

## Artigo

**Incorporação de Ácido Alfa-linolênico (18:3n-3) em Surubim-do-Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*)**

Zanqui, A. B.\*; Barilli, D. J.; Ribeiro, S. A. O.; Boscolo, W. R.; Feiden, A. ;  
Gomes, S. T. M.; Matsushita, M.

Rev. Virtual Quim., 2015, 7 (6), 2017-2025. Data de publicação na Web: 17 de agosto de 2015

<http://www.uff.br/rvq>

**Incorporation of Alpha-linolenic Acid (18:3n-3) in Surubim-do-Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*)**

**Abstract:** One hundred and eighty freshwater fish, Surubim-do-Iguaçu, were distributed into three cages and fed for 25 and 50 days with control diet based on soybean oil and diet supplemented with linseed oil, rich in fatty acid 18:3n-3. The objective this work was to evaluate the incorporation of 18: 3n-3 acid during the experiment. Total lipids were extracted and fatty acids were separated in the gas chromatograph coupled to a flame ionization detector and quantified. The fish that were fed during 50 days diet supplemented with flaxseed oil, incorporated alpha-linolenic acid on your filet, increasing the amount of this fatty acid of 9.76 mg g<sup>-1</sup> to time zero to 20.64 mg g LT<sup>-1</sup>. The best reason n-6/n-3 was found in fillets with 50 days containing flaxseed, 4.45. Thus, it is concluded that the addition of linseed oil rations brings development and improved fatty acid profile in "Surubim do Iguacu" fillets.

**Keywords:** Linseed oil; omega 3 fatty acid; incorporation.

**Resumo**

Cento e oitenta peixes de água doce, Surubim-do-Iguaçu, foram distribuídos em três tanques-rede e alimentados durante 25 e 50 dias com ração controle, à base de óleo de soja, e ração suplementada com óleo de linhaça, rico em ácido graxo 18:3n-3. O objetivo deste trabalho foi avaliar a incorporação de ácido 18:3n-3 no decorrer do experimento. Os lipídios totais foram extraídos e seus ácidos graxos separados em cromatógrafo à gás acoplado a detector de ionização em chama e quantificados. Os peixes alimentados com ração suplementada com óleo de linhaça incorporaram ácido alfa-linolênico em seu filé, aumentando a quantidade desse ácido graxo após 50 dias de alimentação, de 9,76 mg.g<sup>-1</sup> no tempo zero para 20,64 mg.g<sup>-1</sup> de LT no final no experimento. A melhor razão n-6/n-3 encontrada foi nos filés com 50 dias e alimentação com linhaça, 4,45. Assim, conclui-se que a adição de óleo de linhaça as rações traz incorporação e melhoria no perfil de ácidos graxos em filés de Surubim do Iguacu.

**Palavras-chave:** Óleo de linhaça; ácidos graxos ômega 3; incorporação.

\* Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Química, Bl 17, CEP 87020-900, Maringá-PR, Brasil.

✉ [biazanqui@gmail.com](mailto:biazanqui@gmail.com)

DOI: [10.5935/1984-6835.20150119](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150119)

## Incorporação de Ácido Alfa-linolênico (18:3n-3) em Surubim-do-Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*)

Ana Beatriz Zanqui,<sup>a,\*</sup> Deoclécio José Barilli,<sup>b</sup> Suellen Andressa O. Ribeiro,<sup>b</sup> Aldi Feiden,<sup>b</sup> Wilson Rogério Boscolo,<sup>b</sup> Sandra Terezinha M. Gomes,<sup>a</sup> Makoto Matsushita<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Química, Bl 17, CEP 87020-900, Maringá-PR, Brasil.

<sup>b</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, CEP 85903-000 Toledo-PR, Brasil.

\* [biazanqui@gmail.com](mailto:biazanqui@gmail.com)

*Recebido em 15 de outubro de 2014. Aceito para publicação em 17 de agosto de 2015*

1. Introdução
2. Parte experimental
3. Resultados e discussão
4. Conclusão

### 1. Introdução

A aquicultura é a atividade agropecuária que mais cresceu nos últimos anos, principalmente no Brasil. A produção mundial de pescados aumentou nas últimas décadas, havendo uma crescente demanda no consumo de pescados em todo o mundo. De acordo com o relatório da FAO, 121, 142 e 145 milhões de toneladas de pescado foram consumidas nos anos de 2007, 2008 e 2009, respectivamente. O consumo de peixe em 2010 foi de 17 kg por pessoa ano e 18.4 kg em 2012.<sup>1-3</sup>

A fração lipídica presente nos peixes é composta de ácidos graxos (AG) e o perfil é decorrente do tipo de alimentação ofertada.<sup>2,4,5</sup> Nos peixes de água doce

cultivados em cativeiro, tem-se realizado estudos com a adição de fontes oleaginosas que contenham altas concentrações do ácido graxo alfa-linolênico (18:3n-3). Neste contexto, a linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é uma oleaginosa com alto teor lipídios totais (LT), cerca de 30%, com excelente fonte de ácido alfa-linolênico (600 mg de AG por g de LT).<sup>6,7</sup> Este ácido graxo é considerado estritamente essencial por ser o precursor dos demais ácidos graxos da série ômega 3. Ele é alongado dentro do organismo, com atuação de enzimas alongases e dessaturases, gerando os eicosanoides, ácidos graxos com mais de 20 carbonos, como o eicosapentaenoico (20:5n-3) e docosahexaenóico (22:6n-3),<sup>2,8-10</sup> que atuam na imunidade do corpo, prevenção de inflamações, doenças cardiovasculares, câncer, diabetes, atuando também no

desenvolvimento do cérebro.<sup>2,8-10</sup> Nos últimos anos, devido à constante mudança da alimentação humana, a ingestão destes ácidos graxos essenciais tornou-se pobre, ocasionando um déficit nutricional.<sup>2,4,5,10-13</sup>

A relação recomendada por Simopoulos (2004) das razões de ácidos graxos essenciais (n-6/n-3) com doenças crônicas varia de 1/1 a 4/1 (dose ótima), dependendo da doença em consideração.<sup>12,13</sup>

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a incorporação de ácido alfa-linolênico (18:3n-3) em uma espécie de peixe de bacias hidrográficas brasileiras: o Surubim-do-Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*). Para isso, foi fornecida uma dieta isoenergética, enriquecida com óleo de linhaça, analisando seus filés no tempo zero, após 25 e 50 dias de alimentação.

## 2. Parte experimental

### *Criação e alimentação dos peixes*

O experimento com Surubim-do-Iguaçu foi realizado em tanques-rede, localizados no reservatório da Usina de Salto Caxias (Copel, Companhia Energética do Paraná) no município de Boa Vista da Aparecida/PR.

Foram utilizados 180 peixes distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em 3 tanques-rede para cada tratamento. As dietas foram preparadas de acordo com a Tabela 1, sendo isofosfóricas, isocálcicas, isoenergéticas e isoprotéicas, com incorporação de óleo de linhaça à ração comercial extrusada (8 mm de diâmetro) contendo aproximadamente 28% de proteína bruta (PB) e 3.062 kcal ED kg<sup>-1</sup>, de acordo com NRC 1993.<sup>14</sup>

Os peixes passaram por um período de adaptação de 30 dias, onde receberam dieta contendo apenas óleo de soja incorporado à

ração. Os peixes foram alimentados três vezes ao dia e em quantidade equivalente a 2% de sua massa. A quantidade de ração fornecida foi corrigida semanalmente tendo como base a massa média dos peixes. Imediatamente após o período de adaptação e antes do início do fornecimento das dietas, foram coletados três peixes de cada tanque para determinação da composição inicial (tempo zero) dos filés. As coletas subsequentes foram realizadas em 25 e 50 dias. Após as coletas, os peixes foram abatidos por meio de superdosagem de xilocaína (10 g L<sup>-1</sup>), eviscerados e filetados. Os filés foram triturados em multiprocessador, homogeneizados e acondicionados em embalagens de polietileno, a vácuo, e armazenadas em congelador (-24 °C).

### *Análises físico-químicas*

A percentagem de carboidratos foi estimada por diferença somando-se os teores de umidade, cinzas, proteína bruta e lipídios totais e subtraindo de 100%. As rações foram submetidas as análises de umidade, cinzas e proteína bruta, assim como os filés, de acordo com a AOAC.<sup>15</sup> Os lipídios totais (LT), foram extraídos e esterificados de acordo com Bligh & Dyer (1959)<sup>16</sup> e Hartman & Lago (1973),<sup>17</sup> respectivamente. Para separação dos ésteres metílicos de ácidos graxos, utilizou-se cromatógrafo a gás Shimadzu (14-A), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (Varian), Select FAME CP 7420 (100 m, 0,25 mm, 0,25 µm). A identificação dos ácidos graxos foi baseada na comparação dos tempos de retenção com padrões 189-19 (Sigma) e a quantificação destes foi efetuada em relação ao padrão interno, tricosanoato de metila (Sigma) conforme Joseph e Ackman (1992).<sup>18</sup> A análise estatística foi efetuada pelo programa Statistica 8.0,<sup>19</sup> método Tukey com 5% de variância.

**Tabela 1.** Ingredientes básicos das rações experimentais

Ingredientes (%)	Dieta	
	Controle	LNA
Milho	8,15	8,15
Glúten de milho	8,0	8,0
Trigo integral	12,0	12,0
Farelo de soja	41,0	41,0
Quirera de arroz	11,13	11,13
Farinha de peixe	3,0	3,0
Levedura desidratada	5,0	5,0
Hidrolisado de fígado de frango	3,0	3,0
DL-metionina	0,15	0,15
L-lisina	0,4	0,4
L-treonina	0,1	0,1
Óleo de soja	2,3	1,0
Óleo de linhaça	0,0	2,0
Ácido linoléico conjugado (CLA)	0,0	0,0
Fosfato bicálcico	3,0	3,0
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,5	0,5
Vitamina C <sup>2</sup>	0,1	0,1
BHT <sup>3</sup>	0,02	0,02
Sal comum	0,35	0,35
Antifúngico	0,1	0,1
Energia digestível (kcal kg <sup>-1</sup> ) <sup>4</sup>	3062	3062
Fibra bruta (%) <sup>4</sup>	3,2	3,2
Cálcio (%) <sup>4</sup>	0,90	1,2
Fósforo disponível (%) <sup>4</sup>	0,90	0,90
Ácido alfa-linolênico (n-3) (%) <sup>4</sup>	0,0	1,0

<sup>1</sup> Nutrientes constituintes da ração: composição por kg do produto: Vit. A = 10.000 UI; vit. D3 = 3.000 UI; vit. E = 800 mg; vit. K3 = 5 mg; vit. B1 = 5 mg; vit. B2 = 10 mg; vit. B6 = 6 mg; vit. B12 = 12 mcg; ác. fólico = 1 mg; ácido pantotênico = 50 mg; vit. C = 250 mg; biotina = 0,5 mg; colina = 2.000 mg; niacina = 80 mg; inositol = 150 mg; Fe = 40 mg; Cu = 20 mg; Mn = 30 mg; Zn = 100 mg; I = 5 mg e Se = 0,4 mg; <sup>2</sup> Vitamina C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico com (42% de princípio ativo). <sup>3</sup> Butil Hidroxi-Tolueno. <sup>4</sup> Valores determinados

### 3. Resultados e discussão

A Tabela 2 apresenta os resultados da composição centesimal das rações que foram preparadas para a alimentação dos peixes. Os resultados da composição centesimal das rações fornecidas aos peixes não apresentaram diferença estatística ao nível de 5% de significância.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da composição proximal dos filés de Surubim-do-Iguaçu (*Steindachneridion melanoderdatum*) nos diferentes tratamentos, com 25 (I) e 50 (II) dias para os tratamentos com ração controle e 25 (III) e 50 (IV) dias para ração suplementada com óleo de linhaça.

**Tabela 2.** Composição proximal das rações

Composição (%)	Dieta Controle	Dieta Linhaça
Umidade	7,50 ±0,01	7,36 ±0,04
Cinzas	10,48 ±0,01	10,57 ±0,04
Proteína Bruta	21,44 ±0,38	22,97 ±0,05
Lipídios Totais	9,09 ±0,53	8,26 ±0,03
Carboidratos	51,49 ±0,65	50,84 ±0,08

Os valores são medias de triplicatas de amostras de seis repetições. A porcentagem de carboidratos foi estimada por diferença somando-se os teores de umidade, cinzas, proteína bruta e lipídios totais e subtraindo de 100%.

**Tabela 3.** Composição proximal dos filés de Surubim alimentados com ração controle e ração com linhaça (g 100 g<sup>-1</sup>)

Representação	Umidade	Cinzas	Proteína bruta	Lipídios totais
I	70,52 <sup>b</sup> ±0,78	1,07 <sup>a</sup> ±0,09	18,19 <sup>a</sup> ±1,18	9,01 <sup>a</sup> ±0,02
II	73,38 <sup>a</sup> ±0,03	1,04 <sup>a</sup> ±0,01	17,40 <sup>a</sup> ±0,26	7,31 <sup>b</sup> ±0,12
III	71,42 <sup>b</sup> ±0,03	0,92 <sup>b</sup> ±0,01	19,12 <sup>a</sup> ±0,05	8,11 <sup>b</sup> ±0,03
IV	73,79 <sup>a</sup> ±0,45	1,09 <sup>a</sup> ±0,08	16,84 <sup>b</sup> ±0,33	6,62 <sup>c</sup> ±0,12

Os valores são medias de triplicatas de amostras de seis repetições

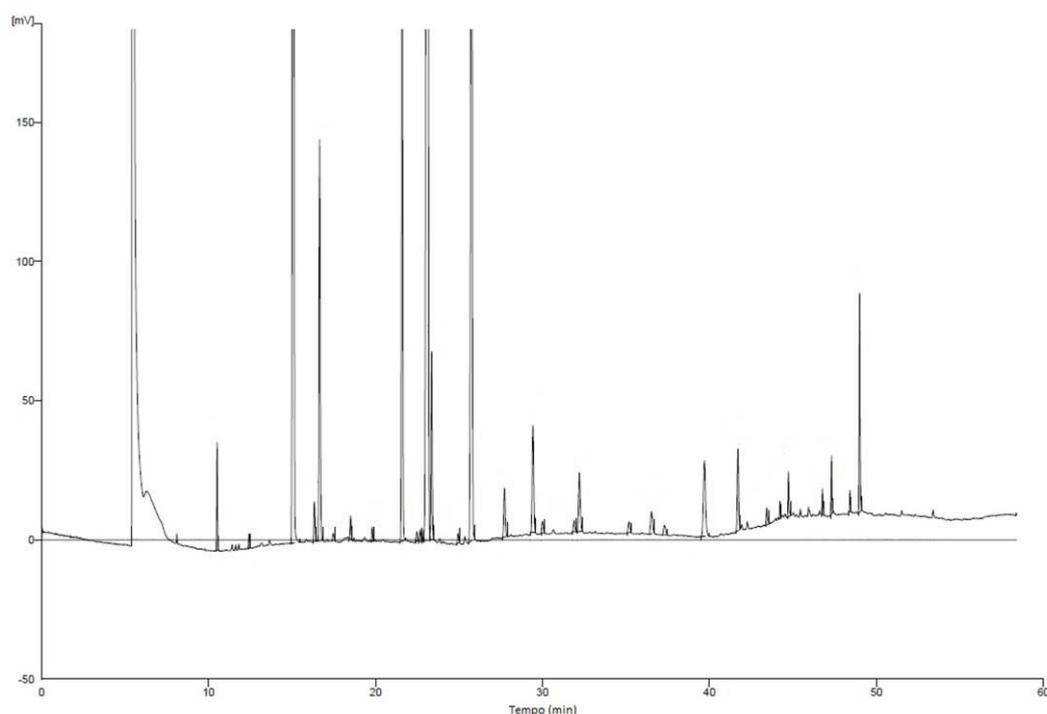
A variação da composição proximal dos filés está dentro do esperado, não havendo variações bruscas em sua composição geral. Observa-se na Tabela 3 que ao passar dos dias o acúmulo de lipídios totais no músculo do pescado diminui. Isso pode ser ocasionado pela necessidade energética e metabólica que o peixe tem com o seu crescimento.<sup>8,10</sup>

Na figura 1 é apresentado um cromatograma de exemplo do tratamento IV mostrando os ácidos graxos separados por cromatografia gasosa.

A Tabela 4 apresenta a quantificação absoluta dos ácidos graxos dos filés de Surubim-do-Iguaçu. Consta a composição dos peixes nos tempos zero, 25 (I) e 50 (II) dias

para os tratamentos com ração controle e 25 (III) e 50 (IV) dias para ração suplementada com óleo de linhaça.

Observou-se um aumento significativo na quantidade de ácido graxo LNA presente nos filés do pescado (Tab. 4), uma vez que obteve-se 9,76 mg.g<sup>-1</sup> no tempo zero e 20,64 mg.g<sup>-1</sup> de LT para os peixes alimentados durante 50 dias para o tratamento em questão. Zanqui *et al.* 2013 alimentou Mandis, durante 50 dias e Barilli *et al.* 2014 alimentou Pacus durante 49 dias, ambos com ração suplementada com óleo de linhaça e também observaram um aumento significativo de LNA.<sup>2,4</sup>



**Figura 1.** Cromatograma IV

Observa-se que para o tratamento com linhaça há uma diminuição do LA e aumento do LNA, quando comparados ao tratamento controle. Isso é explicado devido à mudança da alimentação, inserindo óleo de linhaça, que contém menores índices de LA e maiores de LNA.<sup>20</sup> Em relação ao ácido araquidônico (AA), não houve variação significativa comparando os tratamentos. O ácido eicosapentaenoico (EPA) teve seu maior índice nos tratamentos com ração controle, diminuindo consideravelmente apenas no tratamento de linhaça com 50 dias, possivelmente devido a continuação do processo metabólico (dessaturando e alongando)<sup>21</sup> pois observa-se no mesmo tratamento um aumento de DHA e DPA em relação aos outros tratamentos. O ácido docosapentaenoico (DPA) diminuiu com os tratamentos, sendo maior no tempo zero e menor no tratamento com linhaça durante 50 dias, enquanto o ácido docosahexaenoico reduziu em todos os tratamentos, quando comparados ao tempo zero. Isso pode ter ocorrido devido ao fato do peixe utilizar ao

ácido graxo de cadeia longa em seu metabolismo. Isso foi observado também em outros estudos como Zanqui *et al.* 2013 e Barilli *et al* 2014.<sup>2,4</sup>

A Tabela 5 apresenta os somatórios dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), poli-insaturados (AGPI), ômega 6 (n-6), ômega 3 (n-3), as razões AGPI por AGS e também n-6 por n-3. A razão de ácidos graxos essenciais (n-6/n-3) apresentada na Tabela 5 mostra que a razão para os peixes alimentados durante 50 dias foi de 4,45. Sendo, portanto, um valor considerado ótimo em relação a Simopoulos.<sup>13</sup> De acordo com o Departamento de Saúde da Inglaterra, a razão AGPI/AGS deve ser superior a 0,45, para que um alimento seja considerado saudável, principalmente quando relacionado à prevenção de doenças cardiovasculares. Desta forma, observou-se que todos os valores calculados, a partir dos dados do experimento, condizem com o valor sugerido pelo HMSO, estando em torno de 0,78.<sup>1</sup>

**Tabela 4.** Quantificação absoluta (em mg g<sup>-1</sup> de LT) de ácidos graxos dos filés de Surubim-do-Iguaçu alimentados com ração a base de óleo de soja e ração suplementada com óleo de linhaça

AG	Tempo zero	I	II	III	IV
14:0	10,38 <sup>a</sup> ±0,24	11,58 <sup>a</sup> ±0,33	11,44 <sup>a</sup> ±0,27	10,81 <sup>a</sup> ±0,62	10,68 <sup>a</sup> ±0,95
15:0	1,60 <sup>a</sup> ±0,09	1,56 <sup>a</sup> ±0,04	1,57 <sup>a</sup> ±0,03	1,54 <sup>a</sup> ±0,05	1,57 <sup>a</sup> ±0,09
16:0	212,67 <sup>a</sup> ±2,14	213,58 <sup>a</sup> ±2,34	216,96 <sup>a</sup> ±2,57	210,93 <sup>a</sup> ±2,77	209,60 <sup>a</sup> ±4,59
16:1n-9	5,32 <sup>b</sup> ±0,08	5,68 <sup>a</sup> ±0,06	5,33 <sup>b</sup> ±0,07	5,15 <sup>b</sup> ±0,18	5,22 <sup>b</sup> ±0,17
16:1n-7	20,26 <sup>a</sup> ±0,17	24,51 <sup>a</sup> ±0,13	24,80 <sup>a</sup> ±0,26	22,97 <sup>b</sup> ±0,74	22,69 <sup>b</sup> ±0,71
16:1n-5	1,34 <sup>b</sup> ±0,07	1,32 <sup>b</sup> ±0,04	1,37 <sup>b</sup> ±0,01	1,26 <sup>b</sup> ±0,04	1,50 <sup>a</sup> ±0,07
17:1n-9	2,66 <sup>b</sup> ±0,07	2,50 <sup>c</sup> ±0,02	2,58 <sup>bc</sup> ±0,04	2,57 <sup>bc</sup> ±0,05	2,84 <sup>a</sup> ±0,11
18:0	78,63 <sup>a</sup> ±0,42	78,40 <sup>a</sup> ±0,69	77,83 <sup>a</sup> ±0,15	79,87 <sup>a</sup> ±2,06	79,84 <sup>a</sup> ±0,86
18:1n-9 t	1,78 <sup>c</sup> ±0,50	2,64 <sup>ab</sup> ±0,26	2,21 <sup>bc</sup> ±0,15	2,32 <sup>abc</sup> ±0,27	3,24 <sup>a</sup> ±0,28
18:1n-9 c	302,78 <sup>c</sup> ±2,11	332,80 <sup>a</sup> ±3,12	319,55 <sup>b</sup> ±1,23	333,53 <sup>a</sup> ±1,55	323,78 <sup>b</sup> ±3,33
18:1n-7	13,10 <sup>a</sup> ±0,31	11,56 <sup>b</sup> ±0,18	11,27 <sup>b</sup> ±0,23	11,44 <sup>b</sup> ±0,29	11,86 <sup>b</sup> ±0,30
18:2n-6 (LA)	159,41 <sup>a</sup> ±2,27	150,48 <sup>b</sup> ±1,41	158,91 <sup>a</sup> ±0,90	145,07 <sup>c</sup> ±0,43	151,56 <sup>b</sup> ±0,98
18:3n-6	16,33 <sup>a</sup> ±0,53	13,02 <sup>b</sup> ±0,28	13,45 <sup>b</sup> ±0,24	13,40 <sup>b</sup> ±0,10	13,18 <sup>b</sup> ±0,29
18:3n-3 (LNA)	9,76 <sup>d</sup> ±0,44	10,29 <sup>d</sup> ±0,22	11,20 <sup>c</sup> ±0,18	14,87 <sup>b</sup> ±0,14	20,64 <sup>a</sup> ±0,37
20:1n-9	2,60 <sup>a</sup> ±0,86	3,35 <sup>a</sup> ±0,04	3,40 <sup>a</sup> ±0,04	3,28 <sup>a</sup> ±0,30	3,45 <sup>a</sup> ±0,17
20:2n-6	25,41 <sup>c</sup> ±0,41	28,80 <sup>a</sup> ±0,73	26,79 <sup>b</sup> ±0,38	27,75 <sup>ab</sup> ±0,32	25,92 <sup>c</sup> ±0,71
20:3n-6	1,08 <sup>b</sup> ±0,17	1,49 <sup>a</sup> ±0,15	1,50 <sup>a</sup> ±0,05	1,51 <sup>a</sup> ±0,04	1,49 <sup>a</sup> ±0,12
22:0	5,24 <sup>a</sup> ±0,28	4,01 <sup>c</sup> ±0,14	4,45 <sup>b</sup> ±0,06	4,00 <sup>c</sup> ±0,07	4,38 <sup>bc</sup> ±0,26
22:1n-9	2,68 <sup>c</sup> ±0,08	3,01 <sup>a</sup> ±0,11	2,97 <sup>a</sup> ±0,02	2,86 <sup>ab</sup> ±0,08	2,73 <sup>bc</sup> ±0,09
20:3n-3	15,74 <sup>a</sup> ±0,51	11,46 <sup>c</sup> ±0,39	12,39 <sup>b</sup> ±0,20	11,55 <sup>c</sup> ±0,25	11,88 <sup>bc</sup> ±0,20
20:4n-6 (AA)	16,33 <sup>a</sup> ±0,88	7,74 <sup>b</sup> ±0,66	8,47 <sup>b</sup> ±0,05	8,39 <sup>b</sup> ±0,10	8,79 <sup>b</sup> ±0,22
20:5n-3 (EPA)	1,58 <sup>c</sup> ±0,41	2,77 <sup>a</sup> ±0,18	2,75 <sup>a</sup> ±0,02	2,31 <sup>ab</sup> ±0,49	1,88 <sup>bc</sup> ±0,21
22:4n-6	6,39 <sup>a</sup> ±0,15	2,33 <sup>d</sup> ±0,18	2,87 <sup>b</sup> ±0,08	2,57 <sup>cd</sup> ±0,08	2,68 <sup>bc</sup> ±0,10
22:5n-3 (DPA)	3,13 <sup>a</sup> ±0,13	2,13 <sup>c</sup> ±0,16	2,27 <sup>c</sup> ±0,07	2,58 <sup>b</sup> ±0,07	2,85 <sup>b</sup> ±0,15
22:6n-3 (DHA)	12,59 <sup>a</sup> ±0,75	5,88 <sup>d</sup> ±0,45	6,60 <sup>d</sup> ±0,12	7,13 <sup>c</sup> ±0,18	8,49 <sup>b</sup> ±0,37

Valores médios de análise em triplicata de amostra em 6 repetições por período. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 95% pelo teste de Tukey (p<0,05).

**Tabela 5.** Somatórios (mg g<sup>-1</sup>) e razões estabelecidas para os ácidos graxos dos filés de Surubim-do-Iguaçu alimentados com ração a base de óleo de soja e ração suplementada com óleo de linhaça

Somatórios e razões	Tempo zero	I	II	III	IV
AGS	308,53	309,13	312,24	307,15	306,08
AGMI	352,53	387,37	373,48	385,38	377,30
AGPI	267,75	236,40	247,20	237,13	249,37
n-6	224,95	203,87	211,99	198,70	203,62
n-3	42,80	32,54	35,21	38,43	45,74
n-6/n-3	5,26	6,27	6,02	5,17	4,45
AGPI/AGS	0,87	0,76	0,79	0,77	0,81

AGS: total dos ácidos graxos saturados; AGMI: total de ácidos graxos monoinsaturados; AGPI: total dos ácidos graxos poli-insaturados; n-6: total de ácidos graxos ômega 6; n-3: total de ácidos graxos ômega 3.

#### 4. Conclusão

A substituição parcial de óleo de soja por óleo de linhaça em ração para peixes fornece uma ração nutritiva, bem aceita pelos peixes que ao se alimentarem dela incorporam ácidos graxos da série ômega 3, especialmente o LNA, melhorando a composição lipídica do pescado, fornecendo a população um alimento funcional com características benéficas e atuantes na prevenção de doenças cardiovasculares.

#### Agradecimento

Ao Departamento de Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá, ao Departamento de Engenharia de Pesca da Unioeste, a CAPES e ao CNPq.

#### Referências Bibliográficas

<sup>1</sup> World Health Organization, F. and A. O. of the U. N. WHO and FAO joint consultation:

fats and oils in human nutrition. *Nutrition Reviews* **1995**, *53*, 202. [CrossRef] [PubMed]

<sup>2</sup> Zanqui, A. B.; Maruyama, S. A.; Barilli, D. J.; Oenning, S. A. R.; Gomes, S. T. M.; Visentainer, J. V.; Souza, N. E. De; Boscolo, W. R.; Matsushita, M. Incorporation of conjugated linoleic and alpha linolenic fatty acids into *Pimodolus maculatus* fillets. *Food Science and Technology* **2013**, *33*, 532. [CrossRef]

<sup>3</sup> Higuchi, L. H.; Feiden, A.; Matsushita, M.; Santarosa, M.; Zanqui, A. B.; Bittencourt, F.; Boscolo, W. R. Quantificação de ácidos graxos de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes fontes de óleos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias* **2013**, *34*, 1913. [CrossRef]

<sup>4</sup> Barilli, D. J.; Santarosa, M.; Zanqui, A. B.; Boscolo, W. R.; Feiden, A.; Furuya, W. M.; Terezinha, S.; Gomes, M.; Visentainer, J. V.; Souza, N. E. De; Matsushita, M. Incorporation of conjugated linoleic acid (CLA) and  $\alpha$ -linolenic acid (LNA) in pacu fillets. *Food Science and Technology* **2014**, *34*, 74. [CrossRef]

<sup>5</sup> Carbonera, F.; Guntendorfer, E.; Antunes, C.; Fernandes, P.; Pereira, R.; Caroline, L.; Cinque, V.; Vergílio, J. Effect of dietary replacement of sunflower oil with perilla oil on the absolute fatty acid composition in Nile

- tilapia (GIFT). *Food Chemistry* **2014**, *148*, 230. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- <sup>6</sup> Sargi, S. C.; Silva, B. C.; Munise, H.; Santos, C.; Montanher, P. F.; Boeing, J. S.; Oliveira, O.; Júnior, S.; Souza, N. E.; Visentainer, J. V. Antioxidant capacity and chemical composition in seeds rich in omega-3: chia , flax , and perilla. *Food Science and Technology* **2013**, *33*, 541. [[CrossRef](#)]
- <sup>7</sup> Zanqui, A. B.; de Moraes, D. R.; da Silva, C. M.; Santos, J. M.; Gomes, S. T. M.; Visentainer, J. V.; Eberlin, M. N.; Cardozo-Filho, L.; Matsushita, M. Subcritical extraction of flaxseed oil with n-propane: Composition and purity. *Food Chemistry* **2015**, *188*, 452. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- <sup>8</sup> Aguiar, A. C.; Moraes, D. R.; Santos, L. P.; Stevanato, F. B.; Visentainer, J. E. L.; de Souza, N. E.; Visentainer, J. V. Effect of flaxseed oil in diet on fatty acid composition in the liver of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* **2007**, *57*, 273. [[PubMed](#)]
- <sup>9</sup> Fuchs, R. H. B.; Ribeiro, R. P.; Matsushita, M.; Tanamati, A. A. C.; Bona, E.; De Souza, A. H. P. Enhancement of the nutritional status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) croquettes by adding flaxseed flour. *LWT - Food Science and Technology* **2013**, *54*, 440. [[CrossRef](#)]
- <sup>10</sup> Silva, B. C. E.; Santos, H. M. C.; Montanher, P. F.; Boeing, J. S.; Almeida, V. D. C.; Visentainer, J. V. Incorporation of Omega-3 Fatty Acids in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed Chia (*Salvia hispanica* L.) Bran. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **2014**, *91*, 429. [[CrossRef](#)]
- <sup>11</sup> Martin, C. A.; Almeida, V. V. de; Ruiz, M. R.; Visentainer, J. E. L.; Matsushita, M.; Souza, N. E. de; Visentainer, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. *Revista de Nutrição* **2006**, *19*, 761. [[CrossRef](#)]
- <sup>12</sup> Simopoulos, A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The American Journal of Clinical Nutrition* **1991**, *54*, 438. [[PubMed](#)]
- <sup>13</sup> Simopoulos, A. P. Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acid Ratio and Chronic Diseases. *Food Reviews International* **2004**, *20*, 77. [[CrossRef](#)]
- <sup>14</sup> Press, N. A. *Em Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes*; 1a. ed, Washington, 1993.
- <sup>15</sup> Cunniff, P. A. Official Methods of Analysis of AOAC International. *Journal of AOAC International* **1998**, CD.
- <sup>16</sup> Bligh, E. G.; Dyer, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* **1959**, *37*, 911. [[PubMed](#)]
- <sup>17</sup> Hartman, L.; Lago, R. C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory practice* **1973**, *22*, 475. [[PubMed](#)]
- <sup>18</sup> Joseph, J. D.; Ackman, R. G. Capillary column gas chromatographic method for analysis of encapsulated fish oils and fish oil ethyl esters: Collaborative study. *Journal of AOAC International* **1992**, *75*, 488. [[Link](#)]
- <sup>19</sup> StatSoft, I. 8. Statistica: data analysis software system. 2007.
- <sup>20</sup> Simopoulos, A. P. Evolutionary aspects of diet: the omega-6/omega-3 ratio and the brain. *Molecular Neurobiology* **2011**, *44*, 203. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- <sup>21</sup> Perini, L.; Stevanato, B.; Cyl, S.; Eliete, J.; Visentainer, L.; Dalalio, O.; Matsushita, M.; Evel, N.; Estadual, U. Ácidos graxos poliinsaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. *Revista de Nutrição* **2010**, *23*, 1075. [[CrossRef](#)]