

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Sâmela Keila Almeida dos Santos**

**MICROALGA *SCHIZOCHYTRIUM* SP. EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO E
TAMBACU**

**Diamantina - MG
2015**

Sâmela Keila Almeida dos Santos

**MICROALGA *SCHIZOCHYTRIUM* SP. EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO E
TAMBACU**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Marcelo Mattos Pedreira
Coorientador: Guilherme de Souza Moura

Diamantina – MG

2015

Ficha Catalográfica - Sistema de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário: Rodrigo Martins Cruz CRB6-2886

S237m Santos, Sâmela Keila Almeida dos.
2015 Microalga *Schizochytrium* sp. em dietas para tilápia do Nilo e tambacu /
Sâmela Keila Almeida dos Santos. – Diamantina, 2015.
58 p. : il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Mattos Pedreira.
Coorientador: Prof. Dr. Guilherme de Souza Moura.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2015.

1. Fitoplâncton. 2. Híbrido. 3. Nutrição de peixes. 4. PUFA's. 5. SP1.
I. Pedreira, Marcelo Mattos. II. Moura, Guilherme de Souza. III.
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

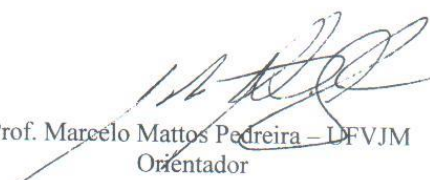
CDD 639.31

SÂMELA KEILA ALMEIDA DOS SANTOS

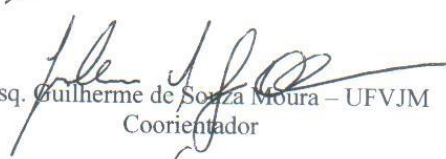
**MICROALGA *Schizochytrium* sp. EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO E
TAMBACU**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos
Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

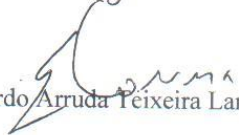
APROVADA em 31/03/2015



Prof. Marcelo Mattos Pedreira – UFVJM
Orientador



Pesq. Guilherme de Souza Moura – UFVJM
Coorientador



Prof. Eduardo Arruda Teixeira Lanna – UFV



Prof.ª Sandra Regina Freitas Pinheiro – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2015

*Ao meu esposo, Jacirlânio,
Aos meus pais, José e Maria,
Aos meus irmãos, Shirley, Sheyla, Anderson e Samara,
Aos meus sobrinhos, Hebert, Ingrid, Davi e Sarah,*

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me abençoar todos os dias, iluminando meu caminho e por ter colocado pessoas maravilhosas ao meu lado.

Aos meus pais, por terem me apoiado em todos os momentos, sempre me incentivando e orgulhando-se a cada pequena conquista. Por terem lutado tanto para que eu realizasse meus sonhos, estando sempre presente em todos os momentos e prontos para dar uma palavra de conforto.

Ao meu esposo pelo apoio incondicional. Obrigada pelo carinho, compreensão e companheirismo principalmente durante as noites e fins de semana em que dediquei nosso tempo ao mestrado.

Aos meus irmãos, sobrinhos e cunhados (as), que sempre se orgulharam de mim e confiaram em meu trabalho.

À UFVJM e ao Departamento de Zootecnia pela possibilidade de realização deste mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) pelo apoio financeiro ao projeto.

À empresa Alltech Inc. pelo apoio financeiro ao projeto.

Ao professor Dr. Alysson por ser o primeiro a acreditar na minha capacidade e me aceitar como orientada.

Ao Pesquisador Guilherme de Souza Moura, pela coorientação, paciência e amizade, se fazendo presente em todos os momentos deste projeto. Se existem anjos nessa vida, você é um deles, porque devo todo esse trabalho a você, Guilherme. Pela força, apoio e retorno rápido. Às críticas construtivas e o seu interesse, que sempre me incentivaram. Você foi fantástico, obrigada!

Ao professor Dr. Marcelo Mattos Pedreira pela orientação e pelo apoio dado, abrindo as portas do laboratório e de todo setor de aquicultura para realização deste trabalho.

Aos professores Aldrin e Cleube, pelo apoio e ajuda nos momentos que precisei.

Aos que já eram e se tornaram amigos de pós-graduação, Karine, Leonora, Aline Prates, Elenice, Maria, Gabrielle e Marcelo. Pela amizade, troca de conhecimentos, ajuda nos melhores e piores momentos e pelo apoio que foi incondicional.

Aos colegas do laboratório de Aquicultura: André, Aline, Régis, Maíra e Thiago.

Ao Grupo de Melhoramento pelo auxílio nos momentos que precisei e pelas conversas.

Às funcionárias Ellizandra, Elizangêla e em especial Talita pela paciência e disponibilidade.

À todos da UFV que auxiliaram durante o processo, em especial ao doutorando Rafael.

Aos membros da banca Dr. Eduardo Lanna e Dra. Sandra Pinheiro pela disposição e pelas contribuições.

Finalmente, gostaria de agradecer à todos vocês que fizeram parte da minha jornada e por estarem sempre comigo, me dando força nos momentos difíceis e rindo nos melhores momentos da vida. Porque ninguém vence sozinho. OBRIGADA A TODOS!

“A vida é como andar de bicicleta se parar, cai, pois o equilíbrio vem do pedalar. O mesmo acontece com os aviões. Se param, caem. O que sustenta é o movimento dos motores. É bom observar que a bicicleta tem duas rodas e um guidão, ou seja, o equilíbrio depende também de uma direção bem determinada. Quem não tem uma meta facilmente se cansa. É preciso saber para onde ir e ser persistente nessa direção. ”

Pe. Leo

BIOGRAFIA

SÂMELA KEILA ALMEIDA DOS SANTOS, filha de José Pereira dos Santos e Maria José Almeida dos Santos, nasceu em 02 de novembro de 1987, na cidade de São Francisco-MG.

Em outubro de 2012, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Minas Gerais/Campus Montes Claros (ICA/UFMG). No mês seguinte iniciou o curso de mestrado em Zootecnia na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), na área de Produção Animal, linha de pesquisa Aquicultura, submetendo-se à defesa de dissertação em 01 de abril de 2015.

RESUMO

SANTOS, Sânela Keila Almeida. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 1 de abril de 2015. 58p. **Microalga *Schizochytrium* sp. em dietas para tilápia do Nilo e tambacu.** Orientador: Marcelo Mattos Pedreira. Coorientador: Guilherme de Souza Moura. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Avaliou-se em dois ensaios a influência do ácido docosahexaenóico (DHA) presente na alga *Schizochytrium* sp. sobre o peso, ganho de peso, biomassa, ganho de biomassa, sobrevivência e composição corporal de tilápia do Nilo e tambacu. Foram utilizados 240 juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no primeiro ensaio e no segundo, 100 juvenis de tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*). Em ambos os ensaios os peixes foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 10, 20, 30 e 40 g de *Schizochytrium* sp. kg⁻¹ na ração), quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Os ensaios foram conduzidos durante 56 dias em sistema de recirculação com controle de temperatura, aeração e luz. No primeiro ensaio foi observado efeito linear crescente ($p < 0,05$) para os parâmetros de: peso, ganho de peso, biomassa, ganho de biomassa e sobrevivência. Quanto às análises bromatológicas corporais, somente a proteína bruta apresentou efeito de acordo com os níveis de inclusão da *Schizochytrium* sp. na ração. Para as análises de ácidos graxos corporais, a inclusão da *Schizochytrium* sp. na ração promoveu efeito linear crescente ($p < 0,05$) para os níveis de DHA e ômega 3 e efeito linear decrescente ($p < 0,05$) para a relação ômega 6:3, concluindo que a inclusão de 40 g de *Schizochytrium* sp. kg⁻¹ na ração proporcionou melhor desempenho e maiores níveis de ômega 3 e DHA corporal em tilápia do Nilo. No segundo ensaio foi verificado efeito quadrático ($p < 0,05$) para os parâmetros de: peso, ganho de peso, conversão alimentar, biomassa e ganho de biomassa em função dos níveis de *Schizochytrium* sp. adicionados à ração. Para a análise de composição corporal, os níveis de *Schizochytrium* sp. influenciaram a proteína bruta corporal, que se comportou de forma quadrática ($p < 0,05$). Quanto à análise de composição corporal dos ácidos graxos foi observado efeito linear crescente ($p < 0,05$), para o ômega 3 e DHA e efeito linear decrescente para a relação ômega 6:3 em função dos níveis de inclusão da *Schizochytrium* sp. na ração, concluindo que houve melhor desempenho do tambacu quando alimentado com 20 g de *Schizochytrium* sp. kg⁻¹ de ração, mas quando se adiciona 40 g dessa alga na ração, ocorre maior deposição de ômega 3 e DHA corporal.

Palavras-chave: Fitoplâncton. Híbrido. Nutrição de Peixes. PUFA's. SP1.

ABSTRACT

SANTOS, Sâmela Keila Almeida. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2015, april, 1. 58p. ***Schizochytrium* sp. microalga in diets for Nile tilapia and tambacu.** Adviser: Marcelo Mattos Pedreira. Co-adviser: Guilherme de Souza Moura
Dissertation (Master's degree in Animal Science).

Two assays evaluated the influence of docosahexaenoic acid (DHA) present in the seaweed *Schizochytrium* sp. on weight, weight gain, biomass, biomass gain, survival and body composition of Nile tilapia and tambacu. 240 juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) were used in the first trial and the second, 100 juvenile tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*). In both the fish tests were distributed in a completely randomized design, with five treatments (0, 10, 20, 30 and 40 g of *Schizochytrium* sp. kg⁻¹ in the feed), four repetitions, totaling 20 experimental plots. The tests were conducted for 56 days in recirculation system with temperature control, aeration and light. In the first trial it was observed linear increase ($p < 0.05$) for the following parameters: weight, weight gain, biomass, biomass and survival gain. As for the bodily chemical analysis, only the crude protein had an effect according to the inclusion levels of *Schizochytrium* sp. the feed. For the analysis of bodily fatty acids, the inclusion of *Schizochytrium* sp. in the diet promoted linear increase ($p < 0.05$) for the levels of DHA and omega 3 and decreasing linear effect ($p < 0.05$) compared to omega 6:3, concluding that the inclusion of 40g of *Schizochytrium* sp. kg⁻¹ in the feed provided better performance and higher levels of omega-3 DHA and body in Nile tilapia. In the second trial was recorded quadratic effect ($p < 0.05$) for the following parameters: weight, weight gain, feed conversion, biomass and biomass gain depending on the levels of *Schizochytrium* sp. added to the feed. For the analysis of body composition, levels of *Schizochytrium* sp.. They influenced the body crude protein, which is a quadratic behavior ($p < 0.05$). The analysis of body composition of fatty acids was observed increasing linear effect ($p < 0.05$) for the Omega 3 and DHA and linear effect decrescente for omega ratio 6:3 in terms of inclusion levels of *Schizochytrium* sp. in feed, concluding that there was better performance tambacu when fed with 20 g of *Schizochytrium* sp. kg⁻¹ feed, but when you add 40 g of this alga in feed, there is a greater deposition of omega 3 DHA and body.

Keywords: Fish Nutrition. Hybrid. Phytoplankton. PUFA's. SP1.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estrutura dos triglicerídeos.....	17
Figura 2- Transformação dos ácidos graxos da série 9, 6 e 3.....	18
Figura 3- Biossíntese de ácidos graxos n-3 e formação de eicosanóides.....	19

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA.....	15
Tabela 1 - Composição do ácido docosahexaenóico (DHA) nas diferentes partes dos peixes.....	20
Tabela 2 - Fontes de obtenção de DHA, inclusão na dieta e proporção de DHA no ovo de poedeiras.....	21
Tabela 3 - Ácidos graxos de algumas espécies de água doce e água salgada, expressos em porcentagem.....	21
Tabela 4 - Concentração dos ácidos linoléico e docosahexaenóico (DHA) em alimentos de origem animal.....	22
Tabela 5 - Perfil nutricional da <i>Schizochytrium</i> sp.....	25
Tabela 6 - Perfil de ácidos graxos da <i>Schizochytrium</i> sp.....	26
ARTIGO 1 TILÁPIA DO NILO ALIMENTADA COM DIETAS CONTENDO A MICROALGA SCHIZOCHYTRIUM SP.....	35
Tabela 1 - Composição das dietas experimentais (matéria natural).....	38
Tabela 2 - Desempenho de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo diferentes níveis de <i>Schizochytrium</i> sp.....	40
Tabela 3 - Análise corporal de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo <i>Schizochytrium</i> sp.....	42
Tabela 4 - Análise dos ácidos graxos presentes na composição corporal de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com <i>Schizochytrium</i> sp.....	43
ARTIGO 2 MICROALGA SCHIZOCHYTRIUM SP. EM DIETAS PARA JUVENIS DE TAMBACU.....	48
Tabela 1 - Composição das dietas experimentais (matéria natural).....	51
Tabela 2 - Desempenho de juvenis de tambacu alimentados com rações contendo diferentes níveis de <i>Schizochytrium</i> sp.....	52
Tabela 3 - Análise corporal de juvenis de tambacu alimentados com rações contendo <i>Schizochytrium</i> sp.....	54
Tabela 4 - Análise dos ácidos graxos presentes na composição corporal de juvenis de tambacu alimentados com <i>Schizochytrium</i> sp.....	55

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Tilápia do Nilo.....	15
2.2 Tambacu.....	15
2.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados.....	18
2.3.1 Ácido Docosahexaenóico (DHA).....	19
2.3.2 Relação entre Ômega 6 e Ômega 3.....	22
2.4 Influência dos Ácidos Graxos na Formação do Perfil Lipídico de Peixes.....	23
2.5 Utilização de Algas na Alimentação Animal.....	23
2.6 <i>Schizochytrium</i> sp. na Nutrição de Peixes.....	25
REFERÊNCIAS	28
3 ARTIGOS.....	35
3.1 CAPÍTULO 2 - TILÁPIA DO NILO ALIMENTADA COM DIETAS	
 CONTENDO A MICROALGA <i>SCHIZOCHYTRIUM</i> SP.....	35
1.1 Introdução.....	37
1.2 Material e Métodos.....	38
1.3 Resultados e Discussão.....	40
1.4 Conclusões.....	44
Referências.....	45
3.2 CAPÍTULO 3 - MICROALGA <i>SCHIZOCHYTRIUM</i> SP. EM DIETAS PARA	
 JUVENIS DE TAMBACU.....	48
2.1 Introdução.....	50
2.2 Material e Métodos.....	51
2.3 Resultados e Discussão.....	52
2.4 Conclusões.....	56
Referências	57

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, a piscicultura vem se destacando e ganhando espaço no setor agropecuário. Por ser uma atividade produtiva e economicamente rentável, cada vez mais produtores e empresas investem na área, pois o mercado consumidor está em plena expansão. Em parte, este crescimento no setor se deve aos benefícios nutricionais do pescado, tais como: redução do risco de doenças cardíacas, artrite, trombose e a ação anti-inflamatória. Dessa forma, os produtos gerados ganham, a cada dia, o gosto dos consumidores pela qualidade nutricional, sabor diferenciado e maior atratividade.

Atrelado a essas questões de mercado consumidor e lucratividade, muitas pesquisas sobre o setor para aumentar a produtividade estão sendo realizadas e, aliado a isso, a incorporação ou mesmo enriquecimento desses produtos é uma nova forma de comercializá-los (SALDANHA & GONZALEZ, 2012). Ao incorporar determinado nutriente a um produto, este agrega valor nutricional e aumenta o valor comercial.

Dentre os nutrientes, os ácidos graxos poliinsaturados da família ômega 3 podem ser utilizados com esse objetivo, pois é de conhecimento os benefícios que este tipo de lipídeo promove à saúde. Quando enriquecido com fontes desejáveis de lipídeos, o alimento pode apresentar altos índices de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA's), diferentemente daqueles tradicionais. Atualmente, os ácidos graxos da família ômega-3 estão cada vez mais escassos na alimentação humana, pois vários itens alimentares atualmente ingeridos possuem altos níveis de ácidos graxos saturados. Assim, para o enriquecimento destes produtos, há a necessidade de incluir fontes que contenham níveis maiores desses lipídeos.

Como o perfil lipídico do organismo pode ser alterado de acordo com o tipo de dieta, a inclusão destes ácidos graxos nos alimentos pode ser uma alternativa para melhorar a qualidade nutricional dos produtos. Os alimentos com altos níveis de PUFA's se destacam nesse contexto, como as microalgas, principalmente por serem portadoras de ácido docosahexaenóico (DHA) em quantidades consideráveis. Dessa forma, este nutriente é transferido em grandes doses aos pescados marinhos, cuja base alimentar é advinda das algas. No caso de peixes de água doce, esta suplementação natural é menor, pois o ambiente aquático em que vivem não produz suficientemente fontes com altos níveis de ômega 3. Em cativeiro, esta situação ainda se agrava, visto às grandes densidades de peixes utilizadas nos sistemas produtivos atuais e as rações

utilizadas que tem como componentes principais a soja e o milho (possuem baixos níveis de ômega 3), o que reduz a disponibilidade de alimento natural.

Já disponíveis no mercado, as algas se tornam bastante atrativas como opção de ingrediente para formulações, pois possuem alto valor nutricional, principalmente, pelos níveis de proteína e ácidos graxos. A inclusão dessas algas em dietas de peixes de água doce, como a tilápia do Nilo e o tambacu, pode ser uma alternativa para melhorar o desempenho e aumentar a incorporação de PUFA's da série 3 em seu filé, o que refletirá em seu valor nutricional. As pesquisas ainda são bastante escassas em relação ao metabolismo e absorção de lipídeos em peixes, além do pouco conhecimento referente à incorporação do ômega 3 nas espécies de água doce.

Devido as suas características produtivas e valor de mercado, a tilápia do Nilo e o tambacu são potenciais espécies que poderão ser enriquecidas com PUFA's da série 3, pois ambas são onívoras, ou seja, são peixes que ingerem praticamente todo tipo de alimento. A tilápia se adapta bem as rações e em todas as fases de produção, devido a sua rusticidade (MEURER et al., 2000), possui ainda uma carne de textura firme, sabor delicado, fácil filetagem e ausência de espinhas em "Y" (KUBITZA, 2000). Já o tambacu é um peixe híbrido que possui hábitos alimentares similares ao pacu e tambaqui. Este peixe é caracterizado por ser bastante resistente a doenças e ao estresse, além de apresentar ganho de peso rápido (TAVARES-DIAS et al., 2007).

Objetivou-se avaliar dietas contendo DHA advindas de algas (*Schizochytrium algae*) sob o desempenho e qualidade de carcaça de tilápia do Nilo e tambacu.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TILÁPIA DO NILO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe que pertence a família Cichlidae, originária da África e foi introduzida no Brasil em 1971 (WATANABE et al., 2002), sendo a espécie mais cultivada e que está presente em várias regiões do país desde a região Nordeste, Sudeste e Sul, tendo a sua produção aumentado em 105% entre os anos de 2003 a 2009 (MPA, 2014).

A tilápia é um peixe onívoro, ou seja, possui o aparelho digestório adaptado a metabolizar diferentes tipos de alimentos (ZEINAD, 2005). A elevada capacidade que as tilápias têm em utilizar eficientemente tanto os alimentos de origem animal quanto vegetal mostra que para essa espécie a facilidade em formular rações completas e de baixo custo é uma possibilidade (FURUYA et al., 2001). A alimentação natural tem grande influência no desempenho das tilápias, pois estas são eficientes filtradoras. Dessa forma, o plâncton contribui para suprir as necessidades nutricionais, fazendo com que a tilápia tenha uma conversão alimentar aparente melhor do que outras espécies (LOURES et al., 2001).

A carne da tilápia é considerada uma carne magra com aproximadamente 85% de água em sua composição (GUINAZI et al., 2006). A cabeça do pescado, muitas vezes descartada no processamento, é uma fonte rica de ácido graxo da série 3. Alternativas para a implementação da cabeça de tilápias na alimentação devem ser estudadas como opção de fonte de PUFA's (VISENTAINER et al., 2003).

2.2 TAMBACU

O tambacu é um peixe híbrido resultante do cruzamento da fêmea do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o macho do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (CARVALHO et al., 2008).

O Pacu e o Tambaqui possuem o mesmo número de cromossomos, o que faz com que o resultado desse cruzamento seja indivíduos normais (SARACURA & CASTAGNOLLI, 1990). O tambacu tem sua origem na família Characidae, subfamília Serrasalminae (DELAPIEVE & LUCENA, 2009) e foi criado para atingir o crescimento do tambaqui e a resistência ao frio do pacu (DAIRIKI et al., 2010).

O tambacu não suporta água com temperaturas abaixo de 14 °C (KUBITZA, 2004), sua carne é bastante apreciada, sendo considerada uma carne nobre (TAVARES-DIAS et al., 2008). Muito utilizado na piscicultura e na pesca esportiva, o tambacu possui hábitos alimentares iguais dos seus ancestrais, ou seja, é um peixe onívoro que se alimenta de diversos tipos de alimento. Possui características tais como o corpo arredondado se enquadrando no exemplar dos “peixes redondos”, suas escamas são finas e lisas e as membranas das guelras são pequenas (DAVI, 2008).

Estudos sobre as exigências tanto de espécies nativas quanto de seus híbridos ainda são escassos em relação à tilápia, que é a espécie dominante nos sistemas de cultivos (BOSCOLO et al., 2011). Tanto do ponto de vista da grande diversidade de clima como de espécies, o híbrido tambacu pode ser uma alternativa nos sistemas de produção, haja vista as características herdadas do tambaqui e do pacu (PEREIRA et al., 2011).

As espécies nativas utilizam proteínas e gorduras como fonte de energia (BOSCOLO et al., 2011). Híbridos normalmente são mais rústicos e precoces, apresentando-se com melhores resultados aos diferentes cultivos. Adapta-se muito bem a diversos alimentos como é o caso da substituição do milho pelo milheto que pode ser utilizado como fonte energética sem nenhum prejuízo na produção final, dependendo da disponibilidade e dos custos do tambacu (SILVA et al., 2000). Entre uma faixa de peso de 50,00 a 200,00 gramas o tambacu tem exigência aproximada de 25 a 36% de proteína bruta, dependendo do tipo de sistema e da qualidade da dieta, isso baseado nos valores utilizados nas formulações para pacu e tambaqui (BOSCOLO et al., 2011).

Para os tambacus, os lipídeos são uma importante fonte de energia e ácidos graxos essenciais. Níveis de inclusão de dois tipos de óleo (soja e dendê) foram estudados por Pereira et al. (2011) para juvenis de tambacu, os quais não observaram melhora no desempenho. No entanto, houve melhor eficiência na deposição de proteína, demonstrando que os trabalhos ainda são vagos quanto às exigências nutricionais de animais híbridos.

Dessa forma, outros estudos realizados com seus ancestrais podem servir de base para determinar as exigências de lipídios (PEREIRA et al., 2011). Trabalhando com pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Ribeiro et al. (2013) avaliaram três tipos de óleo (oliva, milho e peixe) e concluíram que o óleo de peixe influencia no metabolismo de lipídios e aumenta a deposição de ácido graxo poliinsaturado, um importante ácido graxo para peixes. Barilli et al. (2014) trabalhando com dois tipos de ácidos graxos (linoleico e α -linolênico), verificaram que a inclusão de ácido graxo nas dietas para pacus melhora a qualidade nutricional da carne.

2.3 ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS

A utilização de PUFA's (do inglês "Poly Unsaturated Fatty Acids", no português significa ácidos graxos poliinsaturados) vem sendo largamente difundida na alimentação pelas suas características em reduzir o nível de colesterol e de lipoproteínas de baixa densidade no sangue. O ácido graxo ômega 3 é o mais benéfico, pois gera baixos níveis de peróxidos, ao contrário da família ômega 6. Estes últimos se forem utilizados em grandes quantidades produzem eicosanóides e peróxidos em excesso, os quais inibem a síntese de prostaciclina (mediador de eicosanóides sintetizado nas células endoteliais pela ação de uma enzima) (LIMA JUNIOR et al., 2011) da série 2, condição que é desfavorável ao organismo (MARTIM et al., 2006).

Os PUFA's são nutrientes extraídos de vegetais, algas marinhas e alguns peixes de água fria que juntamente com outros nutrientes naturais, podem ser adicionados às rações dos animais para a produção de alimentos enriquecidos. Desde 1975, os ácidos graxos da série ômega 3 (Figura 1) são estudados pela importância na prevenção de doenças que acometem humanos. Isso foi demonstrado com estudos da população de esquimós da Groelândia, que consumiam peixes com altos níveis de ômega 3, o que promovia baixa incidência de problemas cardíacos e artrites, quando comparados a outros povos (DYERBERG et al., 1975). Hu et al. (2002) também constataram que o risco de infarto do miocárdio e a redução de morte por doenças cardiovasculares em mulheres é menor quando se aumenta a ingestão de peixes como fonte de ômega 3.

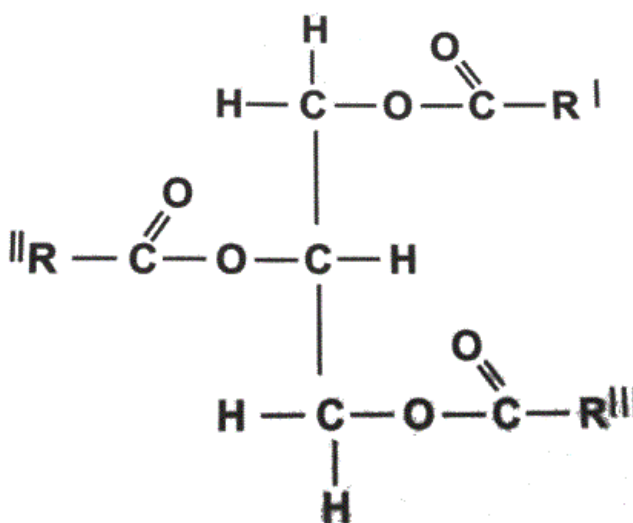
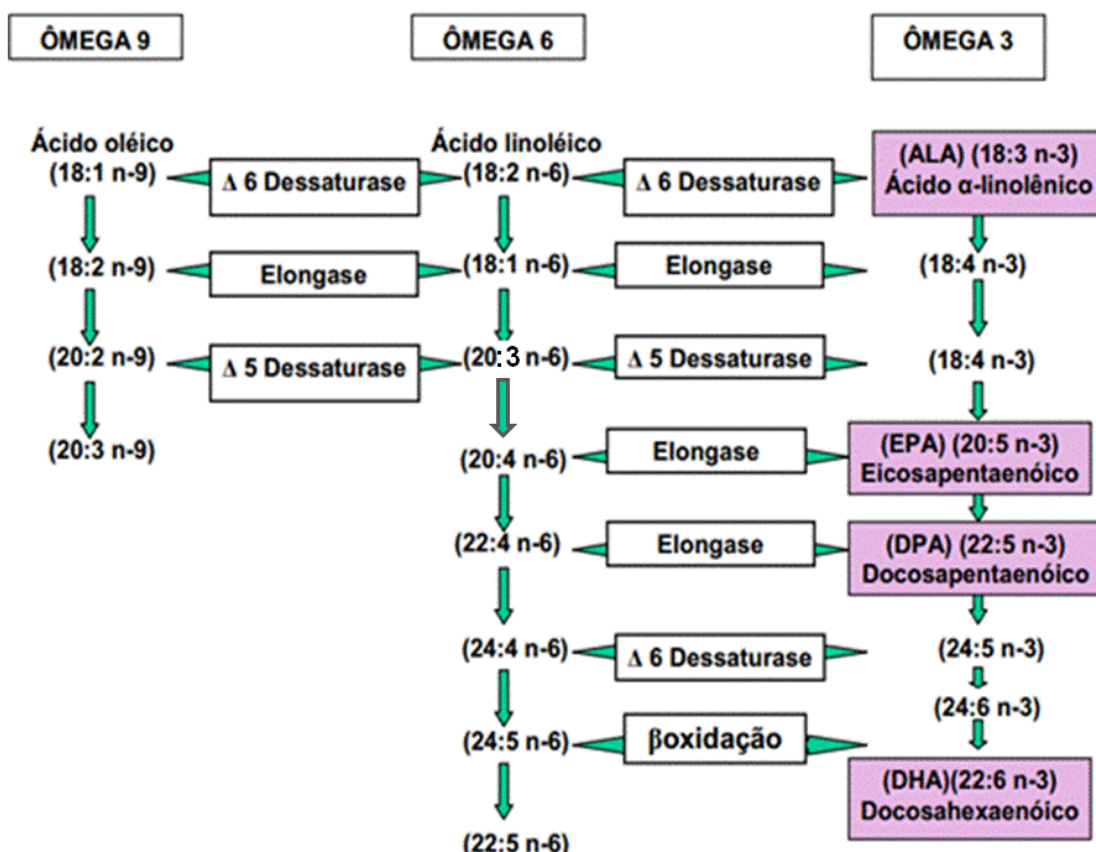


Figura 1 – Estrutura dos triglicerídeos.

Fonte: Bertechini (2012).



Fonte: Adaptado de Gomes (2008).

Os PUFA's ômega 3 reduzem os níveis de triglicérides plasmáticos no sangue e do colesterol sanguíneo, reduzem a pressão arterial e a agregação plaquetária. Influenciam também o desenvolvimento normal do sistema nervoso nas fases fetal e neonatal, além de participar no desenvolvimento normal da retina em recém-nascidos (MARTIM et al., 2006).

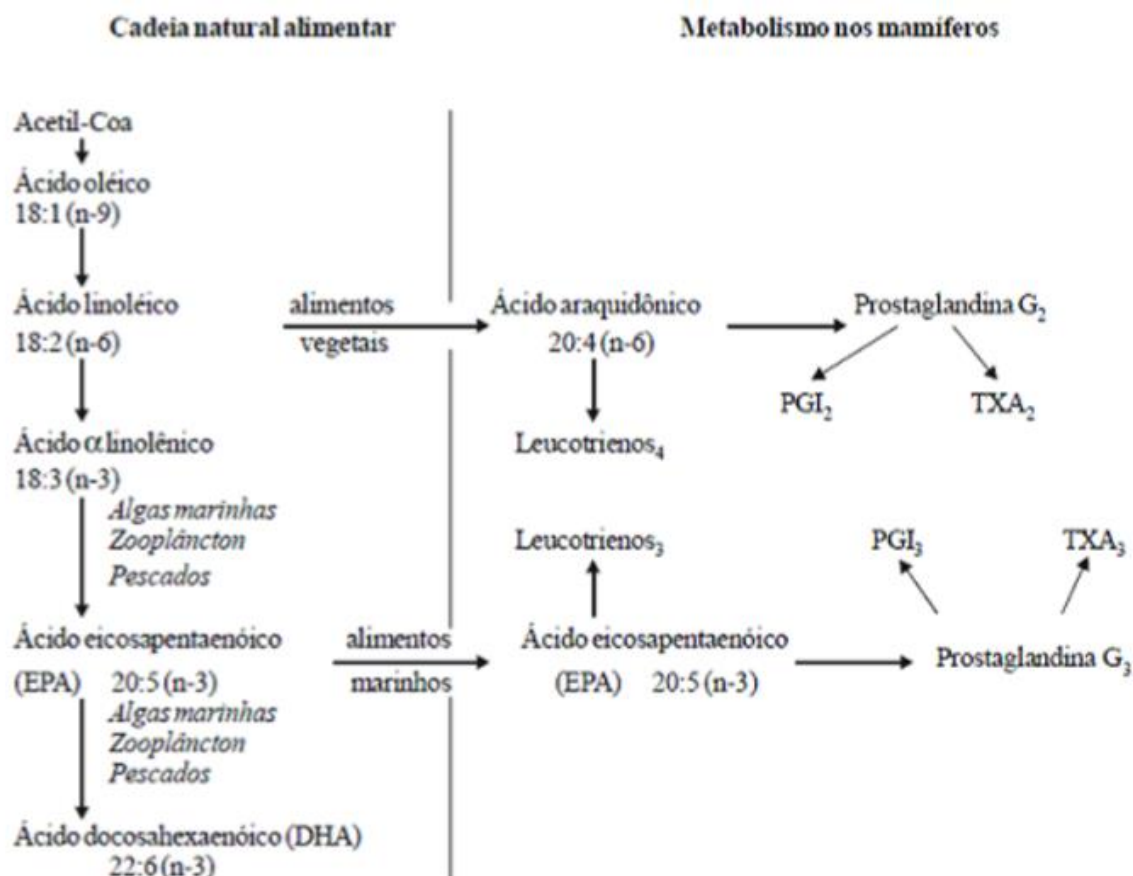


Figura 3 - Biossíntese de ácidos graxos n-3 e formação de eicosanóides.

Fonte: Adaptado de Ward (1995).

2.3.1 ÁCIDO DOCOSAHEXAENÓICO (DHA)

O ácido graxo docosahexanóico (DHA) encontrado em peixes de águas frias com a configuração 22:6 é um ácido importante da série ômega 3, fundamental para a formação do tecido nervoso, visual e confere uma boa formação da massa encefálica (BERTECHINI, 2012).

Segundo Novello et al. (2006) é interessante que mulheres gestantes e pós-período de gestação (lactação) consumam fontes de DHA para que esse ácido tenha ação no desenvolvimento cerebral do feto, aumente a função cognitiva da criança e o leite materno tenha quantidades significantes de DHA. A explicação para essas atribuições e o fato desse ácido ser considerado de fundamental importância para diversos tecidos corporais é que o DHA participa da maior porção fosfolipídica de diversas células (ALESSANDRI et al., 1998), sendo um dos representantes dos triglicerídeos, que são os lipídeos mais importantes do ponto de vista nutricional (BERTECHINI, 2012).

Em trabalho realizado por Visentainer et al. (2000) foram avaliados a relação dos níveis de DHA em diferentes espécies de peixes marinhos da costa brasileira (Tabela 1). Os

autores concluíram que entre as espécies e partes corporais estudadas, os níveis de DHA totais (olho + filé) foram superiores para as espécies atum e bonito. Com isso, a região ocular pode ser considerada uma excelente fonte de DHA, embora não seja consumida na maioria das vezes pelo descarte da cabeça nos locais de processamento.

Tabela 1 - Composição percentual do ácido docosahexaenóico (DHA) nas diferentes partes dos peixes

Nome Vulgar	Espécie	Partes	DHA(%)
Atum	<i>Thunus tynnus</i>	Olho	28,35
Atum	<i>Thunus tynnus</i>	Filé	16,25
Bonito	<i>Katsuwonus pellenis</i>	Olho	26,24
Bonito	<i>Katsuwonus pellenis</i>	Filé	16,50
Olho de boi	<i>Seriola lalandi</i>	Olho	16,20
Olho de boi	<i>Seriola lalandi</i>	Filé	10,37
Cavalinha	<i>Scomber japonicus</i>	Olho	13,95
Cavalinha	<i>Scomber japonicus</i>	Filé	12,71
Sardinha	<i>Sardinella brasiliensis</i>	Olho	14,81
Sardinha	<i>Sardinella brasiliensis</i>	Filé	13,77
Serra	<i>Sarda sarda</i>	Olho	18,60
Serra	<i>Sarda sarda</i>	Filé	15,39

Fonte: Adaptado de Visentainer et al. (2000).

O DHA pode ser encontrado em óleos de peixes de águas frias e o ácido linolênico da mesma série 3 do DHA é encontrado em óleos vegetais. O ácido linolênico pode ser convertido em DHA em alguns animais e esse fato pode ser importante na nutrição humana, haja vista que a transferência desses ácidos graxos aos produtos como carnes e ovos, pode trazer grandes benefícios à saúde humana (BERTECHINI, 2012).

Saldanha & Gonzales (2012) estipularam as quantidades de DHA (Tabela 2) que podem ser incluídas na dieta de poedeiras para obtenção de ovos com maior nível nutricional de “ácidos graxos essenciais”. Os autores observaram que o ideal é que essa suplementação nas dietas de animais deva vir acompanhada de maior adição de antioxidantes.

Tabela 2 - Fontes de obtenção de DHA, inclusão na dieta e proporção de DHA no ovo de poedeiras

Produto	Proporção DHA (%)	Inclusão na dieta (%)	Quantidade final DHA ovo (mg/ovo)
Algas	10	1,5	120 a 150
Óleo de Peixe ¹	-	1,5 a 3,0 ^a	240
Farinha de Peixe ²	-	-	120 a 150
Semente de Linhaça	-	5,0	5
Óleo de Linhaça	-	3,5	100

¹Proporção variável de DHA (%) de acordo com a espécie de peixe. ²Inclusão na dieta (%) tem que ser maior que do óleo de peixe para se conseguir quantidade final de DHA no ovo igual ao de óleo de peixe. ^a Valores referentes a fonte mais utilizada, o óleo de Menhadem.

Fonte: Adaptado de Saldanha & Gonzales (2012).

Os peixes de águas marinhas frias são uma importante fonte de ômega 3 principalmente o ácido docosahexaenóico, em comparação aos peixes de água doce. O DHA presente nos peixes de origem marinha é maior que os peixes oriundos de águas continentais, pois os primeiros têm acesso a alimentos com níveis altos de ácidos graxos, como as microalgas. A manipulação da dieta de peixes de água doce é uma forma de aproveitar a capacidade de conversão desses animais e enriquecer a carne e os produtos com os PUFA's, pela utilização do plâncton, ou seja, utilizar microalgas na alimentação que são fontes do ácido α -linolênico que é precursor do DHA (WATANABE et al., 1983).

Pode-se observar na tabela 3 a comparação da quantidade de DHA e EPA nas diferentes espécies de peixe (SEGURA, 2012).

Tabela 3 - Ácidos graxos de algumas espécies de água doce e água salgada, expressos em porcentagem

Peixe	A	% Ácido Graxo		R
		EPA	DHA	
Fígado de <i>Gadus morhua</i> (Bacalhau do Atlântico)	S	8,0	14,3	a
<i>Oncorhynchus gorbusha</i> (Salmão rosa)	S	13,5	18,9	a
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Truta-arco-íris)	D	5,0	19,0	a
<i>Cyprinus carpio</i> (Carpa comum)	D	5,9	8,21	b
<i>Oreochromis mossambicus</i> (Tilápia de Moçambique)	D	0,4	0,35	b

A:tipo de água; S:água salgada; D:água doce. R:referência. a:Averina & Kuttyrev (2011); b:Jabeen & Chaudhry (2011).

Fonte: Adaptado de Segura (2012).

Avaliando a composição química de vísceras de tilápias (*Oreochromis niloticus*) criadas em cativeiro, Souza et al. (2005) identificaram 49 tipos de ácidos graxos, sendo 9,3 mg g⁻¹ do ácido docosaheptaenóico. Os autores concluíram que é viável a utilização de vísceras de tilápias em rações como fonte de ácidos graxos insaturados para peixes e outros animais.

Em trabalho realizado com tilápias do Nilo, Costa et al. (2012) verificaram que a inclusão de 16% de silagem ácida de cabeça de camarão aumentou os níveis de EPA e DHA no filé da tilápia. Utilizando também silagem ácida do resíduo de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) na alimentação do beijupirá (*Rachycentron canadum*), Gomes (2009) demonstrou que a inclusão de 12% deste ingrediente foi suficiente para se conseguir altos teores de DHA (52,66 mg/100g).

2.3.2 RELAÇÃO ENTRE ÔMEGA 6 E ÔMEGA 3

Os ácidos poliinsaturados da série 6 e 3 encontrados nos tecidos animais estão diretamente relacionados a quantidade desses ácidos que é consumido na dieta (BERTECHINI, 2012). Esses ácidos graxos apresentam insaturações separadas apenas por um carbono metilênico e são obtidos por meio da dieta ou produzidos pelo organismo a partir dos ácidos linoléico e alfa-linolênico, pela ação de enzimas elongase e dessaturase (PERINI et al., 2010).

Martin et al. (2006) estabeleceram algumas quantidades de incorporação de ácidos ômega 6 e 3 em alimentos de origem animal. Nos alimentos como a carne bovina, de frango, leite e ovos, que não foram submetidos a dietas com fontes adicionais de PUFA's, geralmente não se observa a presença de DHA ou está presente em quantidades muito baixas (Tabela 4).

Tabela 4 - Concentração dos ácidos linoléico e docosaheptaenóico em alimentos de origem animal

Alimento	18:2 n-6 (mg g ⁻¹)	22:6 n-3 (mg g ⁻¹)
Carne bovina ¹	4,1	-
Carne de frango ¹	46,5	0,2
Salmão ²	2,2	14,3
Sardinha ^{1a}	35,4	5,1
Tilápia ²	2,9	1,3
Leite de vaca ¹	16,7	-
Ovos (galinha) ¹	26,1	1,1

¹Alimento fresco; ²Cozido; ^aEnlatada com óleo de soja.

Fonte: Adaptado de Martin et al. (2006).

A produção de AGPI-CML (Ácidos Graxos Poliinsaturados de Cadeia Média) está intimamente ligada à razão n-6 n-3⁻¹ da dieta. Se estas razões estiverem elevadas podem resultar

na diminuição da produção de alguns ácidos graxos essenciais como o DHA, proporcionando com isso o desenvolvimento de algumas doenças. É preciso saber mais sobre os processos metabólicos, que resultam na produção de inúmeros derivados dos AGPI-CML, para compreender a essencialidade dos mesmos Martin et al. (2006).

2.4 INFLUÊNCIA DOS ÁCIDOS GRAXOS NA FORMAÇÃO DO PERFIL LIPÍDICO DE PEIXES

Normalmente, as espécies de peixes de águas marinhas apresentam teores mais elevados de lipídios da série 3, quando comparados aos peixes de água doce (SOUZA et al., 2007). No entanto, a biossíntese de ácidos graxos em peixes marinhos não é tão eficiente quanto à maioria dos peixes de água doce, o que influencia nas exigências desses animais (RIBEIRO et al., 2007).

Por possuírem uma série de enzimas que modificam o perfil lipídico da dieta, os peixes de água doce podem converter um ácido graxo em outro, como é o caso da conversão do ácido linolênico em EPA (ácido eicosapentaenóico) e na sequência originar o DHA (ácido docosahexaenóico). Esse tipo de modulação do ácido graxo é oportuno para peixes criados em cativeiro, pois atualmente utiliza-se o óleo de peixe marinho como fonte de ômega 3 nas rações dessas espécies, o qual pode estar limitado dentre alguns anos (RIBEIRO et al., 2007).

Apesar da capacidade de converter um ácido graxo em outro, normalmente os peixes de água doce apresentam menor quantidade de PUFA's em sua composição corporal. Mesmo que as dietas atenderem as exigências nutricionais, a suplementação por meio da alimentação com produtos que contenham quantidades expressivas de ômega 3, seria uma forma de enriquecer os tecidos desses animais e por consequência enriquecer seus produtos. Muitas fontes vegetais podem ser utilizadas, como as algas, que contém altos níveis de PUFA's em sua composição (KUS & MANCINI-FILHO, 2010).

2.5 UTILIZAÇÃO DE ALGAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Em aquicultura, as microalgas são importantes fontes alimentares para estágios iniciais de peixes ósseos, crustáceos e invertebrados (SHIELDS & LUPATSH, 2012). Para peixes, as algas estão presentes na alimentação natural, sendo fonte de proteínas, ácidos graxos, vitaminas e minerais. Com isso, a incorporação de algas em rações para peixes torna-se alternativa promissora devido às qualidades nutritivas e alta digestibilidade, podendo ser

aplicada em várias fases de desenvolvimento do animal (CASPARI, 2012). Em camarões, a inclusão de farinha de algas em rações peletizadas estimulou o consumo, melhorando o ganho de peso (SILVA-NETO et al., 2012).

As algas são organismos autótrofos ou heterótrofos com alto valor nutricional, servindo de base na cadeia alimentar de organismos aquáticos. A quantidade de lipídeos nas algas varia de 2 a 22%, além de possuírem proteína de alto valor biológico, principalmente presentes nas algas unicelulares, *Chlorella* e *Scenedesmus*, que tem sido estudadas na alimentação de bovinos e monogástricos (CHOWDHURY et al., 1995).

As algas como suplemento na ração, vêm sendo utilizadas na aquicultura há pouco tempo, mas o seu uso pode ser direcionado tanto para animais terrestres quanto para espécies aquáticas. Tanto macro quanto micro algas estão sendo cultivadas, mas os estudos sobre a inclusão desse alimento em rações para animais ainda precisa ser mais abordado. Apesar de não essencial, a utilização de algas em formulações poderá melhorar a qualidade nutricional das dietas (SHIELDS & LUPATSH, 2012).

Existem diferentes espécies de algas, mas as mais estudadas são as *Chlorella* e *Scenedesmus*. A primeira possui alta resistência a alterações nas condições ambientais (CHOWDHURY et al., 1995), podendo ser utilizada como alimento para suprir as deficiências de proteína (MARIMURA & NOBUKO, 1954).

Como suplemento alimentar, as algas podem melhorar o valor nutricional das dietas, além de serem ingredientes, normalmente, sem nenhum tipo de contaminação. Possuem ainda alguns pigmentos naturais chamados carotenóides (SHIELDS & LUPATSH, 2012) que é uma fonte rica de caroteno (CHOWDHURY et al., 1995) podendo ser classificados como amarelo, laranja ou vermelho (SHIELDS & LUPATSH, 2012).

A utilização de algas na alimentação animal torna-se uma potencial alternativa, pois pesquisadores estão procurando cada vez mais fontes substitutas à farinha de peixe, já que essas fontes estão diminuindo a cada dia. Então, as algas se inserem nesse contexto por produzirem diretamente os ácidos poliinsaturados como o ácido das séries ômega 6 (araquidônico, por exemplo) e ômega 3 (EPA e DHA), lipídios importantes presentes no óleo e na farinha de peixe (SHIELDS & LUPATSH, 2012), o qual previne a infertilidade, a cegueira noturna e muitas outras deficiências (CHOWDHURY et al., 1995).

2.6 SCHIZOCHYTRIUM SP. NA NUTRIÇÃO DE PEIXES

A alga *Schizochytrium* sp. é um tipo de microalga pertencente ao reino Stramenopilia, filo Heterokonta, classe Thraustochytrida, ordem Thraustochytriales, família Thraustochytriaceae, gênero *Schizochytrium* e espécie *Schizochytrium* sp. (LEIPE et al., 1994). É uma alga unicelular encontrada em habitat marinho capaz de produzir grandes quantidades de DHA (YOKOYAMA & HONDA, 2007), a qual já é cultivada comercialmente (YOKOYAMA & HONDA, 2007; HAKIM, 2012). Segundo Chisti (2007), a quantidade de lipídios presentes na *Schizochytrium* sp. está em torno de 50 a 77% e Arterburn et al. (2007) relataram que a quantidade de DHA presente no óleo extraído dessa alga é cerca de 40%.

A *Schizochytrium* sp. é uma microalga com alto valor nutricional (Tabelas 5 e 6), principalmente pelos níveis DHA que podem chegar a 50% dos ácidos graxos presentes (BARCLAY, 1994). Esta alga pode ser aplicada em vários setores da aquicultura (BARCLAY & ZELLER, 1996; ATIENZA al., 2012), como por exemplo, na alimentação de larvas de peixes e até mesmo no enriquecimento de artêmia (BARCLAY & ZELLER, 1996). Li et al. (2009) trabalhando com a *Schizochytrium* sp. em dietas para o bagre-americano (*Ictalurus punctatus*) concluíram que a utilização dessa alga ao nível de 1,5% proporciona maior ganho de peso dos peixes e melhora a eficiência alimentar.

Tabela 5 - Perfil nutricional da *Schizochytrium* sp.

Perfil nutricional	Valores
Umidade (%)	3,70
Extrato etéreo (%)	50
Fibra bruta (%)	0,9
Carboidratos (%)	24,88
Proteína (%)	19,22
Principais Minerais (%)	
Cinzas totais	3,67
Sódio	0,10
Fósforo	0,47
Enxofre	0,74
Potássio	0,55
Cálcio	0,34
Minerais (ppm)	
Ferro	13
Cobre	2
Zinco	36
Selenium	0,13
Perfil Glicérico (%)	
Diglicerídeos	4,69
Glicerol	<1,0
Monoglicerídeos	3,81
Triglicerídeos	85,80

Fonte: Adaptado de Alltech Inc.

Tabela 6 – Perfil de ácidos graxos da *Schizochytrium* sp.

Ácidos Graxos	Teor de ácido (%)
Ácido alfa-linoleico, araquidônico, beênico, caprílico, capróico*	<0,10
Ácido cáprico, eicosatrienóico, docosapentaenóico, eicosenóico*	<0,10
Ácido nanóico, elaidico, gama-linoléico, heneicosanoico*	<0,10
Ácido heptanóico, lignocérico, homo-gama-linoleico, láurico*	<0,10
Ácido linoleico, linolelaídico, margaroleico, eicosadienóico*	<0,10
Ácido nonadecanóico, nervônico, tricosanóico, oleico, vacénico*	<0,10
Ácido palmitoleico, pentadecanóico, tridecanóico, undecanóico*	<0,10
Ácido araquídico	0,28
Ácido docosadienóico	0,43
Ácido docosahexaenóico	27,20
Ácido eicosapentaenóico	0,28
Ácido esteárico	1,80
Ácido erúcico	0,53
Ácido margárico	0,63
Ácido mirístico	3,86
Ácido miristoleico	1,60
Ácido palmítico	54,69
Desconhecido	0,71

*O valor indicado na tabela (< 0,10) é o valor que cada ácido graxo apresentou.

Fonte: Adaptado de Alltech Inc.

Em estudo realizado com juvenis de perca jade (*Scortum barcoo*), HOESTENBERGHE et al. (2014) avaliaram a inclusão de três fontes de óleo (óleo de peixe, óleo de linhaça e óleo de linhaça com *Schizochytrium* sp.) na alimentação deste peixe. Os autores concluíram que pequenas quantidades de *Schizochytrium* sp. proporcionaram igual desempenho quando comparado ao tratamento com farinha de peixe e melhor ganho de peso e conversão alimentar em relação ao tratamento com óleo de linhaça.

Para juvenis de salmão do Atlântico (*Salmo salar* L.) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleo (alga Thraustochytrid *Schizochytrium* sp., óleo de palma, óleo de peixe), Miller et al. (2007) não verificaram diferenças no desempenho do salmão entre os tratamentos. Porém, os peixes alimentados com *Schizochytrium* sp. apresentaram maiores quantidades de DHA no músculo, sendo uma excelente fonte de substituição para a farinha de peixe.

Avaliando níveis de inclusão de *Schizochytrium* sp. (0; 2,5; 5,0 e 7,5 %) em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Saiyasaeng et al. (2014) concluíram que até o nível de 7,5% dessa alga melhoraram a taxa média diária de crescimento e a conversão alimentar. Em outro trabalho com tilápia do Nilo alimentada com dietas contendo diferentes tipos de algas (*Spirulina* sp., *Schizochytrium* sp. e *Chlorella* sp.), Sarker et al. (2015) afirmaram que a *Schizochytrium* sp. pode ser utilizada em substituição ao óleo de peixe, pois apresenta altos teores de ácidos graxos poliinsaturados, que são muito importantes na nutrição desses peixes.

Portanto a inclusão de *Schizochytrium* sp. mostra-se promissora, já que ao utilizar essa microalga nas dietas para peixes, o produtor poderá melhorar nutricionalmente os peixes de água doce que são cultivados para fins de alimentação humana (DIAS, 2013).

REFERÊNCIAS

- ALESSANDRI, J.M.; GOUSTARD, B.; GUESNET, P.; DURANT, G. Docosahexaenoic acid concentrations in retinal phospholipids of piglets fed na infant formula enriched with long-chain polyunsaturated fatty acids: effects of egg phospholipids and fish oils with different ratios of eicosapentaenoic acid to docosahexaenoic acid. **American Journal Clinical Nutrition**, v.67, p.377-385, 1998.
- ARTERBURN, L.M.; OKEN, H.A.; HOFFMAN, J.P.; BAILEY-HALL, E.; CHUNG, G.; DROR ROM, D.; HAMERSLEY, J.H.; MCCARTHY, D. Bioequivalence of Docosahexaenoic Acid from Different Algal Oils in Capsules and in a DHA-Fortified Food. **Electronic Supplementary Material, Lipids**, v. 42, p. 1011–1024, 2007.
- ATIENZA, G.A.M.V.; ARAFILES, K.H.V.; CARMONA, M.C.M.; GARCIA, J.P.C.; MACABAGO, A.M.B.; PEÑACERRADA, B.J.D.C.; CORDERO, P.R.F.; BENNETT, R.M.; DEDELES, G.R. Carotenoid analysis of locally isolated *Thraustochytrids* and their potential as an alternative fish feed for *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia). Mycosphere online – **Journal of Fungal Biology**, v.3, n.4, p.420-428, 2012.
- AVERINA, E.S.; KUTYREV, I.A. Perspectives on the use of marine and freshwater hydrobiont oils for development of drug delivery systems. **Biotechnology Advances**, v.29, p.548–557, 2011.
- BARCLAY, W. R.; ZELLER, S. Nutritional enhancement of n-3 and n-6 fatty acids in rotifers and *artemia nauplii* by feeding spray-dried *Schizochytrium* sp. **Journal World Aquaculture Society**, v.27, n.3, p.314– 322, 1996.
- BARCLAY, W.R.; MEAGER, K.M.; ABRIL, J.R. Heterotrophic production of long chain omega-3 fatty acids utilizing algae and algae-like microorganisms. **Journal of Applied Phycology**, v.6, p.123-129, 1994.
- BARILLI, D.J.; SANTAROSA, M.; ZANQUI, A.B.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; FURUYA, W.M.; GOMES, S.T.M.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Incorporation of conjugated linoleic acid (CLA) and α -linolenic acid (LNA) in pacu filets. **Food Science and Technology**, v.34, n.1, p.74-81, 2014.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). **Produção**. Brasília: 2014. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/aquicultura/producao>>. Acesso em: 17 jan. 2015.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. 2. ed. Lavras: UFLA Editora, 2012. 375 p.

BOSCOLO, W.R.; ALTEVIR SIGNOR, A.; J.M.A.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.145-154, 2011.

CARVALHO, D.C.; SEERIG, A.; MELO, D.C.; SOUSA, A.B.; PIMENTA, D.; OLIVEIRA, D.A.A. Identificação molecular de peixes: o caso do Surubim (*Pseudoplatystoma* spp.). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.32, n.4, p.215-219, 2008.

CASPARI, M. **Algae: A Sustainable Feed Alternative**. Founder & Managing Director, Aurora Algae Pty Ltd. 2012. Disponível em: <<http://www.feedconferences.com/sitebuildercontent/sitebuilderfiles/caspari.pdf>>. Acesso em: 4 set. 2013.

CHISTI, Y. Biodiesel from microalgae. **Biotechnology Advances**, v.25, p.294-306, 2007.

CHOWDHURY, S.A.; HUQUE, K.S.; KHATUN, M. Algae in animal production. In: DOLBERG, F.; PETERSON P.H. (Eds.). **Agricultural Science for Biodiversity and Sustainability in Developing Countries**. Tune Landboskole, Denmark, p.181-191, 1995.

COSTA, C.N.; DA SILVA, J.R.; MELO, F.V.T.; HISANO, H.; DRUZIAN, J.I.; PORTZ, L. Incorporação de ômega-3 no tecido muscular da tilápia do Nilo alimentada com dietas contendo silagem de cabeça de camarão. **Ciência Rural**, v.42, n.1, p.172-177, 2012.

DAIRIKI, J. K.; BALDESSIN JUNIOR, I.; PENA, S. V.; CYRINO, J. E. P. **Manual Técnico de Extensão pacu e tambacu**. Piracicaba: Editora ESALQ. 2010. 11p.

DAVI, M. **Redondos - Você sabe a diferença entre o tambaqui, tambacu e pacu?** 2008. Disponível em: <<http://www.pescaeturismo.com.br/pescaria/redondos-voce-sabe-a-diferencaentre-tambaqui-tambacu-e-pacu/>>. Acesso em: 11 fev. 2015.

DELAPIEVE, M.L.S.; LUCENA, Z.M.S. Identificação de peixes das famílias Anostomidae e Characidae coletados na expedição transcontinental – Brasil. In: **Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS, Setor de Ictiologia. X Salão de Iniciação Científica** – PUCRS, 2009.

DIAS, T. **A chave para o sucesso**. 2013. Disponível em: <<http://www.feedfood.com.br/a-chave-para-o-sucesso/>>. Acesso em: 25 fev. 2015

DYERBERG, J.; BANG, H.O.; HIJØR, N. Fatty acid composition of the plasma lipids in greenland eskimos. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.28, p.958-966, 1975.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; FURUYA, V.R.B.; BARROS, M.M. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela

tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (L.) (linhagem tailandesa). **Acta Scientiarum**, v.23, n.2, p.465-469, 2001.

GOMES, I.S. **Avaliação da composição da carcaça do beijupirá (*Rachycentron canadum*) alimentados com resíduo da indústria camaroneira**. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

GOMES, M.A.B. **Ácidos graxos essenciais Ω -3 - (AAL) ácido α linolênico 18:3 (n-3), (EPA) ácido eicosapentaenóico 20:5 (n-3) e (DHA) ácido docosahexaenóico 22:6 (n-3)**. 2008. Disponível em: <http://www.mariboi.com.br/_assets/artigos/11_artigo.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2013.

GUINAZI, M.; MOREIRA, A.P.B.; SALARO, A.L.; CASTRO, F.A.F.; DADALTO, M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Composição química de peixes de água doce frescos e estocados sob congelamento sob congelamento. **Acta Scientiarum Technology**, v.28, n.2, p.119-124, 2006.

HAKIM, A.R. The potential of heterotrophic microalgae (*Schizochytrium* sp.) as a source of DHA. **SQUALEN: Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology**, v.7, n.1, p.29-38, 2012.

HOESTENBERGHE, S.V.; FRANSMAN, C.; LUYTEN, T.; VERMEULEN, D.; ROELANTS, I.; BUYSSENS, S.; GODDEERIS, B.M. *Schizochytrium* as a replacement for fish oil in a fishmeal free diet for jade perch, *Scortum barcoo* (McCulloch & Waite). **Aquaculture Research**, p.1-14, 2014.

HU, F.B.; BRONNER, L.; WILLETT, W.C.; STAMPFER, M.J.; REXRODE, K.M.; ALBERT, C.M.; HUNTER, D.; MANSON, J.E. Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. **Journal of The Americam Medical Association**, v.287, n.14, 2002.

JABEEN, F.; CHAUDHRY, A.S. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. **Food Chemistry**, v.125, p.991-996, 2011.

KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. Parte 2. **Panorama da Aquicultura**, v.14, n.63, p.12-23, 2004.

KUS, M.M.M.; MANCINI-FILHO, J. Funções plenamente reconhecidas de nutrientes ácidos graxos: eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenoico (DHA). Força-tarefa alimentos fortificados e suplementos. **ILSI Brasil: International Life Sciences Institute do Brasil**, v.17, p.1-20, 2010.

LEIPE, D.O.; WAINRIGHT, P.O.; GUNDERSON, H.; PORTER, D.; ALOIS, P.V.; HIMMERICH, S.; SOGIN, M.L. The stramenopiles from a molecular perspective: 16S-like rRNA sequences from *Labyrinthuloides minuta* and *Cafeteria roenbergensis*. **Phycologia**, v.33, n.5, p.369-377, 1994.

LI, M.H.; ROBINSON, E.H.; TUCKER, C.S.; MANNING, B.B.; KHOO, L. Effects of dried algae *Schizochytrium* sp., a rich source of docosahexaenoic acid, on growth, fatty acid composition, and sensory quality of channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Journal Aquaculture**, p.232–236, 2009.

LIMA JÚNIOR, D.M.; MONTEIRO, P. B.S.; RANGEL, A.H.N.; URBANO, S.A.; MACIEL, M.V. Alimentos funcionais de origem animal. **Revista Verde**, v.6, n.2, p.30–40, 2011.

LOURES, B.T.R.R.; RIBEIRO, R.P.; VARGAS, L.; MOREIRA, H.L.M.; SUSSEL, F.R.; POVH, J.A.; CAVICHIOLO, F. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.877-883, 2001.

MARIMURA, Y.; NOBUKO, T. Preliminary experiments in the use of chlorella as human food. **Food Technology**, v.8, n.4, p.179-182, 1954.

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v.19, p.761-770, 2006.

MILLER, M.R.; NICHOLS, P.D.; CARTER, C.G. Replacement of fish oil with thraustochytrid *Schizochytrium* sp. L oil in Atlantic salmon parr (*Salmo salar* L) diets. **Comparative Biochemistry and Physiology**, p.382–392, 2007.

NOVELLO, D.; FRANCESCHINI, P.; QUINTILIANO, D.A.; OST, P.R. Ovo: conceitos, análises e controvérsias na saúde humana. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.56, n.4, 2006.

PEREIRA, M.C.; AZEVEDO, R.V.; BRAGA, L.G.T. Óleos vegetais em rações para o híbrido tambacu (macho *Piaractus mesopotamicus* x fêmea *Colossoma macropomum*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.2, p.551-562, 2011.

PERINI, J.A.L.; STEVANATO, F.B.; SARGI, S.C.; VISENTAINER, J.E.L.; DALALIO, M.M.O.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista de Nutrição**, v.23, n.6, p.1075-1086, 2010.

RIBEIRO, P.A.P.; BRESSAN, M.C.; LOGATO, P.V.R.; GONÇALVES, A.C.S. Nutrição lipídica para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.4, n.2, p.436-455, 2007.

RIBEIRO, P.A.P.; COSTA, L.S.; PEREIRA, R.T.; MURGAS, L.D.S.; ROSA, P.V. Parâmetros metabólicos de pacus alimentados com diferentes fontes de óleo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.8, p.1035-1042, 2013.

SAIYASAENG, S.; YUANGSOI, B.; WIRIYAPATTANASUB, P.; WONGMANEEPRADEEP, S. Effects of dietary *Schizochytrium* sp. supplementation on morphological characters and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Khon Kaen Agriculture Journal**, v.42, supl.1, p.44-50, 2014.

SALDANHA, E.S.P.B.; GONZALES, E. Enriquecimento de ácidos graxos na alimentação de poedeiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.1, 2012.

SARACURA, V. F.; CASAGNOLLI, N. Comparação do desempenho entre os alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e híbridos de pacu e tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Ciência Zootécnica**, v.5, p.17-19, 1990.

SARKER, P.K.; GAMBLE, M.M.; KELSON, S.; KAPUSCINSKI, A.R. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) show high digestibility of lipid and fatty acids from marine *Schizochytrium* sp. and of protein and essential amino acids from freshwater *Spirulina* sp. feed ingredients. **Aquaculture Nutrition**, p.1-11, 2015.

SEGURA, J.G. **Extração e caracterização de óleos de resíduos de peixes de água doce**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

SHIELDS, R.J.; LUPATSCH, I. **Algae for Aquaculture and Animal Feeds**. 2012. Disponível em: < <http://www.itas.fzk.de/tatup/121/shlu12a.pdf> >. Acesso em: 4 set. 2013.

SILVA, P.C.; PÁDUA, D.M.C.; FRANÇA, A.F.S.; PÁDUA, J.T.; V. L. SOUZA, V.L. Milheto (*Pennisetum americanum*) como substituto do milho (*Zea mays*) em rações para alevinos de tambacu (híbrido *Colossoma macropomum* fêmea x *Piaractus mesopotamicus* macho). **Revista de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.16, n.2, p.146-153, 2000.

SILVA-NETO, J.F.; NUNES, A.J.P.; SABRY-NETO, H.; SÁ, M.V.C. Spirulina meal has acted as a strong feeding attractant for *Litopenaeus vannamei* at a very low dietary inclusion level. **Aquaculture Research**, v.43, n.2, p.430–43, 2012.

SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; FRANCO, M.R.B.; PRADO, I.N.; VISENTAINER, J.V. Composição química, perfil de ácidos graxos e quantificação dos ácidos α -linolênico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico em vísceras de tilápias (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Technology**, v.27, n.1, p.73-76, 2005.

SOUZA, S.M.G.; ANIDO, R.J.V.; TOGNON, F.C. Ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 na nutrição de peixes – fontes e relações. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.6, n.1, p.63-71, 2007.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R.; IMOTO, M.E. Hematological parameters in two neotropical freshwater teleost, *Leporinus macrocephalus* (Anostomidae) and *Prochilodus lineatus* (Prochilodontidae). **Bioscience Journal**, v.24, n.3, p.96-101, 2008.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R.; ONAKA, F.R.; REZENDE, P.C.B. Changes in blood parameters of hybrid tambacú fish parasitized by *Dolops carvalhoi* (Crustacea, Branchiura), a fish louse. **Journal Veterinarski Arhiv**, v.77, n.4, p.355-363, 2007.

VISENTAINER, J.V.; CARVALHO, P.O.; IKEGAKI, M.; PARK, Y.K. Concentração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v.20, n.1, p.90-93, 2000.

VISENTAINER, J.V.; GOMES, S.T.M.; HAYASHI, C.; SANTOS-JÚNIOR, O.O.; SILVA, A.B.M.; JUSTI, K.C.; SOUZA, N.E.; MAKOTO MATSUSHITA, M. Efeito do tempo de fornecimento de ração suplementada com óleo de linhaça sobre a composição físico-química e de ácidos graxos em cabeças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, p.478-484, 2003.

WARD, O.P. Microbial production of long-chain pufas. **Biotechnology inform**, v.6, p.683-687. 1995.

WATANABE, T.; KITAJIMA, C.; FUJITA, S. Nutricional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. **Aquaculture**, v.34, p.115-143, 1983.

WATANABE, W.O.; LOSORDO, T.M.; FITZSIMMONS, K. et al. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trend, and challenges. **Reviews in Fisheries Science**, v.10, p.465-498, 2002.

YOKOYAMA, R.; HONDA, D. Taxonomic rearrangement of the genus *Schizochytrium* sensu lato based on morphology, chemotaxonomic characteristics, and 18S rRNA gene phylogeny (Thraustochytriaceae, Labyrinthulomycetes): emendation for *Schizochytrium* and erection of *Aurantiochytrium* and *Oblongichytrium* gen. nov. **The Mycological Society of Japan and Springer: Mycoscience**, v.48, p.199–211, 2007.

ZEINAD, A.K. **Tilápia**. 2005. Disponível em: < <http://revistapescaecompanhia.com.br/fique-or-dentro/noticias/peixe-tilapia>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

3 ARTIGOS

3.1 CAPÍTULO 2 - TILÁPIA DO NILO ALIMENTADA COM DIETAS CONTENDO A MICROALGA *SCHIZOCHYTRIUM* SP.

RESUMO – Objetivou-se avaliar o desempenho e a composição corporal de juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com rações contendo a alga *Schizochytrium* sp., adicionada em diferentes níveis. Foram utilizadas 240 tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, doze peixes por aquário e peso médio inicial $1,33\text{g} \pm 0,11$. Os alevinos foram alimentados com cinco dietas com a mesma composição nutricional, sendo a dieta controle isenta de *Schizochytrium* sp. e as demais com inclusão de 10, 20, 30 e 40 g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} . Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia (8, 11, 14 e 17 h) até a saciedade, evitando sobras de alimento. Aos 56 dias, as seguintes variáveis de desempenho foram obtidas: consumo de ração, peso final, ganho de peso, conversão alimentar, biomassa final, sobrevivência e composição corporal. Os efeitos dos níveis de *Schizochytrium* sp. na dieta foram estimados por meio de análise de variáveis pelo modelo de regressão linear e quadrática. Houve efeito linear crescente para peso final, ganho de peso, biomassa final, ganho de biomassa e sobrevivência. Para os outros parâmetros de desempenho não foram observadas tendências. Para a proteína bruta corporal foi verificado maior deposição de proteína até o nível de 2,79% em função do tratamento. Quanto aos níveis de ômega 3, ácido docosahexaenóico (DHA) foi observado efeito linear crescente e a relação ômega 6:3 efeito linear decrescente, no qual o nível de ômega 3 e DHA aumentaram e a relação ômega 6:3 diminuiu. Conclui-se que a inclusão de 40 g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} na ração melhora o desempenho de tilápia do Nilo, além de aumentar a deposição de ômega 3 e DHA, melhorando a relação ômega 6:3.

Palavras-chave: Fitoplâncton. Nutrição de Peixes. PUFA's. SP1. Tailandesa.

3.1 NILE TILAPIA FED WITH DIETS CONTAINING A MICROALGAE *SCHIZOCHYTRIUM* SP.

ABSTRACT- This study aimed to evaluate the performance and body composition of juvenile Nile tilapia fed diets containing the algae *Schizochytrium* sp., Added at different levels. They were used 240 Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), distributed in a completely randomized design with four replications, twelve fish per tank and average weight $1.33\text{g} \pm 0.11$. The fry were fed five diets with the same nutritional composition, being the control diet free of *Schizochytrium* sp. and the other with the inclusion of 10, 20, 30 and 40 g of *Schizochytrium* sp. kg^{-1} . The fish were fed four times a day (8, 11, 14 e 17 t) to satiety, preventing food leftovers. After 56 days, the following performance variables were recorded: feed intake, final weight, weight gain, feed conversion, final biomass, survival and body composition. The effects of the levels of *Schizochytrium* sp. in the diet has been estimated by means of analysis variables by linear and quadratic regression model. There was increasing linear effect on final weight, weight gain, final biomass and biomass gain and survival. For other performance parameters tendencies were observed. For body crude protein was verified higher deposition protein to the level of 2.79% due to the treatment. As for the levels of omega 3, docosahexaenoic acid (DHA) was observed increasing linear effect and the omega 6: 3 ratio decreasing linear effect, in which the level of Omega 3 and DHA increased and the ratio omega 6: 3 decreased. It concludes that the addition of 40 g of *Schizochytrium* sp. kg^{-1} in diet improves the performance of Nile tilapia, as well as increasing the deposition of omega 3 and DHA, improving omega 6/3 ratio.

Keywords: Fish Nutrition. Phytoplankton. PUFA's. SP1. Thai.

1 INTRODUÇÃO

A nutrição de peixes tem avançado com a expansão da aquicultura, visando alcançar melhores índices de desempenho. Para atender a exigência nutricional dos peixes, as dietas devem fornecer todos os nutrientes e energia como forma de otimizar o seu desenvolvimento. Dessa forma, os ácidos graxos são importantes nutrientes, pois são essenciais ao crescimento e sobrevivência, além de ser uma das mais importantes fontes de energia.

Os ácidos graxos da família ômega 3 não são produzidos pelos peixes, sendo necessário a suplementação na alimentação. Destaca-se que, a quantidade de ômega 3 presente em peixes de água doce e marinha são diferentes, pois a base alimentar em ambos os ambientes (as algas), são iguais na quantidade de lipídios, mas diferentes quanto à composição. As algas marinhas e de água doce apresentam aproximadamente 50% de lipídios na forma de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA's) (RIBEIRO et al., 2007).

Como as algas marinhas possuem maior concentração de ômega 3 que as de água doce, com maior concentração de ômega 6, conseqüentemente o nível de PUFA's da família ômega 3 nos peixes de água doce é baixo em relação aos peixes de água marinha (RIBEIRO et al., 2007). Então, a inclusão de fontes de ômega 3, como o ácido docosahexaenóico (DHA), na ração de peixes pode ser uma alternativa para aumentar os níveis deste ácido graxo no organismo animal, já que o perfil lipídico corporal pode ser alterado conforme a dieta (ELIAS, 2014).

Esse fato pode ser um grande problema na nutrição de peixes de água doce, pois a fonte de lipídio atualmente utilizada nas rações de peixe é o óleo de peixe e essa fonte é finita. Então deve-se buscar fontes baratas e que contenham adequados valores de ômega 3, para suprir as exigências dos peixes enriquecendo a alimentação humana (TURCHINI et al., 2009).

Dessa forma, a inclusão de algas na alimentação de peixes de água doce pode ter o propósito de melhorar o desempenho, além de aumentar o nível de DHA em seu filé, melhorando o valor nutricional do produto. Dentre as algas consumidas pelos peixes de água salgada e com potencial de utilização na alimentação de espécies de água doce, a *Schizochytrium* sp. possui características nutricionais favoráveis para se introduzir nas dietas de peixes, pois apresenta em sua composição aproximadamente 25% de DHA.

Portanto, objetivou-se avaliar o desempenho e a composição corporal de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo a alga *Schizochytrium* sp..

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre os meses de junho à agosto de 2014, no Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina– MG.

Para atender ao objetivo proposto, foram formuladas cinco rações à base de milho e de farelo de soja, atendendo a todas as exigências de acordo com as Tabelas Brasileiras para Nutrição de Tilápias (FURUYA et al., 2010). Os tratamentos foram os seguintes: sem inclusão de *Schizochytrium* sp., com inclusão de 10, 20, 30 e 40 g de *Schizochytrium* sp. kg⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais (matéria natural)

Ingredientes (g kg ⁻¹)	Níveis da <i>Schizochytrium</i> sp. na dieta (g kg ⁻¹)				
	0	10	20	30	40
Farelo de soja 45%	29,03	29,03	29,03	29,03	29,03
Milho moído	8,62	8,62	8,62	8,62	8,62
Farelo de arroz	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Gluten de milho 60%	23,79	23,79	23,79	23,79	23,79
Fosfato bicálcico	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01
Calcário calcítico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Óleo de soja	5,00	4,50	4,00	3,50	3,00
<i>Schizochytrium</i> sp. ⁽¹⁾	-	1,00	2,00	3,00	4,00
Inerte (Caulin)	4,00	3,50	3,00	2,50	2,00
Premix vitamínico e mineral ⁽²⁾	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L-lisina	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Vitamina C	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Antioxidante ⁽³⁾	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Composição calculada ⁴ e analisada ⁵					
Matéria seca (%) ⁽⁵⁾	89,63	89,32	89,70	89,51	90,32
Proteína bruta (%) ⁽⁵⁾	32,48	32,77	32,51	32,14	32,17
Energia digestível (kcal/kg) ⁽⁴⁾	3100	3100	3100	3100	3100
Fibra bruta (%) ⁽⁴⁾	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91
Extrato etéreo (%) ⁽⁵⁾	9,74	9,71	9,50	9,50	9,55
Cálcio total (%) ⁽⁵⁾	1,45	1,28	1,31	1,56	1,40
Fósforo total (%) ⁽⁵⁾	1,64	1,61	1,66	1,69	1,69
Fósforo disponível (%) ⁽⁴⁾	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Lisina total (%) ⁽⁴⁾	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Ácido linoléico (%) ⁽⁴⁾	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91

⁽¹⁾*Schizochytrium* sp. com o nome comercial SP1 da empresa Alltech Inc. ⁽²⁾Suplemento vitamínico e mineral comercial para peixes; níveis de garantia (por kg do produto): vit. A, 1.200.000 UI; vit. B1, 4.800 mg; vit. B12, 4,8 mg; vit. B2, 4.800 mg; vit. B6, 4.800 mg; vit. C, 48 g; vit. D3, 200.000 UI; vit. E, 1.200 mg; vit. K3, 2.400 mg; ác. fólico, 1.200 mg; biotina, 48 mg; pantotenato de cálcio, 12.000 mg; cloreto de colina, 108 g; niacina, 24.000 mg; selênio, 100 mg; iodo, 100 mg; cobalto, 10 mg; cobre, 3.000 mg; ferro, 50.000 mg; manganês, 20.000 mg; zinco, 30.000 mg; veículo Q.S.P., 1.000 g; antioxidante, 25 g. ⁽³⁾BHT – butylated hydroxytoluene. ⁽⁴⁾Valores estimados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes de acordo com Furuya et al. (2000), de energia, de acordo com Boscolo et al. (2002); Pezzato et al. (2002); Furuya et al. (2012). ⁽⁵⁾Análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFVJM.

Foram adquiridos 300 alevinos de tilápia do Nilo com peso médio de $1,33\text{g} \pm 0,12$, estes peixes foram alimentados com a dieta controle durante sete dias para adaptação. Após este período, foram selecionados 240 alevinos para melhor padronização de peso médio. Os peixes foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, quatro repetições e 12 alevinos por aquário, totalizando 20 parcelas experimentais. As tilápias foram alimentadas à vontade até a saciedade, sendo a dieta dividida em quatro refeições diárias (8, 11, 14 e 17 h).

Os aquários de 35L foram abastecidos com água decolorada, aeração individual e constante, temperatura controlada, sistema de recirculação, biofiltragem e filtro ultravioleta (UV). Os aquários foram limpos por sifonamento três vezes por semana. Os parâmetros de qualidade de água foram mensurados uma vez por semana antes dos peixes serem alimentados, sendo eles: temperatura, pH, oxigênio dissolvido (sonda multi paramétrica para qualidade da água YSI Proplus multi parameter) e amônia (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2012).

Aos 56 dias de experimento, as tilápias permaneceram 24 h sem alimentação para esvaziamento do trato digestório, sendo em sequência avaliado os seguintes parâmetros: consumo de ração (g/dia), peso final (g), ganho de peso (g), biomassa final (g), ganho de biomassa (g), conversão alimentar (g/g) e sobrevivência (%). Após coletados os dados de desempenho, as tilápias foram abatidas conforme os princípios do Abate Humanitário descrito na Instrução Normativa nº 3/2000.

Todas as carcaças dos peixes foram liofilizadas, moídas e pesadas. Uma parte das amostras de peixes e de rações de todos os tratamentos foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal do DZO da UFVJM para análise de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, cálcio e fósforo, conforme as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Outra parte das amostras foram pesadas e enviadas ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) situado na cidade de Campinas – SP para análise do perfil lipídico.

Os parâmetros de desempenho e de composição corporal foram submetidos a análises estatísticas utilizando-se o Programa Statistical Analysis System 9.0 (SAS, 2008). Posteriormente, os efeitos dos níveis de *Schizochytrium* sp. na dieta foram estimados por meio de análise de variáveis pelo modelo de regressão linear e quadrática, escolhendo conforme melhor ajuste. Já para os parâmetros de qualidade de água foram calculadas médias e desvios para caracterização do ambiente de cultivo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de abastecimento de água e aeração manteve a temperatura e a aeração uniformes durante todo o período experimental. Foram obtidos os valores médios e desvios de $6,92 \pm 0,20$ para pH, $0,08 \pm 0,12 \text{ mg L}^{-1}$ para amônia total, $0,01 \pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$ para nitrito, $0,46 \pm 0,74 \text{ mg L}^{-1}$ para nitrato, $26,53 \pm 0,86 \text{ °C}$ para temperatura, $9,00 \pm 1,53 \text{ ppm}$ para oxigênio dissolvido e $60,27 \pm 2,25 \text{ } \mu\text{Sm cm}^{-1}$ para condutibilidade.

Durante todo o período experimental o sistema de recirculação manteve a qualidade de água dentro das faixas recomendadas para a espécie, de acordo com Kubitza (2000), com exceção da temperatura da água, que ficou abaixo dos níveis recomendados (28 a 32°C). O motivo dessa baixa temperatura pode ser justificado pelo inverno rigoroso, já que o experimento ocorreu entre os meses de junho e julho, mas a temperatura da água não interferiu nos resultados do experimento. As variáveis da análise físico-química da água não tiveram influência sobre os tratamentos, pois estavam dentro dos padrões, não interferindo assim no desenvolvimento dos peixes.

Foi observado efeito linear crescente ($p < 0,05$) para os parâmetros de: peso final, ganho de peso, biomassa final, ganho de biomassa e sobrevivência (Tabela 2).

Tabela 2 - Desempenho de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo diferentes níveis de *Schizochytrium* sp.

Parâmetros	Níveis de inclusão de <i>Schizochytrium</i> sp. (g kg^{-1})					CV (%)
	0	10	20	30	40	
Consumo de Ração (g)	7,75	5,96	7,00	7,83	9,33	10,97
Peso Inicial (g)	1,34	1,33	1,34	1,32	1,32	2,76
Peso Final (g) ¹	6,48	5,55	7,31	6,78	8,91	7,09
Ganho de Peso(g) ²	5,14	4,22	5,97	5,46	7,59	8,91
Conversão Alimentar (g g^{-1})	1,50	1,41	1,18	1,43	1,22	11,52
Biomassa Inicial (g)	16,08	15,99	15,99	15,75	15,89	3,65
Biomassa Final (g) ³	38,87	45,89	56,83	52,53	76,00	14,63
Ganho de Biomassa (g) ⁴	22,80	29,91	40,84	36,79	60,11	10,27
Sobrevivência (%) ⁵	50,00	68,75	64,58	64,58	70,00	10,26

¹Efeito linear ($p < 0,05$): $Y = 5,17781 + 0,609710X$; $R^2 = 0,60$

²Efeito linear ($p < 0,05$): $Y = 3,83506 + 0,614460X$; $R^2 = 0,61$

³Efeito linear ($p < 0,05$): $Y = 29,7603 + 8,08987X$; $R^2 = 0,83$

⁴Efeito linear ($p < 0,05$): $Y = 13,6340 + 8,15163X$; $R^2 = 0,84$

⁵Efeito linear ($p < 0,05$): $Y = 52,5000 + 3,75000X$; $R^2 = 0,53$

Ao se adicionar 40g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} , verificou-se melhora de 37,50% e 47,67% para peso final e ganho de peso, respectivamente, quando se comparou ao tratamento sem adição de *Schizochytrium* sp.. Esses resultados corroboram com aqueles obtidos por Saiyasaeng et al. (2014), que verificaram melhora de 42,46% no peso final e 82,69% no ganho de peso ao adicionar 7,5% (75,00ml kg^{-1}) de *Schizochytrium* sp. em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Em outro experimento com o bagre-americano (*Ictalurus punctatus*), Li et al. (2009) reforçaram a ideia de que a adição de *Schizochytrium* sp. tem influência positiva no desempenho de peixes, ou seja, a utilização de 1,5% dessa alga na dieta aumentou em 12,35% o ganho de peso.

Ao avaliarem o desempenho zootécnico e o comportamento alimentar de tilápias (*Oreochromis niloticus*), alimentadas com diferentes níveis de suplemento à base de algas, Garcia et al. (2009), observaram efeito positivo sobre o ganho de peso. Os autores concluíram que, para juvenis de tilápia do Nilo, a suplementação com algas melhorou o consumo de ração e o ganho de peso dos peixes em uma relação dose-resposta linear, o que também ocorreu nesse estudo quanto ao parâmetro de ganho de peso.

Para biomassa final e ganho de biomassa também foi observado efeito linear crescente ($p < 0,05$) em função dos níveis de *Schizochytrium* sp.. À medida que se incluiu a microalga verificou-se melhora nessas variáveis, justificada pela resposta ao ganho de peso e melhora na sobrevivência, que também teve um comportamento linear crescente ($p < 0,05$). A inclusão de 40g kg^{-1} dessa alga melhorou em 37,63 e 37,31g a biomassa final e no ganho de biomassa, respectivamente, em relação à ração sem inclusão da microalga.

Quanto a sobrevivência, apesar da melhora com o aumento dos níveis de *Schizochytrium* sp., essa percentagem de sobrevivência foi baixa em relação à encontrada por Hoestenbergh et al. (2014), que observou sobrevivência de 99,33% em juvenis de perca jade (*Scortum Barcoo*) alimentados com três fontes de óleo (óleo de peixe, óleo de linhaça e a mistura de óleo de linhaça com a *Schizochytrium* sp.) no período de 10 semanas. Estes autores concluíram que a inclusão de 400g kg^{-1} da mistura de óleo de linhaça com a *Schizochytrium* sp. na ração de juvenis de perca jade, proporcionou melhor sobrevivência desses peixes.

No entanto, observou-se que os juvenis de tilápia apresentavam alta agressividade ao longo do experimento, o que levou a uma maior mortalidade até atingir uma condição de equilíbrio dentro dos aquários. Mas, mesmo assim, verificou-se maior sobrevivência em função dos níveis de inclusão da alga.

De acordo com os resultados de desempenho dos juvenis de tilápias do Nilo, níveis mais altos de inclusão da *Schizochytrium* sp. deverão ser estudados.

Quanto às análises bromatológicas corporais, não foram observados diferenças ($p>0,05$) para matéria seca, extrato etéreo, matéria mineral, cálcio e fósforo, exceto para a proteína bruta, a qual apresentou efeito quadrático ($p<0,05$) de acordo com os níveis de inclusão da *Schizochytrium* sp. na ração (Tabela 3). Observou-se que a inclusão de até 2,79g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} na ração aumentou o nível de proteína bruta corporal, não promovendo efeitos aditivos quando se utilizou valores superiores.

Tabela 3 - Análise corporal de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo *Schizochytrium* sp.

Nutrientes	Níveis de inclusão de <i>Schizochytrium</i> sp. (g kg^{-1})					CV(%)
	0	10	20	30	40	
MS (%)	86,86	85,33	85,05	85,35	84,96	1,32
MM (%)	25,55	30,03	25,89	26,98	26,95	6,76
EE (%)	19,81	19,95	20,08	19,94	22,10	5,32
PB (%) ⁽¹⁾	56,22	59,34	59,56	56,82	55,88	1,12
Ca (%)	5,15	5,09	4,11	5,86	5,36	18,05
P (%)	3,99	3,06	3,66	3,99	3,81	22,39

⁽¹⁾ Efeito Quadrático ($p<0,05$): $Y = 52,9932 + 4,42371X - 0,7908X^2$; $R^2 = 0,79$

MS:matéria seca; MM:matéria mineral;; EE:extrato etéreo; PB:proteína bruta; Ca:Cálcio; P:fósforo.

Estes resultados corroboram com Ungsethaphand et al. (2010), que ao avaliarem a suplementação com a *Spirulina platensis* para o híbrido da tilápia vermelha (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) concluíram que, ao incluir essa microalga na dieta, ocorreu aumento no nível de matéria mineral corporal, porém, o nível de extrato etéreo diminuiu com a suplementação dessa alga.

Para as análises de ácidos graxos corporais, a inclusão da *Schizochytrium* sp. na ração promoveu efeito linear crescente ($p<0,05$) para os níveis de DHA e ômega 3 e efeito linear decrescente ($p<0,05$) para a relação ômega 6:3 (Tabela 4). Não houve efeito em relação aos outros ácidos graxos com a inclusão de níveis da *Schizochytrium* sp. na ração.

Os níveis de ômega 3 e DHA corporal foram aumentando em função da inclusão da alga na dieta. As tilápias alimentadas com 40g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} na ração apresentaram 2,92 e 5,9 vezes mais ômega 3 e DHA, respectivamente, do que aquelas que ingeriram a ração sem a inclusão de *Schizochytrium* sp.. Esse resultado é similar ao apresentado por Watters et al. (2013), que avaliaram três tipos de fontes de ômega 3 (óleo de milho, *Schizochytrium* sp. em flocos e óleo de peixe savelha) na alimentação de tilápia de Zanzibar (*Oreochromis hornorum*).

Os autores concluíram que a inclusão de 185 mg g⁻¹ da alga *Schizochytrium* sp. aumentou os teores de DHA corporal nesses em relação às outras fontes utilizadas.

Tabela 4 - Análise dos ácidos graxos presentes na composição corporal de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com *Schizochytrium* sp.

Composição de Ácidos Graxos (%)	Nível de inclusão de <i>Schizochytrium</i> sp. (g kg ⁻¹)					CV (%)
	0	10	20	30	40	
Saturados	32,91±0,57	34,24±0,41	34,23±0,19	32,55±0,6	33,32±0,04	1,43
Monoinsaturados	36,57±0,50	35,53±0,21	36,21±0,11	34,93±0,64	33,64±0,14	0,99
Poliinsaturados	22,30±0,95	22,52±0,55	22,18±0,28	24,43±0,92	25,46±0,28	2,47
Ômega 6	20,50±1,04	20,27±0,54	18,64±0,26	20,22±0,79	20,22±0,26	3,09
Linoléico	19,21±0,97	18,95±0,52	17,50±0,27	19,10±0,77	19,31±0,05	3,02
Araquidônico	1,29±0,07	1,31±0,69	1,14±0,02	1,12±0,03	0,91±0,02	13,85
Ômega 3 ⁽¹⁾	1,80±0,24	2,26±0,07	3,54±0,1	4,21±0,14	5,25±,12	1,38
Linolênico	1,07±0,04	1,02±0,05	0,96±0,03	1,11±0,04	1,14±0,14	2,10
DHA ^{(a)(2)}	0,67±0,25	1,24±0,07	2,59±0,09	3,10±0,11	3,95±0,14	5,54
Relação ômega 6:3 ⁽³⁾	11,39±1,39	8,97±8,55	5,26±3,23	4,80±5,88	3,85±1,59	6,43
Não identificados	8,23±0,94	7,72±0,26	7,39±0,19	8,11±0,15	7,60±0,58	4,57

^(a) DHA: ácido docosahexaenóico.

⁽¹⁾ Efeito linear (p<0,05): Y = 0,756500 + 0,884500X; R² = 0,98

⁽²⁾ Efeito linear (p<0,05): Y = - 0,229000 + 0,845000X; R² = 0,98

⁽³⁾ Efeito linear (p<0,05): Y = 12,6425 - 1,92850X; R² = 0,91

Em estudo conduzido com tilápia (*O. niloticus*), Sarker et al. (2015) observaram que a inclusão da *Schizochytrium* sp. em dietas, aumentou o teor de ácidos graxos poliinsaturados corporal, principalmente o DHA. As outras duas algas (*Spirulina* sp. e *Chlorella* sp.) testadas não influenciaram os níveis de ácidos graxos poliinsaturados na composição corporal. Nesse mesmo sentido Barclay & Zeller (1996), utilizaram a *Schizochytrium* sp. na alimentação de rotíferos e artemia nauplii, o enriquecimento dessas espécies muito utilizada na aquicultura para alimentação de larvas de peixes pode ser uma alternativa na transposição de DHA, já que esses autores concluíram que ocorreu um aumento de 1,5% no nível de DHA quando se adicionou na alimentação a *Schizochytrium* sp..

Com o aumento dos níveis de inclusão da *Schizochytrium* sp. foram verificados melhora na relação ômega 6:3. De acordo com a Food and Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO, 2008), a relação ideal entre estes ácidos graxos na alimentação humana é de 5:1, valores próximos aos observados quando se adicionou 20 g de *Schizochytrium*

sp. ou mais à dieta. Esse resultado está de acordo com os valores encontrados por Barilli et al. (2014), que trabalhando com a inclusão de ácido linoleico conjugado (CLA) e o ácido α -linolênico (LNA) na dieta para pacu (*Piaractus mesopotamicus*), concluíram que a inclusão de LNA na dieta desses peixes proporcionou menor relação ômega 6:3 no filé.

De acordo com os resultados obtidos, o perfil lipídico de tilápias pode ser modificado em função dos ingredientes utilizados na composição da dieta. Os diferentes níveis de inclusão da alga *Schizochytrium* sp. proporcionaram perfis lipídicos distintos, o que pode ser explicado pela composição de ácidos graxos poliinsaturados presentes nesta alga, principalmente da família ômega 3. Chisti (2007) relatou que normalmente as algas são boas fontes de ácidos graxos poliinsaturados, sendo que a *Schizochytrium* sp. pode ser considerada uma boa alternativa, pois apresenta 50 a 77% de lipídios na sua composição. Em relação à proporção de DHA, Barclay & Zeller (1996) mencionaram que esta microalga apresenta 24% de DHA, enquanto Arterburn et al. (2007), concluíram que 40% é do óleo extraído da *Schizochytrium* sp. era o DHA, demonstrando o potencial desta alga na elaboração de rações para enriquecer em ácidos graxos poliinsaturados a carne de peixes de água doce.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que tilápia do Nilo (*O. niloticus*) alimentada com 40g de *Schizochytrium* sp. kg⁻¹ de ração apresenta melhor desempenho e maiores níveis de ômega 3 e DHA corporal.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22 ed. Washington:American Public Health Association, 2012.

ARTERBURN, L.M.; OKEN, H.A.; HOFFMAN, J.P.; BAILEY-HALL, E.; CHUNG, G.; ROM, D.; HAMERSLEY, J.H.; MCCARTHY, D. Bioequivalence of docosahexaenoic acid from different algal oils in capsules and in a DHA-fortified food. **Electronic supplementary material, Lipids**, v.42, p.1011–1024, 2007.

BARCLAY, W.R.; ZELLER, S. Nutritional enhancement of n-3 and n-6 fatty acids in rotifers and *Artemia nauplii* by feeding spray-dried *Schizochytrium* sp. **Journal World Aquaculture Society**, v.27, n.3, p.314-322, 1996.

BARILLI, D.J.; SANTAROSA, M.; ZANQUI, A.B.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; FURUYA, W.M.; GOMES, S.T.M.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Incorporation of conjugated linoleic acid (CLA) and α -linolenic acid (LNA) in pacu fillets. **Food Science and Technology**, v.34, n.1, p.74-81, 2014.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.539-545, 2002.

CHISTI, Y. Biodiesel from microalgae. **Biotechnology Advances**, v.25, p.294-306, 2007.

ELIAS, M.F. Lipídios Nutricionais Oportunidade para as Indústrias com Benefícios para a Sociedade. Food Ingredients Brasil. **Revista Fi South American**, v.16, n.31, p.77-78, 2014.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Interim Summary of Conclusions and Dietary Recommendations on Total Fat & Fatty Acids**. From the Joint FAO/WHO Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition, WHO HQ, p.10-14, 2008.

FURUYA, W.M., FURUYA, V.R.B.; NAGAE, M.Y.; GRACIANO, T.S.; MICHELATO, M.; XAVIER, T.O.; VIDAL, L.V. Nutrição de tilápias no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.11, n.1, p.19-34, 2012.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B.; SOARES, C.M. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1912-1917, 2000.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; BOSCOLO, W.R.; CYRINO, J.E.P.; FURUYA, V.R.B.; FEIDEN, A. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100 p.

GARCIA, F.; ABIMORAD, E.G.; SCHALCH, S.H.C.; ONAKA, E.M.; FONSECA, F.S. Desempenho produtivo de tilápias alimentadas com suplemento alimentar à base de algas. **Bioikos**, Campinas, v.23, n.2, p.83-89, 2009.

HOESTENBERGHE, S.V.; FRANSMAN, C.; LUYTEN, T.; VERMEULEN, D.; ROELANTS, I.; BUYSSENS, S.; GODDEERIS, B.M. *Schizochytrium* as a replacement for fish oil in a fishmeal free diet for jade perch, *Scortum barcoo* (McCulloch & Waite). **Aquaculture Research**, p.1–14, 2014.

KUBTIZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. São Paulo: Degaspari, 2000. 285 p.

LI, M.H.; ROBINSON, E.H.; TUCKER, C.S.; MANNING, B.B.; KHOO, L. Effects of dried algae *Schizochytrium* sp., a rich source of docosahexaenoic acid, on growth, fatty acid composition, and sensory quality of channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Journal Aquaculture**, p.232–236, 2009.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; QUINTERO-PINTO, G.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

RIBEIRO, P.A.P.; BRESSAN, M.C.; LOGATO, P.V.R.; GONÇALVES, A.C.S. Nutrição lipídica para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.4, n.2, p.436-455, 2007.

SAIYASAENG, S.; YUANGSOI, B.; WIRIYAPATTANASUB, P.; WONGMANEEPRATEEP, S. Effects of dietary *Schizochytrium* sp. supplementation on morphological characters and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Khon Kaen Agriculture Journal**, v.42, supl.1, p.44-50, 2014.

SARKER, P.K.; GAMBLE, M.M.; KELSON, S.; KAPUSCINSKI, A.R. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) show high digestibility of lipid and fatty acids from marine *Schizochytrium* sp. and of protein and essential amino acids from freshwater *Spirulina* sp. feed ingredients. **Aquaculture Nutrition**, p.1-11, 2015.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, C. A. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. – Viçosa: UFV, 2002.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **User's guide: statistics**. Version 9.0. Cary: SAS Institute inc., 2008.

TURCHINI, G.M.; TORSTENSEN, B.E.; NG, W. Fish oil replacement in finfish nutrition. **Reviews in Aquaculture**, v.1, n.1, p.10-57, 2009.

UNGSETHAPHAND, T.; PEERAPORNPISAL, Y.; WHANGCHAI, N.; SARDSUD, U. Effect of feeding *Spirulina platensis* on growth and carcass composition of hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). **Maejo International Journal of Science and Technology**, v.4, n.02, p.331-336, 2010.

WATTERS, C.A.; ROSNER, L.S.; FRANKE, A.A.; DOMINY, W.G.; KLINGER-BOWEN, R.; TAMARU, C.S. Nutritional enhancement of long-chain omega-3 fatty acids in tilapia (*Oreochromis honorum*). **Israel Journal Aquaculture**, v.65, n.1, 2013.

3.2 CAPÍTULO 3 - MICROALGA *SCHIZOCHYTRIUM* SP. EM RAÇÕES PARA JUVENIS DE TAMBACU

RESUMO – Objetivou-se avaliar o desempenho e a composição corporal de juvenis de tambacu alimentados com dietas contendo a alga *Schizochytrium* sp. como fonte de ácido docosaheptaenóico (DHA). Foram utilizados 100 juvenis de tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*), distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, cinco peixes por aquário e peso médio inicial $8,72\text{g} \pm 1,13$. Os animais foram alimentados com cinco dietas com a mesma composição nutricional, sendo a dieta controle isenta de *Schizochytrium* sp. e as outras quatro com inclusão de 10, 20, 30 e 40 g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} . Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia (8, 11, 14, 17 h) até a saciedade, evitando sobras de alimento. Aos 56 dias de experimento, os seguintes índices de desempenho foram obtidos: consumo de ração, peso, ganho de peso, conversão alimentar, biomassa, sobrevivência e composição corporal. Os efeitos dos níveis de *Schizochytrium* sp. na dieta foram estimados por meio de análise de variáveis pelo modelo de regressão linear e quadrática. Foi observado efeito quadrático para o peso final, ganho de peso, conversão alimentar, biomassa final e ganho de biomassa. Para os outros parâmetros de desempenho não foram observadas tendências. Houve efeito quadrático quanto à proteína bruta corporal em função do tratamento. Os níveis de ômega 3, DHA e a relação ômega 6:3 apresentaram efeito linear em função do tratamento. O teor de ômega 3 e DHA aumentaram linearmente e a relação ômega 6:3 diminuiu também de forma linear. Conclui-se que a inclusão de 20 g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} na ração melhora o desempenho, mas 40 g dessa alga na ração ocorre uma maior deposição de ômega 3 e de DHA, com efeito positivo na relação ômega 6:3 em juvenis de tambacu.

Palavras-chave: Híbrido. Fitoplâncton. Nutrição de Peixes. PUFA's. SP1.

3.2 MICROALGAE *SCHIZOCHYTRIUM* SP. IN DIETS FOR TAMBACU JUVENILES

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the performance and body composition of tambacu juveniles fed diets containing the algae *Schizochytrium* sp. as a source of docosahexaenoic acid (DHA). 100 juvenile tambacu were used (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*), distributed in a completely randomized design with four replications five fish per tank and average weight $8.72\text{g} \pm 1.13$. Animals were fed five diets with the same nutritional composition, with the control diet free of *Schizochytrium* sp. and the other four with inclusion of 10, 20, 30 and 40 g of *Schizochytrium* sp. kg^{-1} . The fish were fed four times a day (8, 11, 14, 17 t) to satiety, preventing food leftovers. After 56 days of experiment, the following performance indices were obtained: feed intake, weight, weight gain, feed conversion, biomass, survival and body composition. The effects of the levels of *Schizochytrium* sp. in the diet has been estimated by means of analysis variables by linear and quadratic regression model. It was observed quadratic effect on final weight, weight gain, feed conversion, final biomass and biomass gain. For other performance parameters tendencies were observed. There was a quadratic effect on the body crude protein due to the treatment. The levels of omega 3, DHA and the omega 6:3 ratio showed a linear effect due to the treatment. The omega 3 and DHA content increased linearly and the omega 6:3 ratio also decreased linearly. It follows that inclusion of *Schizochytrium* sp. 20 g kg^{-1} in the feed improves performance, but this seaweed 40 g in the feed there is a greater deposition of omega-3 and DHA, with a positive effect on the ratio omega 6:3 of juveniles of tambacu.

Keywords: Fish Nutrition. Hybrid. Phytoplankton. PUFA's. SP1.

1 INTRODUÇÃO

Os peixes híbridos estão ganhando mais espaço no cenário da aquicultura, pela grande expansão do setor e pela procura por animais com características de desempenho superior. O tambacu, um híbrido resultado do cruzamento da fêmea de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o macho do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (MARTINS et al., 2002), se apresenta como um peixe com características favoráveis ao novo mercado aquícola, pelas particularidades herdadas dos seus ancestrais como a resistência ao clima da região sudeste e o crescimento rápido, além da carne ser muito apreciada pela culinária nacional.

Como é um peixe com características de acumular gordura na carcaça em função da quantidade ou qualidade da dieta, a carne do tambacu pode se tornar muito gordurosa, alterando as suas características nutricionais e sensoriais. Conforme o tipo de ácido graxo incluído na alimentação dessa espécie, altos níveis de gorduras saturadas e ácidos graxos poliinsaturados (PUFA's) da série 6 são depositados, o que pode ser transposto ao homem. De acordo com CASTRO et al. (2007), os níveis de ácidos graxos poliinsaturados é de aproximadamente 21%, sendo considerado baixo quando comparado aos valores de outros ácidos graxos na sua composição.

No entanto, como o perfil lipídico corporal pode ser alterado conforme a dieta, a utilização de ingredientes contendo ácidos graxos da família ômega 3 pode ser uma alternativa para aumentar o conteúdo destes ácidos graxos poliinsaturados nos peixes de água doce. As algas, alimento básico dos peixes marinhos, possuem em sua composição altos níveis de PUFA's, o que justifica os maiores níveis de ômega 3 nestes tipos de peixes comparados aos de água doce. Dessa forma, o tambacu, se alimentado com dietas contendo algas, deve aumentar o seu conteúdo de PUFA's, na carcaça.

A *Schizochytrium* sp. é uma microalga com excelente composição lipídica, podendo apresentar até 77% de ácido graxo (PEREIRA et al., 2012). Deste conteúdo, aproximadamente a metade é representada pelo ácido docosahexaenóico (DHA), ácido graxo poliinsaturado da família omega 3 com inúmeros benefícios à saúde animal e humana.

Portanto, objetivou-se avaliar o desempenho e o perfil lipídico corporal de juvenis de tambacu alimentados com dietas contendo a alga *Schizochytrium* sp. como fonte de DHA.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre os meses de agosto à outubro de 2014, no Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática do Departamento de Zootecnia, da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina – MG.

Para atender ao objetivo proposto, foram formuladas cinco rações à base de milho e de farelo de soja, atendendo a todas as exigências de acordo com as Tabelas Brasileiras para Nutrição de Tilápias (FURUYA et al., 2010). Os tratamentos foram os seguintes: sem inclusão de *Schizochytrium* sp. e com a inclusão de 10, 20, 30 e 40 g de *Schizochytrium* sp. kg⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais (matéria natural)

Ingredientes (g kg ⁻¹)	Níveis da <i>Schizochytrium</i> sp. na dieta (g kg ⁻¹)				
	0	10	20	30	40
Farelo de soja 45%	29,03	29,03	29,03	29,03	29,03
Milho moído	8,62	8,62	8,62	8,62	8,62
Farelo de arroz	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Gluten de milho 60%	23,79	23,79	23,79	23,79	23,79
Fosfato bicálcico	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01
Calcário calcítico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Óleo de soja	5,00	4,50	4,00	3,50	3,00
<i>Schizochytrium</i> sp. ⁽¹⁾	-	1,00	2,00	3,00	4,00
Inerte (Caulin)	4,00	3,50	3,00	2,50	2,00
Premix vitamínico e mineral ⁽²⁾	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L-lisina	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Vitamina C	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Antioxidante ⁽³⁾	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Composição calculada ⁽⁴⁾ e analisada ⁽⁵⁾					
Matéria seca (%) ⁽⁵⁾	89,63	89,32	89,70	89,51	90,32
Proteína bruta (%) ⁽⁵⁾	32,48	32,77	32,51	32,14	32,17
Energia digestível (kcal/kg) ⁽⁴⁾	3100	3100	3100	3100	3100
Fibra bruta (%) ⁽⁴⁾	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91
Extrato etéreo (%) ⁽⁵⁾	9,74	9,71	9,50	9,50	9,55
Cálcio total (%) ⁽⁵⁾	1,45	1,28	1,31	1,56	1,40
Fósforo total (%) ⁽⁵⁾	1,64	1,61	1,66	1,69	1,69
Fósforo disponível (%) ⁽⁵⁾	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Lisina total (%) ⁽⁴⁾	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Ácido linoléico (%) ⁽⁴⁾	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91

⁽¹⁾*Schizochytrium* sp. com o nome comercial SP1 da empresa Alltech Inc. ⁽²⁾Suplemento vitamínico e mineral comercial para peixes; níveis de garantia (por kg do produto): vit. A, 1.200.000 UI; vit. B1, 4.800 mg; vit. B12, 4,8 mg; vit. B2, 4.800 mg; vit. B6, 4.800 mg; vit. C, 48 g; vit. D3, 200.000 UI; vit. E, 1.200 mg; vit. K3, 2.400 mg; ác. fólico, 1.200 mg; biotina, 48 mg; pantotenato de cálcio, 12.000 mg; cloreto de colina, 108 g; niacina, 24.000 mg; selênio, 100 mg; iodo, 100 mg; cobalto, 10 mg; cobre, 3.000 mg; ferro, 50.000 mg; manganês, 20.000 mg; zinco, 30.000 mg; veículo Q.S.P., 1.000 g; antioxidante, 25 g. ⁽³⁾BHT – butylated hydroxytoluene ⁽⁴⁾ Valores estimados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes de acordo com Furuya et al. (2000), de energia, de acordo com Boscolo et al. (2002); Pezzato et al. (2002); Furuya et al. (2012). ⁽⁵⁾ Análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFVJM.

Foram utilizados 100 juvenis de tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) com peso médio de $8,72\pm 1,13$, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, quatro repetições e 5 animais por aquário, totalizando 20 parcelas experimentais. Os tambacus foram alimentados à vontade até a saciedade, sendo a dieta dividida em quatro refeições diárias (8, 11, 14 e 17h).

Os aquários de 35L foram abastecidos com água decolorada, aeração individual e constante, temperatura controlada, sistema de recirculação, biofiltração e filtro ultravioleta (UV). Os aquários foram limpos por sifonamento três vezes por semana. Os parâmetros de qualidade de água foram mensurados uma vez por semana, sendo eles: temperatura, pH, oxigênio dissolvido (sonda multi paramétrica para qualidade da água YSI Proplus multi parameter) e amônia (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2012).

Aos 56 dias de experimento, os tambacus permaneceram 24 h sem alimentação para esvaziamento do trato digestório, sendo em sequência avaliado os seguintes parâmetros: consumo de ração (g/dia), peso (g), ganho de peso (g), conversão alimentar (g g^{-1}), biomassa (g), ganho de biomassa (g) e sobrevivência (%). Após coletados os dados de desempenho, os tambacus foram abatidos conforme os princípios do Abate Humanitário descrito na Instrução Normativa nº 3/2000.

As carcaças dos peixes foram liofilizadas, moídas e pesadas. Uma parte das amostras de peixes e de rações foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal do DZO da UFVJM para análise de matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo, proteína bruta, cálcio e fósforo, conforme as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Outra parte das amostras foram pesadas e enviadas ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) situado na cidade de Campinas - SP, para análise do perfil lipídico corporal.

Os valores dos parâmetros de desempenho e de composição corporal foram submetidos a análises estatísticas utilizando-se o Programa Statistical Analysis System 9.0 (SAS, 2008). Posteriormente, os efeitos dos níveis de *Schizochytrium* sp. na dieta foram estimados por meio de análise de variáveis pelo modelo de regressão linear e quadrática. Para os parâmetros de qualidade de água foram calculadas médias e desvios para caracterização do ambiente de cultivo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental o sistema de recirculação manteve a qualidade da água dentro da faixa estabelecida por Kubitzka (2000) para peixes tropicais. Os valores médios e desvios dos parâmetros físico-químicos foram os seguintes: $6,81\pm 0,13$ para pH, $0,04\pm 0,03\text{mg L}^{-1}$

para amônia total, $0,02 \pm 0,02 \text{ mg L}^{-1}$ para nitrito, $1,66 \pm 0,47 \text{ mg L}^{-1}$ para nitrato, $29,72 \pm 0,63^\circ\text{C}$ para temperatura, $3,68 \pm 0,55 \text{ ppm}$ para oxigênio dissolvido e $43,1 \pm 3,18 \mu\text{S cm}^{-1}$ para condutibilidade. Os resultados das análises dos parâmetros físico-químico da água não tiveram influência sobre os tratamentos, pois estavam dentro dos padrões esperados.

Foi verificado efeito quadrático ($p < 0,05$) para os parâmetros de: peso final, ganho de peso, conversão alimentar, biomassa final e ganho de biomassa em função dos tratamentos (Tabela 2). A inclusão de até 3,875% de *Schizochytrium* sp. na ração, maximiza o peso final. Foi observado também que a inclusão de até 3,891% dessa alga melhorou o ganho de peso, sendo que a conversão alimentar minimizou até o nível de 3,799% de inclusão de *Schizochytrium* sp. na ração.

Tabela 2 - Desempenho de juvenis de tambacu alimentados com rações contendo diferentes níveis de *Schizochytrium* sp.

Parâmetros	Níveis de inclusão de <i>Schizochytrium</i> sp. (g kg^{-1})					CV (%)
	0	10	20	30	40	
Consumo de Ração (g)	123,77	136,91	196,63	196,98	180,18	15,63
Peso Inicial (g)	8,80	8,91	8,39	8,74	8,78	4,24
Peso Final (g) ⁽¹⁾	19,56	23,06	36,99	37,14	32,12	21,96
Ganho de Peso (g) ⁽²⁾	10,76	14,15	28,60	28,40	23,34	26,24
Conversão Alimentar (g g^{-1}) ⁽³⁾	2,63	1,95	1,39	1,55	1,59	21,70
Biomassa Inicial (g)	41,44	44,57	41,95	43,68	43,91	3,64
Biomassa Final (g) ⁽⁴⁾	92,63	115,30	184,93	178,13	160,63	24,24
Ganho de Biomassa (g) ⁽⁵⁾	51,18	70,73	142,98	134,45	116,71	29,59
Sobrevivência (%)	95,00	100	100	95,00	100	6,45

⁽¹⁾ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $Y = -6,542 + 17,4559X - 2,25232X^2$; $R^2 = 0,85$

⁽²⁾ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $Y = 2,155 + 17,1184X - 2,19964X^2$; $R^2 = 0,84$

⁽³⁾ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $Y = 3,65025 - 1,17818X + 0,155065X^2$; $R^2 = 0,96$

⁽⁴⁾ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $Y = 8,285 + 87,0718X - 11,1982X^2$; $R^2 = 0,87$

⁽⁵⁾ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $Y = 32,8945 + 86,0531X - 11,0959X^2$; $R^2 = 0,85$

Efeito positivo da inclusão de *Schizochytrium* sp. em dietas para juvenis de perca jade (*Scortum Barcoo*) foram verificados por Hoestenbergh et al. (2014). Estes autores estudaram a inclusão de três fontes de óleo (óleo de peixe, óleo de linhaça e a mistura de óleo de linhaça com a *Schizochytrium* sp.), concluindo que a inclusão de 400 g kg^{-1} da mistura de óleo de linhaça com a *Schizochytrium* sp., proporcionou melhora no peso final, ganho de peso e conversão alimentar desses peixes.

Quanto à biomassa final e ganho de biomassa a inclusão de até 20 g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} proporcionou melhores índices de desempenho em relação ao tratamento sem a inclusão da *Schizochytrium* sp.. Estes aumentaram em 91,30 e 91,80 g, respectivamente, sendo que o máximo de inclusão da *Schizochytrium* sp. na ração para tambacu seria até o nível de 3,887% para a biomassa final e 3,877% para o ganho de biomassa.

Esses resultados demonstraram que dependendo da espécie estudada e do tipo de alga utilizada, os parâmetros de desempenho podem comportar-se de maneira diferente. Pode-se constatar que, a partir do nível de 20 g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} , não ocorreu aumento no valor absoluto destes parâmetros. Esses valores indicam que estes seriam os níveis máximos de eficiência da alga para a espécie estudada.

Para a análise de composição corporal, os níveis de *Schizochytrium* sp. influenciaram a proteína bruta corporal, que se comportou de forma quadrática ($p < 0,05$) em função dos tratamentos (Tabela 3). A inclusão de até 31,28 g kg^{-1} de *Schizochytrium* sp. na ração é suficiente para a maximização da proteína bruta corporal dos peixes. Quanto à matéria seca (MS), matéria mineral (MM), cálcio (Ca), extrato etéreo (EE) e fósforo (P) corporal do tambacu, não foram verificados diferenças entre os níveis estudados ($p > 0,05$).

Tabela 3 - Análise corporal de juvenis de tambacu alimentados com rações contendo *Schizochytrium* sp.

Nutrientes	Níveis de inclusão de <i>Schizochytrium</i> sp. (g kg^{-1})					CV(%)
	0	10	20	30	40	
MS (%)	92,62	93,17	91,80	92,63	92,22	0,61
MM (%)	20,18	21,94	19,88	20,08	18,88	4,26
EE (%)	35,07	35,25	33,21	35,14	37,72	3,73
PB (%) ⁽¹⁾	48,99	50,35	53,52	51,89	49,37	2,22
Ca (%)	2,96	3,04	2,99	2,72	2,63	7,25
P (%)	2,67	2,54	2,82	2,75	2,82	6,48

⁽¹⁾ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $Y = 43,8593 + 5,61111X - 0,896887X^2$; $R^2 = 0,84$

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; Ca: Cálcio; EE: extrato etéreo; PB: proteína bruta; P: fósforo.

Em trabalho com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Sarker et al. (2015), avaliando a inclusão de três tipos de algas (*Spirulina* sp., *Clorella* sp. e *Schizochytrium* sp.) na dieta, observaram que a PB corporal entre os tratamentos apresentou diferenças significativas e que para a MS, MM e EE, estes não apresentaram diferenças.

Foi observado efeito linear crescente ($p < 0,05$), para a na análise de composição corporal dos ácidos graxos: ômega 3, DHA e a relação ômega 6:3 em função dos níveis de

inclusão da *Schizochytrium* sp. na dieta. Não foram verificadas diferenças em relação aos outros ácidos graxos analisados, com a inclusão de níveis de *Schizochytrium* sp. na dieta de juvenis de tambacu (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise dos ácidos graxos (%) presentes na composição corporal de juvenis de tambacu alimentados com *Schizochytrium* sp.

Composição de Ácidos Graxos (%)	Nível de inclusão de <i>Schizochytrium</i> sp. (g kg ⁻¹)					CV (%)
	0	10	20	30	40	
Saturados	34,12±0,38	35,12±0,32	36,19±0,36	35,52±0,59	36,84±0,43	0,80
Monoinsaturados	38,16±0,17	37,92±0,20	40,71±0,35	38,24±0,32	37,32±0,29	1,53
Poliinsaturados	23,87±0,30	23,45±0,50	19,86±0,40	22,91±0,36	22,38±3,59	3,05
Ômega 6	22,06±0,32	21,14±0,41	16,84±0,35	19,17±0,28	18,02±0,42	3,01
Linoléico	21,04±0,30	20,67±0,40	16,19±0,35	18,54±0,29	17,46±0,40	3,09
Araquidônico	1,02±0,02	0,87±0,02	0,65±0,005	0,63±0,01	0,56±0,03	7,84
Ômega 3 ⁽¹⁾	1,82±0,04	2,32±0,09	3,02±0,06	3,74±0,09	4,36±0,18	3,77
Linolênico	1,36±0,04	1,34±0,05	0,99±0,04	1,22±0,03	1,36±0,03	4,92
EPA ^(a)	0,85±0,01	0,10±0,02	0,85±0,01	0,11±0,005	0,13±0,01	8,28
DHA ^{(b)(2)}	0,38±0,05	0,89±0,04	1,95±0,02	2,42±0,06	3,10±0,15	3,85
Ômega 6:3 ⁽³⁾	12,13±8,00	9,11±4,56	5,58±7,47	5,13±4,12	4,13±1,99	2,10
Não identificados	3,86±0,07	3,50±0,07	3,25±0,17	3,34±0,11	3,48±0,15	3,16

^(a) EPA:ácido eicosapentaenóico. ^(b) DHA:ácido docosahexaenóico.

⁽¹⁾ Efeito linear (p<0,05): Y= 1,101 + 0,65X; R²= 1,00

⁽²⁾ Efeito linear (p<0,05): Y= -0,342 + 0,695X; R²= 0,99

⁽³⁾ Efeito linear (p<0,05): Y= 13,206 – 1,997X; R²= 0,90

Ao se adicionar 40 g de *Schizochytrium* sp. kg⁻¹, verificou-se melhora de 240, 816 e 249% nos níveis de ômega 3, DHA e a relação ômega 6:3, respectivamente, quando comparados à ração sem inclusão da microalga. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Li et al. (2009), que estudaram a inclusão de níveis de *Schizochytrium* sp. em dietas para bagre-americano (*Ictalurus punctatus*). Os autores verificaram que ao adicionar 20 g kg⁻¹ desta alga na dieta, o nível de ômega 3 aumentou até 5,01% e o DHA corporal aumentou o valor para 4,10% em relação ao tratamento sem a inclusão de *Schizochytrium* sp., ou seja, o bagre-americano incorporou maior quantidade de DHA do que à espécie estudada neste experimento (tambacu).

Avaliando a inclusão de *Schizochytrium* sp., Watters et al. (2013) observaram que a adição de 1,85g kg⁻¹ aumentou os níveis de DHA corporal em tilápia Zanzibar (*Oreochromis hornorum*).

A relação ômega 6:3 diminuiu em função da inclusão da *Schizochytrium* sp. na dieta. Estes resultados são similares aos encontrados por Barilli et al. (2014), que ao adicionarem ácido α -linolênico (LNA) na dieta para pacu (*Piaractus mesopotamicus*), observaram o mesmo efeito, ou seja, a relação ômega 6/ômega 3 diminuiu com a adição de fonte com alto nível de ômega 3. O valor da relação ômega 6:3 para o pacu foi 3,02%, valor próximo ao encontrado nesse experimento, que foi de 4,13%, quando se adicionou 40 g de *Schizochytrium* sp. kg⁻¹.

De acordo com os resultados observados, os diferentes níveis de inclusão da *Schizochytrium* sp. na ração, influenciaram no desempenho e na deposição de ácidos graxos, principalmente o ômega 3 e DHA corporal em juvenis de tambacu, melhorando assim a relação ômega 6:3.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que o híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) alimentado com 20 g de *Schizochytrium* sp. kg⁻¹ na dieta apresenta melhor desempenho, mas quando se adiciona 40 g dessa alga, ocorre maior deposição de ômega 3 e DHA corporal dos peixes.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22 ed. Washington:American Public Health Association, 2012.

BARILLI, D.J.; SANTAROSA, M.; ZANQUI, A.B.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; FURUYA, W.M.; GOMES, S.T.M.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Incorporation of conjugated linoleic acid (CLA) and α -linolenic acid (LNA) in pacu fillets. **Food Science and Technology**, v.34, n.1, p.74-81, 2014.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.539-545, 2002.

CASTRO, F.A.F.; SANT'ANA, H.M.P.; CAMPOS, F.M.; COSTA, N.M.B.; SILVA, M.T.C.; SALARO, A.L.; FRANCESCHINI, S.C.C. Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. **Food Chemistry**, v.103, p.1080–1090, 2007.

FURUYA, W.M., FURUYA, V.R.B.; NAGAE, M.Y.; GRACIANO, T.S.; MICHELATO, M.; XAVIER, T.O.; VIDAL, L.V. Nutrição de tilápias no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.11, n.1, p.19-34, 2012.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B.; SOARES, C.M. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1912-1917, 2000.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; BOSCOLO, W.R.; CYRINO, J.E.P.; FURUYA, V.R.B.; FEIDEN, A. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100 p.

HOESTENBERGHE, S.V.; FRANSMAN, C.; LUYTEN, T.; VERMEULEN, D.; ROELANTS, I.; BUYSSENS, S.; GODDEERIS, B.M. *Schizochytrium* as a replacement for fish oil in a fishmeal free diet for jade perch, *Scortum barcoo* (McCulloch & Waite). **Aquaculture Research**, p.1–14, 2014.

KUBTIZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. São Paulo: Degaspari, 2000. 285p.

LI, M.H.; ROBINSON, E.H.; TUCKER, C.S.; MANNING, B.B.; KHOO, L. Effects of dried algae *Schizochytrium* sp., a rich source of docosahexaenoic acid, on growth, fatty acid composition, and sensory quality of channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Journal Aquaculture**,

p.232–236, 2009.

MARTINS, M.L.; MORAES, F.R.; FUJIMOTO, R.Y.; NOMURA, D.T.; FENERICK JUNIOR, J. Respostas do híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 Macho x *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 Fêmea) a estímulos simples ou consecutivos de captura. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.28, n.2, p.195-204, 2002.

PEREIRA, C.M.P.; HOBUSS, C.H.; MACIEL, J.V.; FERREIRA, L.R.; PINO, F.B.D.; MESKO, M.F.; JACOB-LOPES, E.; COLEPICOLA NETO, P. Biodiesel renovável derivado de microalgas: avanços e perspectivas tecnológicas. **Química Nova**, v.35, n.10, p.2013-2018, 2012.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; QUINTERO-PINTO, G.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

SARKER, P.K.; GAMBLE, M.M.; KELSON, S.; KAPUSCINSKI, A.R. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) show high digestibility of lipid and fatty acids from marine *Schizochytrium* sp. and of protein and essential amino acids from freshwater *Spirulina* sp. feed ingredients. **Aquaculture Nutrition**, p.1-11, 2015.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, C. A. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. – Viçosa: UFV, 2002.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **User's guide: statistics**. Version 9.0. Cary: SAS Institute inc., 2008.

WATTERS, C.A.; ROSNER, L.S.; FRANKE, A.A.; DOMINY, W.G.; KLINGER-BOWEN, R.; TAMARU, C.S. Nutritional enhancement of long-chain omega-3 fatty acids in tilapia (*Oreochromis honorum*). **Israel Journal Aquaculture**, v.65, n.1, 2013.