Óleos e grãos**, v. 58, p. 32-37, 2001.

MENOYO, D. et al. Adaptation of lipid metabolism, tissue composition and flesh quality in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) to the replacement of dietary fish oil by linseed and soyabean oils. **The British Journal of Nutrition**, v. 92, n. 1, p. 41–52, 2004.

MURAKAMI, K. T. T. **Óleo de linhaça como principal fonte lipídica na dieta de frangos de corte**. 2009, 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho, Araçatuba, 2009.

RAHMANIFARAH, K., et al. Effects of clove oil on Behavior and Flesh quality of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in comparison with Pre-slaughter CO₂ stunning, chilling and asphyxia. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 11, n. 1, p. 141–150, 2011.

RIBEIRO, P. A. P. et al. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 8, p. 1331-1337, 2008.

ROMOTOWSKA, P. E. et al. Effect of brining and frozen storage on physicochemical properties of well-fed Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) intended for hot smoking and canning. **Food Science and Technology**, v. 72, p. 199–205, 2016.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**, Viçosa, MG: Editora UFV, 2005, 141p.

SOUZA, M. L. R. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1076–1084, 2002.

STEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentación de los peces**. 1987.

STICKNEY, R. R.; MC GEACHIN, R. B. Effects of dietary lipid quality on growth and food conversion of tilápia. **Anual Conference Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies**, p. 352–357, 1983.

VISENTAINER, J. V. **Composição de ácidos graxos e quantificação dos ácidos graxos LNA, EPA e DHA no tecido muscular de tilápias (*Oreochromis niloticus*), submetidas a diferentes tratamentos com óleo de linhaça**. 2003, 176 f. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2003.

WILSON, R. P. State of art of warmwater fish nutrition. **Aquicultura Brasil**, v. 98, n. 1, p. 1998, 1998.

ZENEBE, T. et al. Fatty acid and lipid content of *Oreochromis niloticus* L. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 7, n. 3, p. 146–158, 1998.