

# Influência da densidade de estocagem na composição química, no colesterol e no perfil de ácidos graxos em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* LINNAEUS, 1857)

Influence of stocking density on the chemical composition in cholesterol and fatty acids profile in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* LINNAEUS, 1857)

RIALA6/1235

Maria Emília da Silva MENEZES<sup>1\*</sup>, Edma Carvalho de MIRANDA<sup>1</sup>, Denise Maria PINHEIRO<sup>1</sup>, Felipe Tenório CINTRA<sup>2</sup>, Moaceli de Magalhães FREIRE<sup>2</sup>, Cyro Rego CABRAL JÚNIOR<sup>3</sup>, Antônio Euzébio Goulart SANT'ANA<sup>1</sup>

\*Endereço para correspondência: Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas  
Campus A.C. Simões. Tabuleiro dos Martins. CEP: 57072-970 – Maceió, AL, Brasil.  
e-mail: memenezes\_2@yahoo.com.br

<sup>1</sup>Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas  
Maceió, AL, Brasil

<sup>2</sup>CECA- Universidade Federal de Alagoas - Maceió, AL, Brasil

<sup>3</sup>Faculdade de Nutrição - Maceió-AL, Brasil.

Recebido: 16.09.2009 – Aceito para publicação: 03.12.2009

## RESUMO

Para avaliar a influência da densidade de estocagem na composição química, no valor calórico, no teor de colesterol e no perfil de ácidos graxos em Tilápia s (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1875), foram utilizados 120 alevinos com peso inicial médio de 4,0g, distribuídos em 20 aquários (70L cada um) em delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 tratamentos, 50, 75, 100 e 125peixes/m<sup>3</sup> e 5 repetições. A ração fornecida continha 36% de proteína bruta e 3100kcal/ED/kg de ração. Ao final do cultivo, encontrou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na análise do peso médio final e no ganho de peso total entre as diferentes densidades populacionais testadas, sendo o maior peso encontrado para a densidade de 75peixes/m<sup>3</sup>. Com relação à análise da composição corporal observou-se diferença ( $p < 0,05$ ) entre as densidades para os teores de umidade; lipídeos totais; teor de proteína bruta, valor calórico e de colesterol. A relação poli-insaturados/saturados foi mais elevada na densidade de 100peixes/m<sup>3</sup> (11,76), já a densidade de 50peixes/m<sup>3</sup> apresentou um somatório de (6,85) para os teores de EPA+DHA. Na avaliação da qualidade nutricional dos lipídeos, as densidades estudadas mostraram os índices de n-6/n-3, hipocolesterolêmicos/hipercolesterolêmicos (HH), índice de ácidos graxos poliinsaturados de aterogenicidade (IA) e índice de trombogenicidade (IT) favoráveis quanto ao consumo alimentar. Conclui-se que a densidade de 50peixes/m<sup>3</sup> pode ser considerada uma boa fonte de ácidos graxos, principalmente de ácido ômega-3 e pelo seu valor em HH.

**Palavras-chave.** *Oreochromis niloticus*, densidade de estocagem, composição química, colesterol, ácidos graxos

## ABSTRACT

To assess the influence of stocking density on the chemical composition, the calorific value, the content of cholesterol and fatty acids profile in tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1875) were used 120 fingerlings with average initial weight of 4.0 g, distributed in 20 aquaria (70L) in a completely randomized design with 4 treatments, 50, 75, 100 and 125peixes/m<sup>3</sup> and 5 replicates. The ration supplied contained 36% crude protein and 3100kcal/ED/kg ration. At the end of cultivation, there was significant difference ( $p < 0.05$ ) in the analysis of the final weight and total weight gain between the different densities tested, the largest weight found for the density of 75peixes/m<sup>3</sup>. Regarding the analysis of body composition was observed difference ( $< 0.05$ ) between the densities for the content of moisture, total lipids, crude protein, calorie and cholesterol. The polyunsaturated / saturated density was highest in the 100peixes/m<sup>3</sup> (11.76), since the density of 50peixes/m<sup>3</sup> presented a sum of (6.85) for the content of EPA+DHA. In assessing the nutritional quality of lipids, the density showed the rates of n-6/n-3, hypocholesterolemic / hypercholesterolemic (HH) index of atherogenicity (IA) and index of thrombogenicity (IT) as favorable for consumption. It is concluded that the density of 50peixes/m<sup>3</sup> may be a good source of fatty acids, particularly omega-3 acid and its value in HH.

**Key words.** *Oreochromis niloticus*, storage density, chemical composition, cholesterol, fatty acids

## INTRODUÇÃO

A tilapicultura vem se mostrando uma ótima alternativa para a piscicultura de água doce e estuarina. A expansão do cultivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1875) deve-se ao ótimo desempenho, alta rusticidade, facilidade de obtenção de alevinos, adaptabilidade aos mais diversos sistemas de criação, grande aceitação no mercado de lazer (pesque-pague) e alimentício (frigoríficos) e pelas qualidades nutritivas e organolépticas do seu filé<sup>1</sup>.

No desenvolvimento de um pacote de produção para uma espécie de peixe, o primeiro passo é a determinação da densidade de estocagem ideal, a qual visa determinar os níveis ótimos de produtividade por área<sup>2</sup>. Jobling<sup>3</sup> relata que a densidade de estocagem tem efeito na sobrevivência e no crescimento, sendo uma possível causa do fracasso na produção final de peixes. Normalmente, peixes criados em baixas densidades de estocagem apresentam boa taxa de crescimento e alta porcentagem de sobrevivência, porém a produção por área é baixa<sup>4</sup>, caracterizando baixo aproveitamento da área disponível. Por sua vez, peixes mantidos em altas densidades normalmente têm menor crescimento<sup>5</sup>, ficam estressados<sup>6</sup> e estão sujeitos ao aparecimento de interações sociais que levam à produção de um lote de peixes com tamanho heterogêneo<sup>7</sup>.

Entre as espécies de peixes utilizadas na aquicultura, as tilápias, especialmente do gênero *Oreochromis*, são algumas das mais promissoras em países de clima tropical ou subtropical<sup>8,9</sup>. Tilápias do gênero *Oreochromis*, em especial *Oreochromis niloticus*, têm sido consideradas importantes para as condições de cultivo no Brasil por sua rápida taxa de crescimento, pela adaptabilidade aos diversos sistemas de cultivo e pela alta aceitação no mercado consumidor<sup>10,11</sup>.

O pescado é de extrema importância na dieta alimentar por sua riqueza de nutrientes, alto teor protéico, contendo uma composição de aminoácidos equilibrada, lipídeos de excelente qualidade e baixo teor de colesterol<sup>12</sup>. O conhecimento da composição química, no valor de colesterol e no perfil de ácidos graxos do filé da tilápia é necessário para que o seu consumo possa ser estimulado, possibilitando a competição com outras fontes protéicas largamente utilizadas como a de carne bovina, suína e de aves.

A natureza e proporção dos ácidos graxos na dieta também influenciam na concentração do colesterol

sérico, sendo que os ácidos graxos saturados tendem a elevá-lo, enquanto os ácidos graxos poli-insaturados promovem sua diminuição<sup>13</sup>. As pesquisas nutricionais e epidemiológicas revelam que a proporção entre ácidos graxos poli-insaturados n-6 e n-3 na dieta é tão importante para as funções fisiológicas e prevenção de doenças quanto à proporção entre ácidos graxos saturados e insaturados<sup>14</sup>.

Em peixes de água doce, os ácidos graxos alfa-linolênico (LNA) e linoléico (LA) são precursores de outros ácidos das famílias ômega 3 e 6, respectivamente. Portanto, a composição em ácidos graxos da ração fornecida para uma determinada espécie de peixe determinará a composição em ácidos graxos dos lipídeos dos peixes. A constatação epidemiológica de que o consumo de peixes é capaz de reduzir riscos de doenças coronarianas torna a carne de pescado um alimento importante, não apenas como alternativa alimentar de alto valor nutritivo, mas ainda de consumo de um alimento funcional<sup>15</sup>.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes níveis de densidades de estocagem na composição centesimal, no valor calórico, no teor de colesterol e no perfil de ácidos graxos em alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1857).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Peixes

O presente experimento foi realizado nas instalações do Laboratório de Aquicultura do Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, no período de agosto a outubro de 2007. Foram utilizados 120 alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1857), com peso inicial médio de 4,0g. Foram avaliadas diferentes densidades de estocagem, utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos: 50, 75, 100 e 125peixes/m<sup>3</sup> e 5 repetições.

O experimento foi conduzido em um conjunto de 20 aquários de polietileno com capacidade para 70L, sendo que cada caixa foi considerado como unidade experimental. Os alevinos foram pesados em balança analítica e medidos ao início e ao término do experimento. Os aquários experimentais possuíam aeração contínua para promover a oxigenação da água, com uma troca diária de água de 10% do volume total.

Antes do início do experimento, os animais foram submetidos a um período de adaptação ao ambiente, ao

manejo e à dieta experimental, por 15 dias. Os peixes foram alimentados até a saciedade aparente três vezes por dia (8:00h; 12:00h e 17:00h) “*ad libitum*”, por 90 dias, durante este período, os aquários foram limpos diariamente, para a retirada de fezes e sobra de ração. A qualidade da água foi acompanhada a cada semana, através das medidas de temperatura, do pH por potenciômetro digital, oxigênio dissolvido por meio de oxímetro digital, quantidade de amônia e nitrato por espectrofotômetro.

Ao final do período experimental foram capturados três peixes de cada aquário, sendo anestesiados com 50mg/L de benzocaína<sup>16</sup>, pesados, medidos e abatidos. As seguintes características de desempenho foram estudadas: peso final (g); ganho de peso (%); conversão alimentar aparente (consumo de ração ÷ ganho em biomassa); taxa de crescimento específico (%/dia); índice de massa de filé; rendimento de filé e rendimento de carcaça eviscerada.

#### Preparo da Ração

A ração foi balanceada para apresentar-se isoprotéica e isoenergética (36% de proteína bruta e 3100kcal/ED/kg de ração), conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição percentual e química da dieta experimental

Ingredientes	Quantidade em (g)
Farelo de soja	1.725,00
Farinha de peixe	155,00
Farelo de trigo	60,00
Quirera de arroz	822,00
L-lisina	21,00
DL- metionina	13,50
CrO <sub>3</sub>	3,00
Treonina	12,00
Óleo de soja	15,00
Fosfato bicálcico	90,00
Calcário	55,50
Vitamina C	2,40
Sal comum	3,00
Premix vitamínico	3,00
Premix mineral	9,00
BHT (antioxidante)	0,6

**Tabela 2.** Composição bromatológica da ração experimental

Composição Centesimal (g/100g de porção)*	Ração Basal Experimental
Umidade	7,0 ± 0,28
Lipídeos totais	0,7 ± 0
Proteína bruta	32,4 ± 0,14
Cinzas	22,5 ± 3,11
Fibra bruta	7,4 ± 1,0
Carboidratos	30,0 ± 2,3
Calorias (kcal)	255,8 ± 9,76

\*Analisadas em triplicata, com a média e o desvio-padrão.

#### Análises Químicas

Após homogeneização, realizaram-se as seguintes determinações em triplicata: Umidade: determinada pela perda de peso em estufa regulada a 105°C, segundo AOAC<sup>17</sup>. Cinzas: obtidas por incineração de uma quantidade conhecida da amostra, em mufla a 550°C, até obtenção de peso constante AOAC<sup>17</sup>. Proteínas: determinadas pelo método Kjeldhal, que consiste na determinação do nitrogênio total. Para converter o resultado em proteína bruta foi utilizado o fator 6,25 AOAC<sup>17</sup>. Os carboidratos foram determinados por diferença. O valor calórico foi estimado através dos fatores de conversão de Atwater: 4kcal.g<sup>-1</sup> para proteínas, 4kcal.g<sup>-1</sup> para carboidratos e 9kcal.g<sup>-1</sup> para lipídeos<sup>18</sup>. Lipídeos totais: extraídos a frio pelo método de Folch et al.<sup>19</sup> utilizando 2 extrações com clorofórmio:metanol (2:1), lavagem do resíduo (clorofórmio:metanol – 2:1), adição de KCl 0,88% em H<sub>2</sub>O, separação das fases, adição de metanol: H<sub>2</sub>O (1:1), evaporação de clorofórmio em rota-evaporador, fração lipídica ressuspensa em clorofórmio. Alíquotas foram tomadas para determinações gravimétricas. (Tabela 2)

Para a determinação de colesterol uma alíquota de 2,5ml do extrato lipídico obtido pelo método de Folch foi tomada para análise, segundo o procedimento de Bohch et al.<sup>20</sup>, através de saponificação, extração da matéria insaponificável, reação de cor, leitura da absorbância em espectrofotômetro a 490nm, contra um branco. A curva de calibração para colesterol foi elaborada segundo Searcy e Bergquist<sup>21</sup>, utilizando-se 0,06g de colesterol (Sigma P. A., St. Louis, MO) diluído em 100mL da solução acetona/etanol (1:1) (50mL de acetona P. A. e 50mL de etanol). De acordo com a curva padrão obteve-se a equação  $\hat{y} = 1,1608x$ ;  $R^2 = 0,9948$ , passando pela origem e cobriu a faixa de concentração das amostras.

O perfil de ácidos graxos foi determinado inicialmente com a extração lipídica feita através do método Folch et al.<sup>19</sup>. Os lipídeos totais foram esterificados segundo Hartman e Lago<sup>22</sup>. Os ésteres metílicos foram analisados no Laboratório de Produtos Naturais do Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, utilizando-se um cromatógrafo a gás Shimadzu, modelo GC-17A, equipado com uma coluna capilar DB-5, série us 1352151h, com 30m de comprimento, 0,25µm de espessura e 0,25mm de diâmetro interno. Foi utilizado Hélio (He) como gás de arraste a um fluxo de 1mL.min<sup>-1</sup> e pressão de 50kPa. A temperatura inicial foi de 50°C que permaneceu constante durante 2min, em seguida sofreu um aumento de temperatura até atingir 250°C a uma velocidade de 4°Cmin<sup>-1</sup> permanecendo constante durante 15min. O tempo total de análise foi de 67min. As temperaturas do injetor e da interface foram mantidas a 250°C e 310°C respectivamente. O modo de controle de injeção foi o Split, com razão de 30:1. Foram obtidos os espectros de massas por impacto eletrônico (IE) a 70eV. Para a identificação dos ácidos graxos foram utilizados padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos puros, comparando-se o tempo de retenção dos ésteres metílicos das amostras e dos padrões. A quantificação dos ácidos graxos foi feita por normalização de área.

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada por três índices a partir dos dados de composição em ácidos graxos, através dos seguintes cálculos: Índice de Aterogenicidade (IA) = [(C12:0 + (4 X C14:0) + C16:0)] / (ΣAGMI + Σn6 + Σn3); Índice de Trombogenicidade (IT) = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 X Σ AGMI) + (0,5 X Σn6 + (3 X Σn3) + (Σn3/Σn6)], segundo Ulbricht e Southgate<sup>23</sup>; e razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) = (C18:1n9 + C18:2n6 + C20:4n6 + C18:3n6 + C20:5n3 + C22:5n3 + C22:6n3) / (C14:0 + C16:0), segundo Santos-Silva et al.<sup>24</sup>. Em que: AGMI = todos os ácidos monoinsaturados.

#### Análise Estatística

Foram observadas as pressuposições paramétricas de normalidade (teste de Lilliefors) e homogeneidade das variâncias dos resíduos (teste de Levene), ambos com >0,05. Assim, realizou-se análise de variância para verificar a existência ou não de diferença significativa. Para a comparação múltipla entre as médias dos tratamentos utilizou-se o teste *Post-hoc* de Tukey-HSD. Adotou-se como nível de significância valores menores que 5% de probabilidade para o erro experimental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental a qualidade da água permaneceu estável sendo que os valores médios dos parâmetros físico-químicos apresentados na Tabela 3, encontram-se dentro dos recomendados para o cultivo da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* LINNAEUS, 1857), de acordo Kubitzka<sup>25</sup>.

**Tabela 3.** Valores médios dos parâmetros de qualidade da água, durante o período experimental de 90 dias (amostragens a cada sete dias), da criação de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1857)

Parâmetros Ambientais Monitorados	Média *
Potencial hidrogeniônico (pH)	7,2 ± 0,2
Temperatura (°C)	26,6 ± 1,1
Nitrato (N-NO <sub>3</sub> ) (mg/L)	0,05 ± 0,008
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,7 ± 0,5
Amônia total (NH <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (mg/L)	0,004 ± 0,0003

\*Analisadas em triplicada, com a média e o desvio-padrão.

Os resultados apresentados na Tabela 4 demonstram que ao final do cultivo, houve diferença significativa na análise do peso médio final nas diferentes densidades populacionais testadas, levando a diferença significativa no ganho de peso total, observa-se que os maiores valores obtidos para o ganho de peso foi quando a densidade de estocagem foi de 75peixes/m<sup>3</sup>. Resultados contrários foram obtidos por Silva et al.<sup>26</sup> para desempenho produtivo da tilápia em diferentes densidades (90, 120 e 150peixes/m<sup>3</sup>) e trocas de água em "raceway" com variação de 419,41 a 497,03. Os resultados obtidos no experimento mostram que a limitação de espaço imposta a tilápia implicou na diminuição do ganho de peso com o aumento da densidade de estocagem.

A pior conversão alimentar aparente (p<0,05) foi encontrada para os animais criados na mais alta densidade (3,53), sendo que para as outras densidades não houve diferenças (p<0,05), valores semelhantes foram às outras densidades estudadas foram detectados por Sampaio e Braga<sup>27</sup> (1,54 e 1,53) para densidades de 150 e 200peixes/m<sup>3</sup> respectivamente, na fase de engorda de tilápia em tanque-rede.

**Tabela 4.** Parâmetros zootécnicos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1857) em diferentes densidades de estocagem

Parâmetros	Densidades de Estocagem (peixes/ m <sup>3</sup> )				
	50	75	100	125	CV (%)
Peso final (g)	22,75 <sup>a</sup>	46,90 <sup>b</sup>	33,08 <sup>c</sup>	12,35 <sup>d</sup>	18,19
Ganho de peso (%)	17,91 <sup>a</sup>	41,98 <sup>b</sup>	28,72 <sup>c</sup>	9,10 <sup>d</sup>	21,39
Conversão alimentar aparente	1,59 <sup>a</sup>	1,31 <sup>a</sup>	1,51 <sup>a</sup>	3,53 <sup>b</sup>	31,76
Taxa de crescimento específico (%pv/dia)	1,72 <sup>a</sup>	2,49 <sup>b</sup>	2,23 <sup>b</sup>	1,45 <sup>a</sup>	10,01
Índice de massa de filé	7,66 <sup>a</sup>	15,2 <sup>b</sup>	8,2 <sup>a</sup>	2,66 <sup>c</sup>	16,31
Rendimento de filé	33,70 <sup>a</sup>	32,56 <sup>a</sup>	24,77 <sup>b</sup>	21,58 <sup>a</sup>	6,12
Rendimento de carcaça eviscerada	92,35 <sup>ab</sup>	96,67 <sup>c</sup>	94,72 <sup>bc</sup>	90,54 <sup>a</sup>	2,45

Valores na mesma linha com letras diferentes indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste *Post-hoc* de Tukey-HSD.

CV= coeficiente de variação.

Para a taxa de crescimento, os resultados demonstram que houve diferença ( $p < 0,05$ ), onde os melhores valores foram aqueles para as densidades de criação entre 50 e 75 peixes/m<sup>3</sup>, cujos valores foram maiores do que aqueles encontrados para a maior e menor densidade (1,72 e 1,42 respectivamente). (Tabela 4)

O rendimento de filé da tilápia depende de fatores diversos, entre eles: condição corporal e tamanho do peixe, método de filetagem e habilidade técnica do filetador (Kubitza, 2000)<sup>25</sup>. Na literatura são encontrados rendimentos de filé sem pele de tilápia do Nilo variando de 25,4 a 42%<sup>27</sup>. Neste estudo, a maior média para rendimento de filé foi encontrada na densidade de 50 peixes/m<sup>3</sup>. (Tabela 4)

Os teores de umidade, lipídeos totais, cinzas, proteína bruta, carboidratos e valor calórico dos filés nas diferentes densidades, estão apresentados na Tabela 5. Nesta, observa-se diferença ( $p < 0,05$ ) para a composição corporal dos animais criado nas diferentes densidades.

Para os teores de umidade, apenas os animais criados na mais alta densidade (125 peixes/m<sup>3</sup>) apresentou a menor taxa ( $p < 0,05$ ) de umidade (68,33%). Os resultados encontrados para a umidade são semelhantes àqueles relatados por Ogawa e Maia<sup>28</sup>, quando descrevem que o músculo do pescado contém teores de umidade variando de 60 a 85%. Leonhardt et al.<sup>29</sup> apresentaram a composição

do filé de duas espécies (tilápia vermelha e tilápia do Nilo) demonstrando valores de 79,20 e 78,43%.

No que diz respeito aos teores de proteína bruta houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre as densidades, destacando-se a densidade de 125 peixes/m<sup>3</sup>. Leonhardt et al.<sup>29</sup> encontraram teores variando de 18,47 a 19,33%. Segundo Kirk e Sawyer<sup>30</sup>, quando o método de Kjeldhal é empregado, a composição centesimal total pode ultrapassar os 100%, devido a multiplicação do nitrogênio por 6,25, o que foi observado no presente trabalho. (Tabela 5)

Com relação aos lipídeos totais (BU) houve uma variação de 1 a 3%, observa-se que à medida que a densidade aumentou esta variável também foi incrementada, demonstrando que uma maior população de animais leva a um aumento na quantidade de gordura corpórea. Porém segundo Penfield e Campbell<sup>31</sup>, os peixes deste presente trabalho podem ser classificados quanto ao teor de gordura em magros (abaixo de 5% de gordura). Omena et al.<sup>32</sup> estudando níveis diferentes de farelo de coco em tilápias detectaram uma variação de 1,15 a 1,81%. (Tabela 5)

No que diz respeito às cinzas, as densidades de 75 e 125 peixes/m<sup>3</sup> apresentaram o maior percentual (2,0%), em base úmida, havendo similaridade estatística ( $p < 0,05$ ) em base seca para as duas espécies. As amostras estiveram dentro da faixa de 1,0 a 2,0% referidas na literatura<sup>33,34</sup>. Minozzo<sup>35</sup> ao estudar a composição centesimal de tilápia

**Tabela 5.** Composição centesimal e valor calórico do filé de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1857) em diferentes densidades de estocagem

Composição Centesimal (g/100g de porção comestível)*	Densidades de Estocagem				CV (%)
	50 (Peixes/m <sup>3</sup> )	75 (Peixes/m <sup>3</sup> )	100 (Peixes/m <sup>3</sup> )	125 (Peixes/m <sup>3</sup> )	
Umidade	74,00 ± 0,8 <sup>a</sup>	73,66 ± 0,8 <sup>a</sup>	73,00 ± 0,9 <sup>a</sup>	68,33 ± 0,6 <sup>b</sup>	0,89
Proteína bruta (BU)	20,00 ± 0,2	21,33 ± 0,3	22,33 ± 0,5	25,33 ± 0,3	2,25
Proteína bruta (BS)	76,66 ± 2,7 <sup>a</sup>	81,33 ± 1,4 <sup>ab</sup>	83,00 ± 1,5 <sup>b</sup>	80,00 ± 0,7 <sup>ab</sup>	2,47
Lípideos totais (BU)	1,00 ± 0,1	1,00 ± 0,1	2,00 ± 0,2	3,00 ± 0,2	0,0
Lípideos totais (BS)	3,00 ± 0,2 <sup>a</sup>	5,00 ± 0,3 <sup>b</sup>	7,00 ± 0,3 <sup>c</sup>	8,66 ± 0,3 <sup>d</sup>	4,88
Carboidratos (BU)	3,66 ± 0,5	1,66 ± 0,2	1,00 ± 0,4	1,33 ± 0,5	26,09
Carboidratos (BS)	15,66 ± 1,5 <sup>a</sup>	5,66 ± 0,6 <sup>b</sup>	3,66 ± 1,3 <sup>b</sup>	5,00 ± 1,4 <sup>b</sup>	16,33
Cinzas (BU)	1,00 ± 0,2	2,00 ± 0,2	1,66 ± 0,2	2,00 ± 0,2	17,32
Cinzas (BS)	4,66 ± 0,5 <sup>a</sup>	7,00 ± 0,8 <sup>b</sup>	6,00 ± 0,6 <sup>ab</sup>	7,00 ± 0,4 <sup>b</sup>	12,39
Valor calórico (kcal)	101,66 ± 3,0 <sup>a</sup>	102,33 ± 1,4 <sup>a</sup>	111,00 ± 3,4 <sup>b</sup>	132,00 ± 2,7 <sup>c</sup>	1,93

\*Analisadas 36 amostras com 3 repetições por densidades, com a média e o desvio-padrão. Valores na mesma linha com letras diferentes indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste *Post-hoc* de Tukey-HSD. BU = Base úmida; BS = Base seca e CV = Coeficiente de Variação.

do Nilo observou variações nos teores de cinzas de 0,7 a 3,1%. (Tabela 5)

O maior valor calórico foi encontrado na densidade de 125peixes/m<sup>3</sup> (132kcal) e o menor na densidade de 50peixes/m<sup>3</sup> (101,66kcal). (Tabela 6)

Esses resultados permitiram classificar os filés por densidades estudadas na categoria D (gordura < 5,0%; proteína > 20,0%)<sup>36</sup>. Portanto, sob o ponto de vista nutricional, o valor desses filés é excepcional, visto que podem ser utilizados na elaboração de dietas para pacientes obesos, diabéticos e que apresentem doenças crônicas, como câncer e problemas cardiovasculares, além de serem eficazes cardioprotetores, têm apresentado bons resultados no tratamento de pessoas com distúrbios depressivos e psíquicos.

Os resultados obtidos referentes ao teor de colesterol em base úmida para os filés nas diferentes densidades de estocagem estão apresentados da Tabela 6. Observa-se diferença ( $p < 0,05$ ) entre as densidades. A densidade de 50peixes/m<sup>3</sup> apresentou o menor teor de colesterol (41,33mg/100g) e o maior nível foi detectado na densidade de 125peixes/m<sup>3</sup> (79,33mg/100g). Os resultados encontrados são superiores àqueles relatados por Ferreira

et al.<sup>37</sup> que encontrou o teor de colesterol de 33mg/100g para o filé de tilápia do Nilo *in natura* criada em tanque de terra e alimentada com ração comercial. Omena et

**Tabela 6.** Teores de colesterol em filé de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1857) em diferentes densidades de estocagem

Densidades de Estocagem	Teores (mg/100g)*
50 peixes/m <sup>3</sup> (BU)	41,33 ± 3,5
50 peixes/m <sup>3</sup> (BS)	160,20 ± 17,2 <sup>a</sup>
75 peixes/m <sup>3</sup> (BU)	55,33 ± 3,5
75 peixes/m <sup>3</sup> (BS)	211,64 ± 15 <sup>b</sup>
100 peixes/m <sup>3</sup> (BU)	69,00 ± 3,5
100 peixes/m <sup>3</sup> (BS)	251,3 ± 5,1 <sup>c</sup>
125 peixes/m <sup>3</sup> (BU)	79,33 ± 3,5
125 peixes/m <sup>3</sup> (BS)	250,83 ± 9,5 <sup>d</sup>

\*Analisadas 36 amostras com 3 repetições por densidades, com a média e o desvio-padrão. Valores na mesma coluna com letras diferentes indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste *Post-hoc* de Tukey-HSD. BU = Base úmida; BS = Base seca.

al.<sup>32</sup> detectou teores superiores com variação de 91,06 a 162mg/100g para filé de tilápia do Nilo alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo de coco. Apesar do acréscimo do colesterol com o aumento da densidade de estocagem, os teores de colesterol para ambas as densidades estudadas estão abaixo do limite recomendado pela literatura que é de 300mg/dia para dieta humana.

A Tabela 7 apresenta o perfil de ácidos graxos encontrados nas diferentes densidades de estocagem. Dentre os ácidos graxos saturados (AGS) houve predominância do ácido graxo esteárico (C18:0), em relação aos demais AGS. Luzia et al.<sup>38</sup> observando a influência do verão e inverno, verificaram para tilápia no verão e no inverno teores de 14,1% e 13,1% respectivamente. Omena et al.<sup>32</sup> detectaram valores inferiores a este estudo em tilápias alimentadas com diferentes níveis de farelo de coco. Denke e Grund<sup>39</sup> mostraram que a gordura rica em ácido esteárico não eleva os níveis de colesterol total em comparação com a dieta rica em ácido oleico.

O ácido graxo palmítico (C16:0) foi detectado em baixa concentração não havendo diferença ( $p < 0,05$ ) entre as densidades (Tabela 7). Teores mais elevados deste ácido foram encontrados por Nova et al.<sup>40</sup> para a tilápia (22,0%), Menezes et al.<sup>41</sup> em espécies de peixes da Lagoa Mundaú (tainha 12,97% e camurim 14,38%) e por Omena et al.<sup>32</sup> com uma variação de 18,76 a 20,59% em tilápias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo de coco. Acredita-se que esse ácido graxo seja um dos principais responsáveis pelo aumento do colesterol sérico<sup>42</sup>, visto que a concentração deste esteróide dobra quando o consumo de ácidos graxos saturados é maior que o de ácidos graxos poli-insaturados<sup>43</sup>. Isto evidencia, portanto, que os peixes deste estudo apresentaram vantagens em relação às espécies de água doce mencionadas.

Os ácidos graxos láurico (C12:0) e o mirístico (C14:0) foram detectados em pequenas concentrações em ambas as densidades estudadas demonstrando um fator positivo destes filés pois, tal ácido graxo promove hipercolesterolemia<sup>44</sup>. Teores elevados foram observados por Menezes et al.<sup>41</sup> e por Omena et al.<sup>32</sup>.

Os ácidos graxos monoinsaturados foram mais abundantes na menor densidade (52,9), particularmente o palmitoléico e oléico na densidade de 75peixes/m<sup>3</sup>, sendo esse último considerado importante sob o ponto de vista nutricional devido aos seus efeitos benéficos citados na revisão de Lira et al.<sup>42</sup>. Omena et al.<sup>32</sup> detectaram valores inferiores em

tilápias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo de coco. Os ácidos graxos monoinsaturados têm efeito hipocolesterolêmico intermediário<sup>45</sup>.

Quanto aos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), os níveis de ácido  $\alpha$ -linolênico (C18:3  $\omega$ -3) detectados em ambas as densidades foram mais elevados que os encontrados por Omena et al.<sup>32</sup> em tilápias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo de coco. O (C18:3  $\omega$ -3) é importante na modulação do metabolismo do ácido araquidônico (C20:4  $\omega$ -6), com conseqüente redução da agregação plaquetária<sup>46</sup>.

Levando em consideração os benefícios conhecidos à saúde humana atribuída à ingestão de ácido eicosapentaenóico (20:5n-3, EPA) e o DHA (Ácido docosahexaenóico), determinou-se a soma desses dois ácidos visando uma avaliação da qualidade nutricional das espécies estudadas. SU et al.<sup>47</sup>, relataram que os ácidos graxos poli-insaturados da família ômega-3 (EPA e DHA), além de serem eficazes na prevenção de doenças coronarianas, tem apresentado bons resultados no tratamento de pessoas com distúrbios depressivos e psíquicos. O somatório de EPA e DHA encontrado para as densidades estudadas foram na faixa de 4,06% a 6,85% com destaque para a densidade de 50peixes/m<sup>3</sup>. Valor superior foi detectado por Menezes et al.<sup>41</sup> em tainha da Lagoa Mundaú (10,47).

A qualidade nutricional do perfil lipídico avaliada por diferentes índices encontra-se descrita na Tabela 8. Alimentos que apresentam a razão de ácidos graxos poli-insaturados e saturados (P/S) abaixo de 0,45 têm sido considerados como indesejáveis à dieta pelo Department of Health and Social Security<sup>48</sup>, por sua potencialidade na indução do aumento de colesterol sanguíneo. Nas densidades estudadas esta razão variou de 1,15 na densidade de 125peixes/m<sup>3</sup> e 11,76 na densidade de 100peixes/m<sup>3</sup>. Menezes et al.<sup>41</sup> detectaram valores inferiores em peixes de água salgada, no entanto, o índice P/S avaliado isoladamente tem recebido restrições, uma vez que não considera os efeitos metabólicos dos ácidos graxos monoinsaturados<sup>46</sup>.

Considerando a razão n-6/n-3, valores abaixo de 4,0 sugerem quantidades desejáveis à dieta para a prevenção de riscos cardiovasculares<sup>48</sup>. A relação n-6/n-3 encontrado nesta pesquisa ficou acima do preconizado pela literatura, os resultados encontrados promovem as densidades estudadas à categoria de potencialmente saudáveis destacando-se a de 100peixes/m<sup>3</sup>. A razão n-6/n-3 observada no presente estudo é inferior a de outras espécies de água doce relatadas por Moreira et al.<sup>49</sup>

**Tabela 7.** Perfil dos ácidos graxos presentes nos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1857) em diferentes densidades de estocagem, valores expressos em porcentagem de área relativa

Tipos de Ácidos Graxos	Teores (% por área) – Densidades de Estocagem*			
	50	75	100	125
<b>A. Saturados</b>				
C12:0	0,54 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,97 ± 0,86 <sup>a</sup>	0,78 ± 0,13 <sup>a</sup>	0,40 ± 0,18 <sup>a</sup>
C14:0	2,04 ± 0,35 <sup>a</sup>	0,46 ± 0,26 <sup>b</sup>	0,87 ± 0,13 <sup>b</sup>	1,09 ± 0,06 <sup>b</sup>
C15:0	0,99 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,38 ± 0,21 <sup>b</sup>	0,32 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,62 ± 0,06 <sup>a</sup>
C16:0	2,31 ± 1,56 <sup>a</sup>	1,50 ± 1,25 <sup>a</sup>	1,63 ± 0,14 <sup>a</sup>	2,04 ± 0,05 <sup>a</sup>
C17:0	0,19 ± 0,08 <sup>a</sup>	1,13 ± 0,45 <sup>a</sup>	1,35 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,85 ± 0,98 <sup>a</sup>
C18:0	14,66 ± 0,16 <sup>a</sup>	10,22 ± 1,24 <sup>a</sup>	0,36 ± 0,11 <sup>a</sup>	16,28 ± 1,13 <sup>a</sup>
C20:0	0,52 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,76 ± 0,95 <sup>a</sup>	1,10 ± 0,18 <sup>a</sup>	0,62 ± 0,06 <sup>a</sup>
<b>Total</b>	<b>21,25</b>	<b>15,18</b>	<b>6,41</b>	<b>21,9</b>
<b>B. Monoinsaturados</b>				
C14:1 n-7	0,45 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,86 ± 0,22 <sup>b</sup>	2,01 ± 0,47 <sup>b</sup>	0,28 ± 0,11 <sup>a</sup>
C16:1 n-7	24,76 ± 6,16 <sup>a</sup>	27,71 ± 0,47 <sup>a</sup>	3,44 ± 0,49 <sup>b</sup>	20,91 ± 1,84 <sup>a</sup>
C17:1 n-7	0,48 ± 0,08 <sup>a</sup>	0,27 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,08 ± 0,17 <sup>b</sup>	0,43 ± 0,08 <sup>a</sup>
C18:1 n-9	21,62 ± 0,13 <sup>a</sup>	16,98 ± 3,69 <sup>a</sup>	13,45 ± 1,03 <sup>a</sup>	19,60 ± 0,45 <sup>a</sup>
C20:1 n-9	5,59 ± 0,04 <sup>a</sup>	2,31 ± 2,27 <sup>a</sup>	0,45 ± 0,11 <sup>b</sup>	6,39 ± 0,08 <sup>a</sup>
<b>Total</b>	<b>52,9</b>	<b>48,58</b>	<b>20,43</b>	<b>47,61</b>
<b>C. Poli-insaturados</b>				
C16:2 n-7	1,24 ± 0,04 <sup>a</sup>	21,65 ± 0,74 <sup>b</sup>	27,93 ± 0,12 <sup>c</sup>	21,13 ± 0,3 <sup>b</sup>
C18:2 n-6	5,44 ± 0,08 <sup>a</sup>	17,04 ± 2,69 <sup>b</sup>	22,81 ± 1,92 <sup>b</sup>	5,71 ± 0,47 <sup>a</sup>
C18:3 n-3	5,86 ± 0,65 <sup>a</sup>	6,54 ± 2,08 <sup>a</sup>	6,45 ± 1,22 <sup>a</sup>	7,09 ± 0,42 <sup>a</sup>
C18:4 n-3	0,87 ± 0,24 <sup>a</sup>	8,10 ± 0,47 <sup>b</sup>	5,19 ± 1,92 <sup>b</sup>	1,11 ± 0,02 <sup>a</sup>
C20:2 n-6	0,90 ± 0,04 <sup>a</sup>	6,13 ± 0,56 <sup>b</sup>	5,57 ± 0,76 <sup>b</sup>	0,75 ± 0,04 <sup>a</sup>
C20:3 n-3	2,21 ± 0,36 <sup>a</sup>	0,95 ± 0,19 <sup>b</sup>	0,69 ± 0,16 <sup>b</sup>	2,02 ± 0,05 <sup>a</sup>
C20:4 n-6	0,38 ± 0,13 <sup>a</sup>	1,96 ± 0,32 <sup>a</sup>	1,14 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,27 ± 0,03 <sup>a</sup>
C20:5 EPA n-3	0,87 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,70 ± 0,19 <sup>a</sup>	0,63 ± 0,11 <sup>a</sup>	0,89 ± 0,03 <sup>a</sup>
C22:5 n-3	1,23 ± 0,21 <sup>a</sup>	0,89 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,01 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,83 ± 0,08 <sup>a</sup>
C22:6 n-3 DHA	5,98 ± 0,76 <sup>a</sup>	4,32 ± 0,47 <sup>a</sup>	3,97 ± 1,09 <sup>a</sup>	5,47 ± 0,04 <sup>a</sup>
<b>Total</b>	<b>24,98</b>	<b>68,28</b>	<b>75,39</b>	<b>25,27</b>
I/S	3,66	7,7	14,95	3,33
M/S	2,49	3,2	3,19	2,17
P/S	1,18	4,5	11,76	1,15
Razão n-6/n-3	1,22	2,12	3,13	1,34
Somatório de EPA + DHA	6,85	5,02	4,60	6,36
Rel. Hiper/Hipo*****	0,06	0,03	0,03	0,05

\*Analisadas 36 amostras em duplicata por densidade, com a média e o desvio-padrão.

Valores na mesma linha com letras diferentes indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste *Post-hoc* de Tukey-HSD. I/S = Insaturados/Saturados; M/S = Monoinsaturados/Saturados; P/S = Poli-insaturados/Saturados; Rel. Hiper/Hipo\*\*\*\*\* = Relação ácido graxo hipercolesterolêmico / hipocolesterolêmico = ácido graxo hipercolesterolêmico (C14:0 + C12:0 + C16:0) / ácido graxo hipocolesterolêmico (monoinsaturado + poli-insaturados).



**Tabela 8.** Índices de qualidade nutricional da fração lipídica nos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1857) em diferentes densidades de estocagem

Densidades de Estocagem	P/S	n-6/n-3	HH	IA	IT
50 peixes/m <sup>3</sup>	1,18	1,22	9,51	0,15	0,30
75 peixes/m <sup>3</sup>	4,50	2,12	24,71	0,04	0,14
100 peixes/m <sup>3</sup>	11,76	3,13	19,78	0,09	0,05
125 peixes/m <sup>3</sup>	1,15	1,34	12,73	0,10	0,31

P/S = Poli-insaturados/Saturados; n-6/n-3 =  $\Sigma$  da série Ômega 6 /  $\Sigma$  a série Ômega 3; HH =  $\Sigma$  hipocolesterolêmicos /  $\Sigma$  hipercolesterolêmicos; IA = índice de aterogenicidade e IT = índice de trombogenicidade<sup>12</sup>.

variação de 1,14 a 8,79. Menezes et al.<sup>41</sup> encontraram em peixes de água salgada uma variação de 0,43 e 0,66.

O cálculo da razão  $\Sigma$  ácidos graxos hipocolesterolêmicos /  $\Sigma$  ácidos graxos hipercolesterolêmicos, índice (HH) relacionado mais especificamente com o metabolismo do colesterol, resultou em valores elevados destacando-se 24,71 na densidade de 75peixes/m<sup>3</sup>(Tabela 8). Testi et al.<sup>50</sup> encontraram valores entre 2,03 a 2,46 pra peixes de água doce ou salgada. Menezes et al.<sup>41</sup> detectaram valores inferiores para peixes de água salgada. Valores altos para essa relação são desejáveis sob o ponto vista nutricional<sup>49</sup>.

O índice de aterogenicidade (IA), que relaciona os ácidos pró e antiaterogênicos foi encontrado em baixa concentração em ambas as densidades (Tabela 8). Valores maiores foram descritos por Ramos et al.<sup>51</sup> para quatro espécies de água doce variando de 0,49 no pintado e 0,86 para o pacu. Em contraste à relação HH, valores mais baixos para IA são desejáveis.

Dentre as considerações para avaliação da qualidade dietética de alimentos é incluída a razão n-6/n-3 menor que 10<sup>49</sup>. Ambas as densidades possuem conteúdo recomendado para a razão n-6/n-3.

## CONCLUSÃO

Tendo como base os resultados obtidos, nas condições em que os experimentos foram realizados, pode-se concluir que: O aumento da densidade de estocagem influenciou no crescimento dos peixes, sendo que o número de 50peixes/m<sup>3</sup> proporcionou maior valor de rendimento de filé. A densidade de 125peixes/

m<sup>3</sup> apresentou teores mais elevados de proteínas, lipídeos totais, cinzas, calorías e quando comparada a outras densidades. Os teores de colesterol para ambas as densidades estão abaixo do limite recomendado de 300mg/dia para dieta humana. Os principais ácidos graxos encontrados em destaque foram: saturados (palmítico e esteárico) na densidade de 50peixes/m<sup>3</sup>, monoinsaturados (palmitoléico) na densidade de 75peixes/m<sup>3</sup> e (oléico) na menor densidade. Já em relação aos ácidos graxos poli-insaturados da família n-6 (linoléico) na densidade de 100peixes/m<sup>3</sup> e n-3 (-linolênico) e (EPA) na densidade de 125peixes/m<sup>3</sup> e (DHA) na menor densidade de estocagem. Os filés apresentam-se como fonte de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e a razão encontrada entre os ácidos graxos n-6:n-3 estão dentro dos padrões recomendados. Os dados contidos neste estudo são muito importantes no ponto de vista nutricional e econômico e poderão contribuir para difundir o consumo de tainha para adultos, gestantes e crianças devido ao seu valor biológico e a presença de EPA e DHA. Esperamos que estes resultados contribuam para bancos de dados que auxiliarão na melhor estimativa de consumo de nutrientes em inqueritos dietéticos.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) pela doação dos peixes.

## REFERÊNCIAS

1. Meurer F, Hayashi C, Boscolo WR. Influência do Processamento da Ração no Desempenho e Sobrevivência da Tilápia do Nilo Durante a Reversão Sexual. *R. Bras. Zootec.* 2003; 32(2): 262-7.
2. Brandão FR, Gomes LC, Chagas EC, Araújo LD. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. *Pesq. Agropec. Brás.* 2004; (39/4): 357-62.
3. Jobling M. *Fish Bioenergetics*. London: Chapman e Hall, 1994. 294p.
4. Gomes LC, Baldisserotto B, Senhorini JA. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. *Aquaculture* 2000; (183): 73-81.
5. El-Sayed A. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. *Aquaculture Research* 2002; (33): 621-6.
6. Iguchi K, Ogawa K, Nagae M, Ito F. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). *Aquaculture* 2003; (202): 515-23.
7. Cavero BAS, Pereira-Filho M, Roubach R, Ituassú DR, Gandra AL, Crescêncio R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2003; (38): 103-07.
8. Campos-Ramos R, Harvey SC, McAndrew BJ. An investigation of sex determination in the Mozambique tilapia, *Oreochromis mossambicus*, using synaptonemal complex analysis, fish, sex reversal and gynogenesis. *Aquaculture* 2003; (221):125-40.
9. Desprez D, Géraiz E, Hoareau MC *et al.* Production of a high percentage of male offspring with a natural androgen, 11b-hydroxyandrostenedione (11bOHA4), in Florida red tilapia. *Aquaculture* 2003; (216): 55-65.
10. Meurer F, Hayashi C, Boscolo WR *et al.* Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *Revista Brasileira de Zootecnia* 2002; (31/2): 566-73.
11. Boscolo WR, Hayashi C, Soares CM. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2001; (30/5): 1391-6.
12. Vila Nova CMVM, Godoy HT, Aldrigue ML. Composição química, teor de colesterol e caracterização dos lipídios totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo (*Lutjanus purpureus*). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 2005; (25/3): 430-6.
13. Roos NM, Siebelink E, Botts ML, Van Tol A, Schouten EG, Katan MB. Trans monounsaturated fatty acids and saturated fatty acids have similar effects on postprandial flow-mediated vasodilation. *Eur J Clin Nutr Basingstoke*. 2002;56(7):674-9.
14. Lima MF, Henriques CA, Santos FD, Andradre PMM, Tavares do Carmo MG. Ácido graxo ômega 3 docosahexaenóico (DHA:C22:6 n-3) e desenvolvimento neonatal: aspectos relacionados à sua essencialidade e suplementação. *Nutrire: Rev Soc Bras Alim Nutr = J Brazilian Soc Food Nutr*. 2004; 28: 65-77.
15. Ramos Filho MM, Ramos MIL, Hiane PA, Souza EMT. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 2008; (28/2): 361-5.
16. Gomes LC, Chippari-Gomes AR, Lopes NP, Roubach R, Araujo-Lima CARM. Efficacy of benzocaine as anesthetic for tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). *Journal of the World Aquaculture Society* 2001; (31): 426-31.
17. Association of official analytical chemists (AOAC). Horwitz, Washington. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists*. 17 ed. Arlington: AOAC Inc., 2000.
18. Watt B, Merrill AL. *Composition of foods: raw, processed, prepared*. Washington DC: Consumer and Food Economics Research. Division/Agricultural Service, 1963.
19. Folch J, Lees M, Sloane SGH. A simple method for the isolation and purification of total lipide from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, Baltimore, 1957; (226): 497-509.
20. Bohac CE, Rhee KS, Cross HR, Ono K. Assesment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. *J. Food Sci.* 1988; (53): 1642-4.
21. Searcy RL, Bergquist LMA. New color reaction for the quantitation of serum cholesterol. *Clin. Chimica Acta.*, 1960; (5): 192-9.
22. Hartman L, Lago BCA. Rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. *Lab Pract.* 1973; (22): 475-7.
23. Ulbricht TLV, Southgate DAT. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* 1991; (338/8773): 985-92.
24. Santos-Silva J, Bessa RJB, Santos-Silva F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science* 2002; (7723): 187-94.
25. Kubitzka F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí: Fernando Kubitzka, 2000.
26. Silva PC, Kronka SN, Tavares LHS, Souza VL. Desempenho produtivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em diferentes densidades e trocas de água em "raceway". *Acta Scientiarum*, 2002; (24/4):935-41.
27. Sampaio JMC, Braga LGT. Cultivo de tilápia em tanques-rede na barragem do Ribeirão de Saloméa – Floresta Azul – Bahia. *Rev. Bras. Saúde Prod. Na.* 2005; (6/2): 42-52.
28. Ogawa M, Maia EL. *Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado*. 1999; São Paulo: Varela; (1), 430p.
29. Lichtenstein AH, Mitch WE, Mullis R, Robinson K, Tosett JW, Jeor SS, Suttie J, Tribble DL, Bazzarre TL. Dietary guidelines: revision 2000: a statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the American heart Association. *Circulation* 2000; (102/18): 2284-99.
30. Kirk RS, Sawyer R. *Pearson's composition and analysis of foods*. 9th, ed. Harlow Essex, Longman; 1981; 504-18.
31. Penfield MP, Campbell AM. *Experimental Food Science*. 3. ed. San Diego: Academic Press, 1990.
32. Omena, CMB. Reflexo da utilização de farlo de côo na alimentação de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1857). [Dissertação de Mestrado] Maceió, Alagoas: Universidade Federal de Alagoas. 2008. 95 p.
33. Bruschi FLF. *Rendimento, composição centesimal e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos monografia [Graduação em Oceanografia]*. Itajaí, Santa Catarina. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí. 2001. 134p.
34. Morais C. *Rendimento cárneo e composição química da ictiofauna acompanhante na captura do camarão-sete-barbas (Xiphopenaeus kroyeri Heller, 1862)*. *Colet. ITAL.*, v.22, n.1, p.6-72, 1992.
35. Minozzo MG. *Elaboração de patê cremoso a partir de filé de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) e sua caracterização físico-química microbiológica e sensorial*. [Dissertação de Mestrado]. Curitiba, Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2005. 127pp.

36. Stansby ME. Polynsaturates and fat in fish flesh. *J. Am. Diet. Ass.*,1973; (63): 625-30.
37. Ferreira MW, Bressan MC, Souza XR, Vieira JO, Faria PB, Andrade PL. Efeito dos métodos de cocção sobre a composição química e perfil lipídico de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757). *Ciênc. Agrotec.*, 2007; (31/3): 798-803.
38. Luzia LA, Sampaio GR, Castellucci CMN, Torres EAFS. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. *Food Chemistry* 2003; (83): 93-7.
39. Denke MA, Grundy SM. Effects of fats hing in stearic acid on lipid and lipoprotein concentrations in men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1991; (54):1036-40.
40. Nova, CMVMV, Godoy HT, Aldrigue ML. Composição química, teor de colesterol e caracterização dos lipídeos totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo (*Lutjanus purpureus*). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 2005; (25/3): 45-9.
41. Menezes MES. Valor nutricional de espécies de peixes (água salgada e estuário) do estado de Alagoas. [Dissertação de Mestrado]. Maceió, Alagoas: Universidade Federal de Alagoas, 2006. 113.
42. Lira GM, Mancini Filho J, Torres RP, Oliveira AC, Vasconcelos AMA, Omena CMB, Almeida MCS. Composição centesimal, valor calórico, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos da carne de búfalo (*Bubalis bubalis*) da cidade de São Luiz do Quitunde-AL. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2005; 64(1): 31-8.
43. Sabarense CM. Avaliação do efeito dos ácidos graxos *trans* sobre o perfil dos lipídeos teciduais de ratos que consumiram diferentes teores de ácidos graxos essenciais [Tese de Doutorado]. São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2003. 130 pp.
44. Nova CMVMV, Godoy HT, Aldrigue ML. Composição de ácidos graxos dos lipídeos totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo (*Lutjanus purpureus*). XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2004, Fortaleza: p.45.
45. Kris-Etherton P, Yu S. Individual fatty acids effects on plasma lipids and lipoproteins: human studies. *Am J Clin Nutr*. 1977; Supp. 1628-44.
46. Lira GM, Mancini Filho J, Santana LS, Torres R P, Oliveira AC, Omena CMB, Silva Neta ML. Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-AL. *Rev. Brasileira de Ciênc. Farmacêuticas* 2004; 40(4): 529-37.
47. Su K, Huang S, Chiu C, Shen WW. Omega-3 fatty acids in major depressive disorder. A preliminary double-blind, placebo-controlled trial. *European Neuropsychopharmacology*.2003;(1): 267-71.
48. Department os Health and Social Security. Diet and cardiovascular disease. Report on Health and Social Subjects, n.28. London:HMSO, 1984.
49. Moreira AB et al. Fatty acids profile and cholesterol contents of three brazilian *Brycon* freshwater fishes. *Journal of Food Composition and Analysis* 2001; 14(6):565-74.
50. Testi et al. Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. *Food Chemistry* 2006; 98(1):104-11.
51. Ramos Filho MM, Ramos MIL, Hiane PA, Souza EMT. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 2008; 28(2): 361-5.