

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA**

JAKELINE MARCELA AZAMBUJA DE FREITAS

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE INGREDIENTES COM CERTIFICAÇÃO DE
ORIGEM ORGÂNICA E SUA INCLUSÃO NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE
TILÁPIA DO NILO**

Marechal Cândido Rondon

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

JAKELINE MARCELA AZAMBUJA DE FREITAS

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE INGREDIENTES COM CERTIFICAÇÃO DE
ORIGEM ORGÂNICA E SUA INCLUSÃO NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE
TILÁPIA DO NILO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo
Co-orientador: Prof. Dr. Aldi Feiden

Marechal Cândido Rondon

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

JAKELINE MARCELA AZAMBUJA DE FREITAS

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE INGREDIENTES COM CERTIFICAÇÃO DE
ORIGEM ORGÂNICA E SUA INCLUSÃO NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE
TILÁPIA DO NILO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Alimentação Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Marechal Cândido Rondon, 06 de fevereiro de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Altevir Signor
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Adilson Reidel
Instituto Federal do Paraná

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida.

Em especial aos professores Dr. Aldi Feiden, Dr. Wilson Rogério Boscolo e Dr. Altevir Signor, pelo incentivo, apoio, orientação, e amizade.

À Fabiana Dieterich, Juliana Alice Lösch, Talita Gabriela Dieterich, pela ajuda no desenvolver do experimento.

À CAPES, CNPq e Fundação Araucária pelo apoio financeiro e à Gebana Brasil pelo fornecimento dos ingredientes com certificação de origem orgânica.

Ao GEMaQ (Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura) por ter possibilitado desenvolver este trabalho.

Aos amigos, bolsistas e pesquisadores do GEMaQ e da UNIOESTE: Ana Karina Marquioro, Arcangelo Augusto Signor, Arlindo Correia, Dacley Hertes Neu, Douglas Jardelino de Camargo, Elenice Souza dos Reis, Diego Fernandes, Edionei Maico Fries, Fábio Bittencourt, Flávia Potrich, Joana Karin Finkler, Juliana Cristina Veit, Junior Antonio Decarli, Márcio Goes, Micheli Zaminham, Sidnei Klein, Tatiane Andressa Lui que auxiliaram direta ou indiretamente neste trabalho.

RESUMO

DIGESTIBILIDADE APARENTE DE INGREDIENTES COM CERTIFICAÇÃO DE ORIGEM ORGÂNICA E SUA INCLUSÃO NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO

Objetivou-se com este estudo determinar os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia do farelo de soja, farelo de trigo, milho e trigo integral orgânicos para a tilápia do Nilo e avaliar o desempenho produtivo dos peixes alimentados com rações suplementadas com fontes energéticas vegetais orgânicas. No ensaio de digestibilidade utilizaram-se 100 juvenis de tilápia com 100 g de peso médio os quais foram distribuídos aleatoriamente em cinco tanques cônico-cilíndricos (200 L) apropriados para a coleta de fezes. Para avaliar os coeficientes de digestibilidade dos ingredientes, confeccionaram-se cinco dietas, uma referência e quatro testes que continham 70% da dieta referência e 30% do ingrediente avaliado. Todas as rações foram marcadas com 0,1% de óxido de cromo (Cr_2O_3). O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino com cinco tratamentos e cinco repetições. A proteína (%) e a energia digestível (kcal kg^{-1}) do farelo de soja, farelo de trigo, milho e trigo integral orgânicos foram de: 39,69 e 3630,85; 14,32 e 3348,09; 7,54 e 3100,45; 16,29 e 3571,06; respectivamente. Para avaliar o desempenho zootécnico, a composição centesimal e os parâmetros bioquímicos do sangue dos peixes alimentados com rações contendo farelo de trigo, milho e trigo integral orgânicos e uma mistura de todas estas fontes, 300 juvenis de tilápia foram distribuídos, em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, em 20 tanques experimentais (500 L). Os animais, com peso inicial de $10,39 \pm 0,98$ g e comprimento inicial de $8,10 \pm 0,44$ cm, foram alimentados quatro vezes ao dia, até a saciedade aparente. Foram avaliados os parâmetros de peso final, comprimento total final, ganho de peso, conversão alimentar aparente, sobrevivência, taxa de crescimento específico e fator de condição dos animais submetidos às diferentes dietas. As análises bioquímicas do sangue compreenderam a determinação dos níveis de glicose (mg dL^{-1}), triglicerídeos (mg dL^{-1}) e proteínas totais (mg dL^{-1}), enquanto que em relação a composição centesimal da carcaça foram avaliados os teores de umidade, lipídeos, proteína e cinzas. A análise de variância evidenciou influências significativas para os parâmetros de peso final, ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico e no percentual lipídico da carcaça. Os melhores resultados para o ganho de peso foram obtidos para animais alimentados com rações contendo o milho orgânico (145,13 g) e uma mistura de

todas as fontes avaliadas (143,90 g). O mesmo pode ser atribuído em relação à taxa de crescimento específico (4,50% dia⁻¹ para ambos). Os melhores índices de conversão alimentar foram observados para animais que receberam rações contendo o trigo integral orgânico (0,74) e uma mistura das diferentes fontes (0,81). Comportamento análogo verificou-se em relação à deposição de gordura na carcaça, com os melhores resultados obtidos para o trigo (5,34%) e misto (5,60%). Dietas contendo como fonte energética uma mistura de farelo de trigo + milho + trigo integral orgânicos, proporcionam ótimo desempenho produtivo, menor deposição de gordura na carcaça e não provocam alterações nos parâmetros bioquímicos do sangue e mantém a higidez de juvenis de tilápia do Nilo.

Palavras-chave: aquicultura, nutrição de peixes, *Oreochromis niloticus*, sustentabilidade

ABSTRACT

APPARENT DIGESTIBILITY OF INGREDIENTS WITH ORGANIC ORIGIN CERTIFICATION AND THEIR INCLUSION IN FEEDING OF JUVENILES OF NILE TILÁPIA

This study was carried out aimed to determine the energy and protein apparent digestibility coefficients of organic soybean meal, wheat meal, corn and whole wheat for Nile tilapia and the evaluation of productive performance of fish fed with food supplemented organically certified energy plant source. In digestibility trial were utilized 100 juveniles of Nile tilapia with 100 g average weight randomly assigned into five 200 L appropriate for feces collect tanks. To evaluate digestibility coefficients of ingredients in study, five diets were prepared, one reference and four tests included 70% of the reference diet and 30% of the test food. All diets were marker with 0,1% chromic oxide. The randomized Latin square desing used containing five treatments and five repetitions. The digestible protein (%) and energy (kcal kg⁻¹) of organic soybean meal, wheat meal, corn and wheat were: 39,69 and 3630,85; 14,32 and 3348,09; 7,54 and 3100,45; 16,29 and 3571,06; respectively. To evaluate of productive performance, chemical composition and blood biochemical parameters of juveniles Nile tilapia fed with diets containing as energy source the wheat meal, corn and whole wheat with organic origin certification and mixed all sources (wheat meal + corn + whole wheat), 300 juveniles Nile tilapia were randomly assigned into 20 experimental tanks (500 L). The entirely casualized delineation used containing four treatments and five repetitions. The animals with 10,39 ± 0,98 g average weight and 8,10 ± 0,44 cm total length, were fed four times a day, at apparent satiation. At the end experimental period were evaluate parameters of final weight, total length, weight gain, feed conversion, survival, specific growth rate and factor condition of animals subjected to different diets. The biochemical analysis of the blood comprised the determenation levels of glucose (mg dL⁻¹), triglycerides (mg dL⁻¹) and total protein (mg dL⁻¹), whereas for centesimal composition of the carcass were evaluated proportions of humidity, lipids, protein and ash. The analysis of variance showed significant influence for the parameters of final weight, weight gain, food conversion, specific growth rate and in the lipidic percentage of the carcass. The best results for weight gain were obtained for animals fed on food containing organic corn (145,13 g) and a mixture of all the sources evaluated (143,90 g). The same can be assigned for the specific growth rate (4,50% dia⁻¹ for both). The best results for food conversion index were observed for animals that received food

containing organic whole wheat (0,74) and a mixture of different sources (0,81). Analogue behavior was verified in relation to the deposition of fat in the carcass, with the best results obtained for wheat (5,34%) and mixed (5,60%). Diets containing as energetic source a mixture of organic wheat bran + corn + whole wheat, provided optimum performance, lower deposition of fat in the carcass and not cause changes in blood biochemical parameters and maintains the healthiness of juveniles Nile tilapia.

Key-words: aquaculture, fish nutrition, *Oreochromis niloticus*, sustainability

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais agências atuantes nos processos de regulamentação e certificação orgânica de produtos aquícolas.....	17
Tabela 2: Composição percentual e nutricional da dieta referência utilizada para avaliar a digestibilidade de ingredientes com certificação de origem orgânica para a tilápia do Nilo ...	37
Tabela 3: Composição centesimal dos ingredientes com certificação de origem orgânica e das dietas referência e testes, utilizadas para avaliar a digestibilidade pela tilápia do Nilo	40
Tabela 4: Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de ingredientes com certificação de origem orgânica e seus respectivos valores de proteína e energia digestíveis para juvenis de tilápia do Nilo.....	41
Tabela 5: Composição percentual e química das rações experimentais com diferentes fontes energéticas com certificação de origem orgânica na dieta de juvenis de tilápias (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	48
Tabela 6: Parâmetros zootécnicos de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com diferentes fontes energéticas com certificação de origem orgânica	50
Tabela 7: Composição centesimal de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com diferentes fontes energéticas com certificação de origem orgânica	53
Tabela 8: Composição bioquímica do plasma sanguíneo de juvenis de tilápia do Nilo submetidos a dietas suplementadas com diferentes fontes energéticas com certificação de origem orgânica	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Aquicultura Orgânica: Panorama Atual, Perspectivas e Tendências	13
2.1.1 Aquicultura orgânica no Brasil	15
2.2 Regulamentação da Atividade Aquícola sob Regime Orgânico	16
2.2.1 Saúde e bem estar animal	18
2.2.2 Segurança alimentar	19
2.2.3 Integridade ambiental	20
2.2.4 Aspectos socioeconômicos	21
2.3 Regulamentação da Atividade Aquícola Orgânica no Brasil	22
2.3.1 Reprodução e cultivo de organismos aquáticos	23
2.3.2 Nutrição	24
2.3.3 Sanidade	24
2.3.4 Ambiente de cultivo e bem-estar	25
2.3.5 Instalações	25
2.4 Nutrição de Peixes na Aquicultura Orgânica	26
2.5 Espécie Estudada	28
2.6 Alimentos e Estudos de Digestibilidade	30
2.7 Composição Centesimal do Pescado	31
2.8 Estudos Hematológicos em Peixes	33
3 DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS COM CERTIFICAÇÃO DE ORIGEM ORGÂNICA PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO	35
3.1 Introdução	35
3.2 Materiais e Métodos	36
3.3 Resultados e Discussões	39
3.4 Conclusões	43
3.5 Referências Bibliográficas	43
4 FONTES ENERGÉTICAS COM CERTIFICAÇÃO DE ORIGEM ORGÂNICA PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO	46
4.1 Introdução	46
4.2 Materiais e Métodos	47
4.3 Resultados e Discussões	49

4.4 Conclusões	56
4.5 Referências Bibliográficas	56
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura vem tornando-se uma importante fonte de alimentos de origem animal apresentando nos últimos anos elevadas taxas de crescimento e níveis de produtividade. Impulsionada pela estagnação da pesca extrativa, o setor aliado a técnicas de produção mais intensivas tem se expandido consideravelmente.

Caracterizada por uma diversidade de espécies cultivadas; incluindo peixes, crustáceos, moluscos e outros animais aquáticos; nos mais variados sistemas produtivos, a aquicultura cresce a um ritmo maior do que qualquer outro setor de produção de alimentos de origem animal apresentando em média taxas de crescimento próximo a 8,3%, compreendendo o período de 1970 a 2008 (FAO, 2010a). Com isso a atividade aparece com grande potencial para fazer uma significativa contribuição no fornecimento de pescado em uma situação de evidente sobre exploração dos recursos pesqueiros naturais e de uma população em aumento (ALLSOPP et al., 2008).

No entanto, os efeitos negativos decorrentes da intensificação dos métodos de produção têm gerado inúmeras questões relativas à sustentabilidade da aquicultura. Isso porque a criação de organismos aquáticos, principalmente de peixes e camarões, pode comprometer a qualidade do ambiente de cultivo em função do elevado aporte de nutrientes e matéria orgânica ao meio (QUEIROZ & SILVEIRA, 2006). Além disso, em casos extremos, essa condição pode desencadear uma série de efeitos adversos, tais como a diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido da água, redução da biodiversidade ao redor das áreas de cultivo e super-florescimento de organismos vegetais (ALLSOPP et al., 2008), como as algas e plantas aquáticas que por vezes liberam toxinas prejudiciais à saúde ou até mesmo metabólitos causadores de "*off flavor*" prejudicando a qualidade da carne (SANT'ANNA et al., 2006; MACEDO-VEIGAS & SOUZA, 2004; MALLASEN et al., 2008).

Salienta-se ainda que, o crescente desenvolvimento da aquicultura não tem sido uma ameaça somente à qualidade ambiental, mas também, embora em menores proporções, à segurança alimentar humana. Pois o aumento na dependência por farinha e óleo de peixe para a produção de rações, além do fato de que os recursos utilizados na elaboração de tais matérias primas se encontram sobre explorados, em algumas regiões tais recursos constituem uma importante fonte de alimento para pessoas de baixo poder aquisitivo nos países em desenvolvimento (FAO, 2007).

No entanto dada a importância da aquicultura no fornecimento de alimentos para a população mundial, é necessário que sejam adotadas medidas que minimizem todos os

impactos ambientais e sociais causados pelas atividades aquícolas, para garantir o desenvolvimento de uma aquicultura sustentável. Neste contexto, o método orgânico de produção surge como alternativa que poderá aliviar as pressões impostas ao setor.

Contudo, o desenvolvimento da aquicultura orgânica ainda é recente, porém caracteriza-se como um mercado promissor. Embora os dados disponíveis sobre a produção aquícola orgânica sejam limitados, estima-se um aumento de 240 vezes no volume de produção mundial (TACON & BRISTER, 2002). No entanto apesar do crescente interesse no desenvolvimento de tal modalidade, muitos aspectos necessitam ser investigados para que se alcance uma eficiência produtiva, muitos dos quais relacionam-se às diretrizes que regulamentam a atividade.

Das quais, o desenvolvimento de rações orgânicas ainda tem sido muito questionada, pois, por ser a farinha e óleo de peixe um recurso insustentável e limitado, o cultivo de algumas espécies de peixes, especificamente as de hábito alimentar carnívoro, por vezes não estão em atendimento com o princípio orgânico de sustentabilidade pelo fato de não ser possível a substituição completa da farinha de peixe por fontes vegetais orgânicas, como requisitado.

Ao contrário, as espécies de hábito alimentar onívoro e herbívoro têm demonstrado aproveitar mais eficientemente as fontes vegetais, podendo em alguns casos substituir até 100% a farinha de peixe. Neste caso, o cultivo orgânico dessas espécies poderá constituir-se em um novo caminho mais sustentável para a aquicultura. Porém o cultivo de peixes onívoros e herbívoros na aquicultura orgânica tem participação pouco expressiva.

Diante desse contexto, o objetivo da presente pesquisa é disponibilizar informações para o desenvolvimento de uma aquicultura sustentável por intermédio da avaliação dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de ingredientes orgânicos disponíveis regionalmente (farelo de soja, farelo de trigo, milho e trigo integral) pela tilápia do Nilo e avaliar o desempenho produtivo, a composição centesimal e os parâmetros bioquímicos do sangue dos juvenis alimentados com rações formuladas tendo como fonte energética o farelo de trigo, milho e trigo integral orgânicos e uma mistura de todas essas fontes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aquicultura Orgânica: Panorama Atual, Perspectivas e Tendências

A aquicultura é uma atividade que tem se expandido consideravelmente nas últimas décadas em resposta a crescente demanda por proteínas de origem animal. Isso corresponde a um acréscimo percentual médio de 8,3 ao ano compreendendo o período de 1970 – 2008, sendo registrada uma produção em torno de 52,5 milhões de toneladas em 2008 enquanto que no início da década de 1950 esses valores não ultrapassavam a cifra de um milhão de toneladas ao ano (FAO, 2010a).

Ainda de acordo com o relatório publicado pelo FAO (2010a), concomitantemente aos valores anuais de produção, o consumo mundial per capita de pescados tem experimentado um ligeiro aumento passando de 9,9 kg na década de 1960 para 17,0 kg em 2007. Os principais fatores condicionantes a esse aumento não se devem somente a um fornecimento em quantidade cada vez maior, mas também ao acelerado crescimento populacional e a conscientização do consumidor quanto ao elevado valor nutricional do pescado em comparação a outras fontes de proteína (MENTE et al., 2011). Com isso, se mantidas as atuais taxas de expansão, a aquicultura poderá contribuir significativamente para atender a demanda por pescados (FAO, 2009).

No entanto diante do atual cenário, observa-se a adoção de práticas de cultivo cada vez mais intensivas onde o foco é maximizar a produção dentro das limitadas condições de espaço, o que certamente implica o fornecimento de taxas de arraçoamento mais intensas que juntamente com o uso indiscriminado de terapêuticos, decorrentes da incidência de doenças aumentada pela demasiada intensificação dos sistemas produtivos (KUBITZA, 2010), comprometem a qualidade do ambiente.

Em consequência disso, os impactos do desenvolvimento desacelerado da atividade aquícola sobre os ecossistemas, principalmente proveniente do cultivo de peixes de água doce, o qual é representativo de grande parcela do que é produzido pela aquicultura mundial (FAO, 2009), gera inúmeras preocupações, pelo fato destas unidades produtivas serem totalmente dependente da qualidade e quantidade de água disponível (PEREIRA & MERCANTE, 2005). Desse modo a adoção de práticas de cultivo em atendimento aos princípios da sustentabilidade tem sido requisitada.

Dessa forma existe um crescente interesse no desenvolvimento da aquicultura orgânica. O sistema orgânico de produção baseia-se na adoção de técnicas específicas mediante a

otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a minimização da dependência de energia não renovável, o emprego de métodos culturais, biológicos e mecânicos em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003).

Com base nesses princípios, novas perspectivas se abrem para a continuidade da expansão da atividade aquícola de forma sustentável, no entanto a adoção de práticas orgânicas no cultivo de organismos aquáticos ainda é incipiente embora haja registros desses sistemas produtivos na década passada.

De acordo com Bergleiter & Censkowsky (2010a) as primeiras iniciativas de fomento ao cultivo orgânico na aquicultura esteve focalizado à criação do salmão e do camarão, na Irlanda e no Equador respectivamente, na década de 1990, que em função das numerosas questões problemáticas existentes no cultivo intensivo de ambas as espécies, exigiram por parte destes a adoção de um modelo de criação alternativo, possibilitando mais tarde o estabelecimento de diferentes espécies de peixes dentro do modelo orgânico de produção em diversas regiões do mundo.

Atualmente a aquicultura orgânica caracteriza-se por uma pequena diversidade de espécies que são cultivadas e certificadas organicamente, sendo os peixes e crustáceos as mais participativas, que apesar da produção ainda ser em pequena escala, projeções futuras denotam a inserção de novas fazendas especializadas no cultivo orgânico de organismos aquáticos (BERGLEITER & CENSKOWSKY, 2010b).

Grande parte dos empreendimentos aquícolas orgânicos concentram-se na Europa, tendo como principal produto o salmão do Atlântico, seguido pelas espécies do Mediterrâneo “seabream” e “seabass”, salmonídeos de água doce (truta arco-íris e truta marrom), carpas, mexilhão azul, camarões e o esturjão do Mediterrâneo (BERGLEITER 2001, 2008; BERGLEITER & CENSKOWSKY, 2010b).

A contribuição dos principais países produtores no volume de produção mundial resultou para o ano de 2008 cerca de 16.000 toneladas de salmão orgânico, 8.800 toneladas de camarão orgânico, 7.200 toneladas de carpas, 3.000 toneladas de mexilhões, 2.000 toneladas de truta e 1.000 toneladas “seabream” / “seabass” (BERGLEITER et al., 2009 *apud* MENTE et al., 2011) o equivalente a 38.000 toneladas. Já em 2009, a produção aquícola orgânica mundial alcançou um total de 53.500 toneladas o que representa cerca de 0,1% do que é produzido pela aquicultura no mundo (BERGLEITER & CENSKOWSKY, 2010b). Embora representativo de uma pequena parcela, é esperado um aumento nesses índices produtivos,

com previsão para atingir 200.000 toneladas em 2015 e quase 1,2 milhões de toneladas em 2030 alcançando 0,6% do total estimado para produção aquícola mundial (TACON & BRISTER 2002; LEM, 2004).

2.1.1 Aquicultura orgânica no Brasil

A aquicultura orgânica no Brasil é uma atividade ainda pouco expressiva em termos de quantidade e diversidade de espécies comercializadas e certificadas organicamente (SCHOBER, 2009). De acordo com dados publicados pelo IBGE (2009), do total de estabelecimentos que praticam a aquicultura no país, cerca de 3% deste total está inserido no modelo orgânico de produção, sendo que destes somente 7% são certificados por entidade credenciada.

As principais espécies cultivadas incluem o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* e a ostra do mangue *Crassostrea brasiliiana*, os quais são produzidos por intermédio do sistema de cultivo multitrófico integrado, em uma fazenda localizada no Rio Grande do Norte. Neste mesmo empreendimento há interesse ainda de se introduzir outras espécies, tais como, tainhas, siris, macroalgas e poliquetas (para aquariorfilia) (FAO, 2010b).

Os índices de produtividade do camarão e da ostra certificados organicamente de acordo com Alexandre Wainberg, proprietário da referida unidade produtiva, é hoje cerca de 45 toneladas/ano e de 48 toneladas/ano, respectivamente. Os valores apresentados podem ser considerados pouco significativos, o que justificaria o fato de todo o escoamento da produção ser destinado ao abastecimento do mercado interno do estado do Rio Grande do Norte. Salienta-se, porém, que o segmento tem enfrentado inúmeras dificuldades tais como a inexistência de uma cadeia de produção orgânica voltada para o processamento e comercialização de produtos da aquicultura orgânica (SCHOBER, 2009), impossibilitando a continuidade da expansão do setor.

No entanto embora seja uma modalidade de cultivo ainda pouco difundida no Brasil, possivelmente restrita ao cultivo do camarão e da ostra, algumas regiões tem demonstrado interesse na criação de peixes sob bases agroecológicas, que apesar de haver registros de que essa atividade já vem sendo desenvolvida, a inexistência de dados relativos às estimativas oficiais dos índices produtivos dessa modalidade de cultivo tem impossibilitado avaliar o seu desenvolvimento.

Porém o mercado tem se mostrado promissor, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas científicas voltadas para a avaliação e melhoria dos sistemas orgânicos de aquicultura já implantados e a serem implantados de forma a consolidar o setor como uma alternativa de produção viável de acordo com os princípios regulamentados.

2.2 Regulamentação da Atividade Aquícola sob Regime Orgânico

Como forma de assegurar ao consumidor que um determinado produto foi produzido dentro de um processo orgânico é necessário que este apresente um Selo Oficial de Garantia, emitido por instrumentos formais de certificação os quais são regidos por leis e procedimentos, nacionais e/ou internacionais que determinam a concessão de um certificado ou selo (SCHIMAICHEL & RESENDE, 2007).

As referidas regulamentações são constituídas por normas e padrões exigidos dentro do sistema de cultivo e processamento orgânico, tendo como base, diretrizes internacionalmente aceitas (IFOAM, 1998; SCHIMAICHEL & RESENDE, 2007).

As principais iniciativas para a instituição de normas e padrões de produção, processamento, comercialização e importação de produtos orgânicos de origem animal e vegetal surgiram e se desenvolveram na Europa em meados dos anos 90 com a publicação da regulamentação (EEC) nº 2092/91 em 24 de junho de 1991 (ORMOND et al., 2002; ARAÚJO et al., 2007). Esta foi elaborada tendo como base os princípios básicos do cultivo orgânico estabelecidos pela IFOAM (Federação Internacional de Movimentos da Agricultura Orgânica), o primeiro e mais importante organismo mundial na elaboração de normas e diretrizes para a agricultura orgânica (NAVA, 2004; BERGLEITER & CENSKOWSKY, 2010a).

No entanto a referida regulamentação ainda não havia incorporado normas e padrões específicos para a aquicultura, exigindo que tais diretrizes fossem revisadas de forma a possibilitar a implementação de regras básicas para a produção aquícola orgânica. Porém essas ações foram realizadas somente em 2004, o que resultou na aprovação de um novo regulamento três anos mais tarde, sendo publicado oficialmente em julho de 2009 através do regulamento (EC) nº 710/2009 entrando em vigor em julho de 2010 (SZEREMETA, 2010).

Notavelmente o progresso ainda é recente o que se justificaria pela dificuldade em se estabelecer normas universalmente aceitas dada a diversidade de sistemas produtivos e espécies cultiváveis (MENTE et al., 2011, TACON & BRISTER, 2002; EU, 2009) levando os

países envolvidos na produção da aquicultura orgânica a definirem e adotarem as suas próprias regras (FOOD & WATER WATCH, 2008). Com isso existem mundialmente diversas agências de certificação orgânica, as quais estabelecem seus próprios padrões de produção e processo de certificação para o cultivo de peixes, crustáceos e moluscos. Na Tabela 1 mencionam-se as principais agências que atuam na regulamentação e certificação dos produtos aquícolas orgânicos.

Tabela 1: Principais agências atuantes nos processos de regulamentação e certificação orgânica de produtos aquícolas

Programas de certificação	Certificação orgânica para/padrões para o cultivo orgânico de:
Bio Áustria (Áustria)	truta arco-íris, carpas
Bioland (Alemanha)	carpas
Bio Suisse (Suécia)	peixes, crustáceos e moluscos
IBD (Instituto Biodinâmico - Brasil)	camarões
IMO (Instituto de Mercado Ecológico - Brasil)	camarões
KRAV (Suécia) e Debio (Noruega)	salmonídeos, “perch”, bacalhau
Naturland (Alemanha)	carpas, salmonídeos (truta e salmão), moluscos bivalves, camarões, peixes de água doce tropical
Soil Association (Reino Unido)	salmão, truta, “charr”, camarões, carpas, crustáceos bivalves (caranguejo, mexilhões e ostras)

Fonte: FOOD & WATER WATCH (2008); BIO AUSTRIA (2006); BIOLAND STANDARDS (2009); NATURLAND (2005); SOIL ASSOCIATION (2009); DEBIO (2009); ARAÚJO et al., (2007).

No entanto os princípios estabelecidos por cada programa devem estar de acordo com as diretrizes básicas aceitas universalmente, os quais são estabelecidos por organizações que tem por objetivo avaliar, normatizar e divulgar esses padrões.

Porém muitas das certificadoras atuantes ainda têm importantes carências em relação à forma em que consideram os critérios ambientais e os assuntos sociais. Recentemente a FAO publicou um documento aprovado pelos membros do Comitê de Pesca (COFI) que relaciona assuntos relevantes que deveriam ser utilizados como guia de referência pelos organismos de certificação, o qual menciona critérios mínimos para o desenvolvimento de padrões para a

certificação da aquicultura em relação à saúde e bem estar dos animais, a segurança alimentar, a integridade ambiental e aspectos socioeconômicos (FAO, 2011), conforme descritos abaixo.

2.2.1 Saúde e bem estar animal

De acordo com documento da FAO (2011) o qual relaciona critérios mínimos para o desenvolvimento de normas de certificação para a aquicultura, todas as atividades aquícolas deveriam adotar práticas de cultivo que assegurem a saúde e bem estar dos animais aquáticos, através da minimização do estresse, a redução dos riscos de enfermidades e a manutenção de um ambiente de cultivo saudável em todas as fases do ciclo de produção. Além disso, os programas de manejo sanitário devem ser estabelecidos tendo-se como base as orientações técnicas do Código de Conduta para Pesca Responsável (CCPR) da FAO e da Organização Mundial de Sanidade Animal (OIE). Em particular os seguintes critérios deveriam ser contemplados para favorecer a saúde e bem estar dos animais aquáticos (FAO, 2011):

- Realização de quarentena quando necessário;
- Monitoramento de rotina dos organismos aquáticos e das condições ambientais para a detecção de problemas de saúde dos animais aquáticos;
- Implementação de práticas de manejo que reduzam a probabilidade de transmissão de enfermidades dentro e entre as instalações aquícolas e da fauna aquática natural e que diminuam o estresse dos animais a fim de garantir uma boa condição de saúde dos organismos aquáticos;
- Medicamentos deveriam ser utilizados de forma sustentável de acordo com a legislação nacional vigente e com os acordos internacionais, a fim de garantir sua eficácia, a segurança da saúde pública e animal e a proteção do meio ambiente;
- Os policultivos ou aquicultura multitrófica deveriam receber atenção especial para reduzir as possibilidades de transmissão de enfermidades entre as espécies cultivadas;
- Os animais aquáticos deveriam ser criados em condições de cultivo adequadas para a espécie, levando em conta a temperatura e qualidade da água;
- Os trabalhadores devem ser capacitados quanto às boas práticas de manejo sanitário para assegurar a saúde e bem estar dos animais aquáticos.

Salienta-se ainda que os sistemas orgânicos de produção animal devem respeitar além do que foi mencionado, os seguintes critérios, conforme Instrução Normativa nº 64 de 18 de dezembro de 2008, o qual regulamenta e estabelece normas técnicas para o Sistema Orgânico de Produção Animal e Vegetal no Brasil (BRASIL, 2008):

- A liberdade nutricional – os animais devem estar livres de sede, fome e desnutrição;
- A liberdade sanitária – os animais devem estar livres de feridas e enfermidades;
- A liberdade de comportamento – os animais devem ter liberdade para expressar os instintos naturais da espécie;
- A liberdade psicológica – os animais devem estar livres de sensação de medo e de ansiedade;
- A liberdade ambiental – os animais devem ter liberdade de movimento em instalações que sejam adequadas a sua espécie.

2.2.2 Segurança alimentar

Em relação à segurança alimentar, de acordo com o referido documento publicado pela FAO (2011), a prática aquícola deve ser realizada de forma a assegurar a segurança alimentar, através da implementação de normas e regulamentos nacionais ou internacionais de acordo com as diretrizes estabelecidos no Codex Alimentarius da FAO/OMS. Como critérios mínimos os seguintes deveriam ser atendidos (FAO, 2011):

- As instalações destinadas às práticas aquícolas deveriam situar-se em áreas longe do risco de contaminação e onde as fontes de contaminação podem ser controladas ou limitadas;
- Nos casos em que se utilizam alimento inerte, as operações da aquicultura devem incluir procedimentos para evitar a sua contaminação de acordo com a regulamentação nacional ou de acordo com normas internacionais, não devendo os ingredientes empregados conter níveis substanciais de pesticidas, contaminantes biológicos, químicos e físicos e/ou outras substâncias adulteradas;
- Os produtos químicos e medicamentos veterinários devem estar registrados pela autoridade nacional competente. O controle das enfermidades com medicamentos veterinários e antimicrobianos devem ser utilizados somente sobre a base de um

diagnóstico preciso e em conhecimento de que o medicamento é eficaz para o controle ou tratamento de uma enfermidade específica. Não são permitidos a utilização de produtos químicos ou medicamentos veterinários não registrados ou não permitidos na produção, transporte e processamento de produtos da aquicultura;

- A água utilizada na aquicultura deve ser de qualidade adequada para a produção de alimento que seja seguro para o consumo humano;
- Os reprodutores e “sementes” (larvas, pós-larvas, alevinos, entre outros) não devem trazer nenhum risco para a saúde humana (por exemplo, antibióticos, parasitos, entre outros) e para as populações em cultivo;
- As instalações e operações aquícolas deveriam manter boas condições higiênicas e de cultivo;
- No caso do cultivo de moluscos bivalves deveriam ser implementados programas de identificação, classificação, manejo integrado, vigilância e monitoramento para evitar a contaminação microbiológica e química e reduzir a contaminação provocada por biotoxinas.

2.2.3 Integridade ambiental

Em relação aos aspectos atribuídos à integridade ambiental, o documento publicado pela FAO (2011), menciona que todas as práticas que envolvem a cadeia produtiva da aquicultura devem ser planejadas e praticadas de uma maneira ambientalmente responsável. Pelo fato de que as atividades aquícolas exercem influências sobre a qualidade do ambiente, os sistemas de certificação da aquicultura devem assegurar que estes efeitos sejam identificados e gerenciados em um nível aceitável em harmonia com a legislação local e nacional. De acordo com a FAO (2011) os critérios que deveriam ser seguidos são os seguintes:

- Antes da aprovação de um estabelecimento aquícola dever-se-ia realizar uma avaliação do impacto ambiental de acordo com a legislação nacional;
- O monitoramento da qualidade ambiental deveria ser periódico;
- Deveriam ser avaliados os efeitos negativos sobre os ecossistemas naturais circundantes incluindo a fauna e flora e os habitats;

- Deveriam ser adotadas medidas que promovessem o uso eficiente da água assim como o uso responsável dos efluentes para reduzir possíveis repercussões sobre o solo e água circundantes;
- Quando possível deveriam ser utilizados "sementes" produzidas em cativeiro. Caso contrário, o uso de sementes coletadas do ambiente natural deveriam ser utilizadas mediante práticas responsáveis;
- Espécies exóticas só deveriam ser utilizadas se representarem um risco em nível aceitável para o ambiente natural, a biodiversidade e a integridade dos ecossistemas;
- A infra-estrutura dos empreendimentos aquícolas e a eliminação de resíduos devem ser conduzidos de forma sustentável;
- Os alimentos, aditivos alimentares, produtos químicos, medicamentos veterinários e fertilizantes deveriam ser utilizados de forma sustentável para reduzir ao mínimo seus efeitos adversos no meio ambiente e promover a viabilidade econômica.

2.2.4 Aspectos socioeconômicos

Em relação aos aspectos socioeconômicos, o documento da FAO (2011) estabelece que todas as atividades aquícolas deveriam ser praticadas de uma maneira socialmente responsável, no âmbito das normas e regulamentos nacionais, levando em consideração os direitos trabalhistas, sem comprometer o meio de vida dos trabalhadores e da aquicultura, considerando as comunidades locais. De forma geral as questões socioeconômicas deveriam ser elucidadas em todas as fases de planejamento, desenvolvimento e funcionamento da aquicultura.

As empresas aquícolas deveriam reconhecer a importância da sua responsabilidade social com relação às comunidades locais. Como requisitos mínimos os trabalhadores devem ser tratados de maneira responsável, proporcionando salários e benefícios e condições de trabalho de acordo com as leis e regulamentos nacionais (FAO, 2011).

2.3 Regulamentação da Atividade Aquícola Orgânica no Brasil

No Brasil, a instrução normativa que regulamenta a produção aquícola orgânica foi implementada recentemente, conforme Instrução Normativa Interministerial MAPA/MPA nº 28 de 08/06/2011, publicado no Diário Oficial da União em 09/06/2011. A referida normativa estabelece normas e técnicas para os sistemas orgânicos de produção aquícola a serem seguidos por toda pessoa física ou jurídica responsável por unidades de produção em conversão ou por sistemas orgânicos de produção.

Quanto aos seus objetivos, no Capítulo I em seu artigo 6º, estabelece que os sistemas orgânicos de produção aquícola devem buscar (MPA, 2011):

- Promover prioritariamente a saúde e bem-estar dos organismos aquícolas em todas as fases do processo produtivo;
- Adotar técnicas sanitárias e práticas de manejo preventivas;
- Manter a higiene em todo o processo criatório, compatível com a legislação sanitária vigente e com o emprego de produtos permitidos para uso na produção orgânica;
- Oferecer alimentação nutritiva, saudável, de qualidade e em quantidade adequada de acordo com as exigências nutricionais de cada espécie;
- Ofertar água de qualidade e em quantidade adequada, isenta de produtos químicos e agentes biológicos que possam comprometer a saúde e vigor dos organismos aquícolas, a qualidade dos produtos e dos recursos naturais, de acordo com os parâmetros especificados pela legislação vigente;
- Utilizar instalações higiênicas, funcionais e adequadas a cada organismo aquícolo e local de criação;
- Destinar de forma ambientalmente adequada os resíduos da produção;
- Estabelecer e manter a densidade populacional ou biomassa para que se promova comportamento natural, previamente aprovada pelo Organismo de Avaliação da Conformidade Orgânica – OAC ou pela Organização de Controle Social – OCS;
- Sempre que possível, promover o cultivo integrado ou policultivo beneficiando sinergicamente as espécies e promovendo o ciclo de nutrientes no sistema.

Além de seus objetivos, a referida instrução normativa faz menção quanto ao período de conversão requerido para que uma unidade de produção que anteriormente adotava práticas convencionais possa se inserir no sistema orgânico de produção. Conforme Zibetti et al. (2011) nos sistemas orgânicos de produção animal o período de conversão da unidade varia de acordo com o tipo de exploração e a utilização anterior da área, além de considerar a situação ambiental atual.

No caso para o cultivo orgânico de organismos aquáticos, conforme estabelecido pela instrução normativa MAPA/MPA nº 28 de 08/06/2011, o período de conversão será de 12 meses para sistemas de viveiros de terra construídos em áreas anteriormente cultivadas em sistemas não-orgânicos e de pelo menos um ciclo de produção para outros sistemas em áreas com produção anterior. Para estruturas em áreas abertas e para viveiros de terra novos em áreas não cultivadas anteriormente, não é necessário período de conversão.

Quanto ao sistema produtivo e das práticas de manejo orgânico na aquicultura orgânica, a seguir mencionam-se os principais critérios estabelecidos na instrução normativa MAPA/MPA nº 28 de 08/06/2011.

2.3.1 Reprodução e cultivo de organismos aquáticos

Para o cultivo de organismos aquáticos sob regime orgânico o plantel de reprodutores deverá ser proveniente de empreendimentos orgânicos. No caso da indisponibilidade de reprodutores orgânicos, poderão ser adquiridos organismos aquáticos provenientes do sistema convencional ou do ambiente natural, desde que sejam mantidos em sistema de produção orgânico durante três meses que precedem a sua utilização para a reprodução.

Os métodos empregados na reprodução devem ser naturais e que interfira minimamente o comportamento natural da espécie cultivada. A utilização de hormônios é proibida em qualquer etapa da produção de organismos aquáticos.

Conforme instrução normativa, no sistema orgânico de produção não é permitido o cultivo de poliplóides, organismos geneticamente modificados, organismos sexualmente revertidos, organismos obtidos através de gimnogênese e populações artificialmente esterilizadas.

As formas jovens destinadas à etapa de recria e engorda devem ser provenientes de unidades de produção orgânica. No entanto, é permitido a introdução de organismos aquáticos

da aquicultura não-orgânica desde que 90% da biomassa sejam cultivados no sistema de produção orgânico.

2.3.2 Nutrição

Com relação à nutrição, os organismos aquáticos devem receber alimentação orgânica proveniente da própria unidade de produção ou de outra em sistema de produção orgânica. Em condições de escassez ou casos especiais será permitida a utilização de alimentos não-orgânicos, na proporção da ingestão diária, de até 20% com base na matéria seca.

É permitido o uso de probiótico na dieta desde que composto por microorganismos que não sejam patogênicos ou geneticamente modificados, suplementos minerais e vitamínicos naturais que atendam a legislação específica e de fertilizantes orgânicos para disponibilizar nutrientes naturais no ambiente de cultivo. Por outro lado não é permitido o uso de aditivo sintético nas etapas de recria e engorda, alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados e seus derivados, pigmentos sintéticos, carcaça, vísceras ou restos de animais terrestres *in natura* e dejetos animais na alimentação direta.

2.3.3 Sanidade

Somente poderão ser utilizadas na prevenção e tratamento de enfermidades ou pragas, substâncias e práticas permitidas, as quais encontram-se listadas na referida instrução normativa. No caso de que o uso de tais substâncias não surtirem efeito e o animal esteja sofrendo ou em risco de morte, poderão ser utilizados produtos químico-sintéticos artificiais. Porém o período de carência a ser respeitado para que os lotes tratados possam voltar a ter reconhecimento como orgânico deverá ser de duas vezes o período de carência estipulado na bula do produto e em qualquer caso, de no mínimo 96 horas.

É necessário que toda terapêutica utilizada seja registrada, no qual devem constar as seguintes informações: data de aplicação, período de tratamento, identificação do lote e produto utilizado.

2.3.4 Ambiente de cultivo e bem-estar

Todas as práticas de manejo adotadas dentro do sistema orgânico de produção devem levar em consideração o bem-estar animal, de forma a minimizar o estresse e injúrias. Uma forma de proporcionar tal êxito é a manutenção dos organismos aquáticos sob cultivo, em unidades de produção nos quais os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água e solo atendam as necessidades de conforto dos mesmos. Para isso os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água devem ser monitorados tanto na entrada como na saída, seguindo as normas vigentes.

Também para a manutenção do bem-estar dos animais, a taxa de renovação diária da água nas unidades de recria e engorda deve garantir o conforto fisiológico dos organismos aquáticos. Os taludes dos viveiros devem estar recobertos com vegetação adequada, preferencialmente nativa para fins de evitar a erosão.

As fazendas de cultivo deverão ter ainda seu perímetro delimitado, podendo ser adotadas nas instalações de cultivo medidas de prevenção e remoção de predadores e competidores.

O transporte, o pré-abate e o abate dos organismos aquáticos, inclusive de organismos aquáticos doentes ou descartados, deverão atender aos princípios de respeito ao bem-estar dos animais, a redução de processos dolorosos, a adoção de procedimentos de abate humanitário e a legislação específica.

2.3.5 Instalações

Na confecção de estruturas para a criação dos organismos aquáticos, os materiais utilizados deverão preferencialmente ser naturais, reciclados, reutilizados ou livres de resíduos de substâncias não permitidas para uso em sistemas orgânicos de produção.

Os sistemas produtivos deverão ser projetados preferencialmente com tanques de decantação, filtros biológicos ou mecânicos para remover resíduos e melhorar a qualidade dos efluentes. As instalações de armazenagem e manipulação de resíduos deverão ser projetadas, implantadas e operadas de maneira a evitar a contaminação das águas subterrâneas e superficiais. De forma geral, todas as instalações deverão garantir boas condições de criação e impedir a fuga dos organismos aquáticos para o meio ambiente.

2.4 Nutrição de Peixes na Aquicultura Orgânica

Comparativamente ao crescente desenvolvimento da produção orgânica agrícola, a aquicultura orgânica progride lentamente. São inúmeros os fatores resultantes de tal cenário, dos quais o principal pode ser atribuído as complicações para a adaptação das práticas orgânicas em virtude da variedade de espécies cultivadas e da diversificação dos sistemas e métodos praticados na aquicultura, condicionando a falta de normas universalmente aceites e critérios de acreditação para a aquicultura orgânica (MENTE et al., 2011; TACON & BRISTER 2002; EU 2009).

Os padrões de alimentação orgânica para o cultivo intensivo de organismos aquáticos, notavelmente dos peixes, têm sido constantemente desafiados. Em observância com os princípios da produção orgânica, todo suplemento alimentar (ração) fornecido aos animais deve ser de origem orgânica, ou seja, composto por ingredientes vegetais certificados organicamente, tornando questionável o uso da farinha e óleo de peixe na formulação de rações para o cultivo orgânico de peixes.

Isto é devido ao fato de que os índices produtivos de tais matérias primas tem mantido-se relativamente estáveis nos últimos anos (FAO, 2009) impossibilitando classificá-las como fontes sustentáveis para a produção de alimento inerte, tornando o seu uso incompatível com as regulamentações impostas pelo regime orgânico de produção. Com isso a produção sustentável de rações deve ser fomentada para reduzir os impactos sobre os estoques pesqueiros.

No entanto, em virtude de que as normas e diretrizes para o cultivo orgânico de organismos aquáticos encontram-se ainda em fase de desenvolvimento, sujeitas a mudanças e revisões, pesquisas no sentido de se avaliar fontes alternativas à farinha e óleo de peixe para a formulação de rações orgânicas tem merecido pouca atenção.

Há um número limitado de estudos investigando a possível substituição da farinha de peixe por ingredientes com certificação de origem orgânica. Tendo como maior enfoque espécies de peixes carnívoros, a maioria deste pequeno número de pesquisas revelou ser possível substituir a farinha de peixe por fontes vegetais certificadas organicamente, mas não na sua totalidade, sendo esta então requerida mesmo que em pequenas quantidades.

Em seu estudo, Lunger et al. (2007) avaliando o uso da levedura e fontes vegetais certificadas organicamente (farelo de soja, isolado protéico de soja e farinha de sementes de cânhamo) como substituto da farinha de peixe para o beijupirá (*Rachycentron canadum*) observaram que estas podem substituir até 40% da farinha de peixe, no entanto quando as

dietas são suplementadas somente por fontes vegetais orgânicas sem a inclusão da farinha de peixe os animais não sobrevivem.

Esses mesmos autores, em estudo anterior, já haviam demonstrado haver uma piora no desempenho produtivo desta espécie quando a farinha de peixe é gradualmente substituída pela levedura orgânica, sendo o nível máximo de substituição (100%) o qual revelou o pior ganho em peso, elevadas taxas de conversão alimentar e menor sobrevivência (LUNGER et al., 2006).

Semelhantemente Tusche et al. (2011) pesquisando a possível substituição da farinha de peixe pelo concentrado protéico de batata com alta e baixa concentração de glicoalcalóides, verificaram, para a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), que a inclusão deste, seja de alta ou baixa concentração de glicoalcalóides, resultam em um crescimento significativamente inferior ao da dieta controle que tinha como principal fonte protéica a farinha de peixe. No entanto, contraditoriamente, Lund et al. (2011) verificaram que o desempenho das trutas (*O. mykiss*) não é afetado significativamente quando 47% da proteína da farinha de peixe é substituída por uma mistura de fontes vegetais orgânicas (concentrado protéico de ervilha, concentrado protéico de fava-de-holanda, concentrado protéico de colza). O referido percentual de substituição foi o maior nível avaliado nesse estudo.

Com isso observa-se que por vezes a substituição total da farinha de peixe por fontes vegetais pode comprometer o desempenho dos animais em virtude da carência de certos nutrientes, fazendo-se necessário então a utilização da farinha de peixe, porém em proporções reduzidas quando tratar-se de espécies mais exigentes como é o caso dos peixes carnívoros.

Contudo a aplicação de métodos de cultivo orgânico para espécies de baixo nível trófico podem reduzir a exigência qualitativa e quantitativa da farinha de peixe (PERDIKARIS & PASCHOS, 2010). No entanto embora os índices produtivos de tais espécies sejam insignificantes em relação aos peixes carnívoros, o seu cultivo poderá ajudar a reduzir os impactos sobre os estoques pesqueiros.

De acordo com estudo conduzido por Boscolo et al. (2010), os quais avaliaram diferentes níveis de inclusão (0, 4, 8, 12 e 16%) da farinha de resíduo da indústria de filetagem de peixes em rações orgânicas para a tilápia do Nilo (*O. niloticus*), a inclusão de 16% da farinha de resíduos proporciona aos peixes um ganho em peso médio de 204,72 g, sendo este significativamente superior em relação aos demais níveis avaliados. Os autores observaram também que apesar das diferentes dietas não terem influenciado os principais parâmetros de rendimento corporal, o referido percentual de inclusão proporcionou ainda melhores rendimentos de tronco limpo e filé. Dessa forma, segundo esses mesmos autores, a

farinha de resíduos é uma das principais opções para elaboração de dietas econômicas que atendam às exigências dos animais e podem contribuir para o desenvolvimento da produção orgânica de peixes dentro dos moldes da aquicultura sustentável.

Nesse mesmo sentido, Dieterich (2010) avaliando fontes de fósforo em rações orgânicas para juvenis de tilápia do Nilo, observou que dietas contendo como fonte de fósforo uma combinação de 50% de farinha de peixe + 50% de fosfato bicálcico proporcionaram desempenho similar aos peixes que receberam rações contendo como fonte de fósforo somente a farinha de peixe. Isso demonstra ser possível substituir parcialmente esta fonte pelo fosfato bicálcico sem prejudicar o desempenho dos animais, reduzindo conseqüentemente a dependência por farinha de peixe e o custo com as formulações.

Em outro estudo, porém tendo como espécie alvo o jundiá *Rhamdia voulezi*, Feiden et al. (2010), fornecendo à juvenis desta espécie durante 78 dias experimentais, uma ração convencional e outra orgânica formulada com ingredientes vegetais orgânicos e farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, observaram ao final do estudo que o desempenho dos animais alimentados com rações orgânicas é semelhante a peixes arraçoados com dietas convencionais.

Com isso o cultivo de espécies de peixes com hábito alimentar onívoro torna-se atrativo ao segmento orgânico de produção, visto estas espécies exibirem um desempenho produtivo semelhante ao relatado para peixes produzidos convencionalmente, além de ser possível substituir a farinha de peixe por outras fontes mais baratas.

Porém o cultivo de peixes onívoros sob regime orgânico ainda é pouco difundido havendo a necessidade de se investigarem aspectos relativos à sua nutrição possibilitando dessa forma expandir essa forma de criação.

2.5 Espécie Estudada

As tilápias representam o segundo grupo de peixes de água doce mais cultivado no mundo, superada apenas pelas carpas (FAO, 2007). No Brasil, dentre as espécies de peixes exóticos cultivados, as tilápias merecem posição de destaque, sendo o seu cultivo praticado em quase todo o território nacional. Atualmente contribuem com cerca de 39% do total de pescado proveniente da piscicultura continental (MPA, 2010).

Os principais aspectos que a consolidaram como uma espécie de importância na aquicultura nacional e mundial se devem principalmente pelo fato de ser um peixe de rápido

crescimento e que apresenta excelente desempenho em sistemas intensivos de produção (SANTOS et al., 2009a). Além disso, conseguem aproveitar eficientemente os nutrientes de diversas fontes convencionais e alternativas de origem vegetal, o que possibilita formular rações de menor custo e impacto ambiental.

Das vinte e duas espécies de tilápias que são criadas no mundo, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) encontra-se estabelecida em grande parte dos cultivos em escala comercial (EL-SAYED, 1999; TURRA et al., 2010). Isso porque além das características atribuídas ao grupo descritas anteriormente, esta espécie apresenta carne de ótima qualidade, com boa aceitação no mercado consumidor e por não apresentar espinhas em seu filé é uma espécie apropriada para a indústria de filetagem, tornando-a um peixe de grande interesse para a piscicultura (HILDSORF, 1995).

Devido a esses fatores, a tilápia do Nilo foi e continua sendo alvo de inúmeras pesquisas abordando principalmente aspectos relativos ao manejo, nutrição e sistemas de criação apropriados à criação desta espécie em cativeiro.

Com isso o grande volume de informações geradas tem possibilitado o desenvolvimento de excelentes condições de produção culminando em elevados índices de produtividade. No entanto, alguns aspectos ainda necessitam ser investigados, tais como as exigências em vitaminas e minerais e alguns aminoácidos e o potencial uso de fontes alternativas aos ingredientes convencionalmente empregados na formulação de rações para esses animais. Esse último já vem sendo investigado e demonstram que esta espécie apresenta elevada capacidade em utilizar uma grande variedade de alimentos (PIMENTA et al., 2011; SOUZA & HAYASHI 2003; SANTOS et al., 2009b; SANTOS et al., 2009c; BOSCOLO et al., 2005).

Nessas pesquisas o principal argumento que justificaria a busca por fontes alternativas, além da capacidade que a tilápia apresenta em aproveitar os nutrientes de diversos ingredientes, tem sido atribuída ao uso da farinha de peixe, que apesar de ser requerida em função de sua elevada qualidade nutricional, questões relativas à disponibilidade e preços no mercado, tem exigido que esta seja empregada em quantidades mínimas.

Porém apesar da preocupação em se pesquisar fontes alternativas, muitos alimentos ainda não foram explorados, os quais são necessários para se reduzir a atual dependência por farinha de peixe e possibilitar a formulação de rações de menor impacto ambiental, visto que a presença da farinha de peixe em grandes quantidades pode comprometer a sustentabilidade do empreendimento, devido ao elevado aporte de nitrogênio e fósforo ao ambiente aquático, os quais podem ocasionar elevadas taxas de eutrofização.

Nesse contexto existe um grande interesse no desenvolvimento de rações “sustentáveis” que juntamente com a adoção de métodos de cultivo orgânico poderá minimizar os efeitos decorrentes de tais fatos. No entanto a literatura carece de informações acerca de tais formulações, sugerindo então que pesquisas nesse sentido sejam fomentadas de forma a possibilitar a adoção de práticas ambientalmente corretas.

2.6 Alimentos e Estudos de Digestibilidade

As formulações de rações empregadas no cultivo de organismos aquáticos são compostas por uma mistura de alimentos ou ingredientes em proporções tais que possam somar quantidades de nutrientes que atendam às necessidades nutricionais diárias dos animais (LOGATO, 2000). Dessa forma um alimento considerado de boa formulação é aquele que contém elementos nutritivos necessários ao pleno desenvolvimento das funções vitais do organismo animal (TACON, 1994). Com isso o conhecimento do valor nutritivo dos alimentos torna-se critério decisivo na escolha de ingredientes para compor a formulação de rações para animais.

A determinação da composição química se constitui em uma ferramenta importante na avaliação do valor nutritivo dos alimentos (PIMENTA et al., 2011), no entanto o aproveitamento dos nutrientes presente nos ingredientes é assimilado de forma diferente conforme a espécie animal, sendo esta variação quantificada através da determinação dos coeficientes de digestibilidade (ANDRIGUETO et al., 1982). Dessa forma o conhecimento do valor nutricional dos alimentos por intermédio da determinação dos coeficientes de digestibilidade é de fundamental importância para a otimização do uso dos alimentos.

Com base nessas argumentações, as estimativas da digestibilidade tornaram-se prioridade nos estudos relacionados à nutrição de organismos aquáticos, os quais já têm viabilizado a utilização de uma série de ingredientes para compor a dieta desses animais.

Para a tilápia do Nilo (*O. niloticus*) já são conhecidos os coeficientes de digestibilidade aparente de diversos produtos, com destaque para os grãos cereais e seus subprodutos os quais tem sido eficientemente aproveitados pelas tilápias. Nesse sentido Gonçalves et al. (2009) demonstraram em seu estudo a possibilidade de utilização de diferentes fontes de alimentos para compor as rações para a tilápia do Nilo. Esses autores avaliando os coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de ingredientes de origem animal e vegetal (milho, quirera de arroz, farelo de trigo, amido de milho, farinha de peixe, farelo de soja e

farelo de algodão), destacaram que em relação à digestibilidade da proteína, o farelo de soja se sobressai em comparação as demais fontes apresentando coeficientes equivalentes a 94,13%, seguido do glúten de milho (89,82%) e quirera de arroz (87,10%). Enquanto que para a energia o milho é considerado a fonte mais digestível, superior a quirera de arroz e farelo de trigo.

Comparativamente a outros estudos, observam-se nítidas diferenças quanto aos coeficientes de digestibilidade para um mesmo alimento, ou até mesmo a descoberta de potenciais substitutos (FURUYA et al., 2001a; FURUYA et al., 2001b; BOSCOLO et al., 2002; BRAGA et al., 2010; PEZZATO et al., 2004; PEZZATO et al., 2002; HISANO et al., 2008). Salienta-se, no entanto, que apesar da importância atribuída à determinação dos coeficientes de digestibilidade dos alimentos empregados na formulação de rações, a escolha dos ingredientes para compor as dietas estará condicionada também a fatores relacionados à origem, processamento e a presença ou não de fatores antinutricionais, que em menor grau interferem nos valores digestíveis dos nutrientes pela tilápia do Nilo.

2.7 Composição Centesimal do Pescado

A carne do pescado é considerada uma excelente opção alimentar, pois apresenta em sua composição diversos componentes com significativo valor nutricional (BADOLATO et al., 1994). Entretanto o percentual destes componentes varia consideravelmente de acordo com a espécie, sexo, idade, época do ano, habitat e dieta, entre outros fatores (OGAWA & MAIA, 1999). Dessa forma a determinação da composição química do pescado é de fundamental importância para a padronização de produtos alimentares (MACEDO-VEIGAS et al., 2002), pois tais informações possibilitam fornecer subsídios para tomadas de decisões de caráter dietário e de acompanhamento dos processos industriais (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

Os resultados obtidos em diversas pesquisas têm demonstrado haver estreita relação entre a deposição de proteína e gordura na carcaça com o tipo de alimento ofertado aos animais. Gonçalves et al. (2010) avaliando o desempenho produtivo e a composição centesimal da carcaça de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas contendo levedura íntegra e seus derivados (levedura autolisada e parede celular de levedura), observaram ao final do experimento que a deposição de proteína na carcaça é significativamente influenciada pelo tipo de alimento ofertado aos animais, atingindo valores de 15,67 g 100 g⁻¹ quando a

dieta é composta por parede celular de levedura. Esses autores, no entanto, verificaram que as diferentes dietas não exerceram influências na deposição lipídica, porém os resultados obtidos (8,08 a 7,06 g 100 g⁻¹, conforme a dieta) foram ligeiramente superiores aos encontrados na literatura para as tilápias, contudo os pesquisadores justificam que provavelmente a inclusão do óleo de soja nas rações (2,50 a 8,50%) pode ter contribuído para elevar esses níveis.

No entanto Melo et al. (2003) avaliando a composição da carcaça de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes lipídicas (banha suína, óleo de soja e óleo de canola) em dois níveis de inclusão de 5 e 10%, observaram que a deposição lipídica apresentou variações em relação à quantidade de gordura, verificando-se um aumento nesta com o aumento do nível de inclusão em todos os casos, porém para as dietas contendo 5% de banha suína e 5% de óleo de canola esses percentuais foram inferiores em relação às demais sugerindo que estas dietas reduzem o teor de gordura dos peixes e promovem um maior rendimento de carcaça.

Semelhantemente, no entanto avaliando-se o efeito de duas fontes de fibra bruta (casca de soja e casca de algodão) em três níveis de inclusão (4, 7 e 10%) sobre o crescimento e parâmetros produtivos de juvenis de jundiá (*R. quelen*), Pedron et al. (2008) verificaram que o percentual de cinzas e lipídeos do filé dos peixes são significativamente influenciados pela fonte de fibra avaliada. Os autores atribuíram a ocorrência de tal fato à composição da fração fibrosa dos ingredientes, em que a presença de certas substâncias, tais como a lignina e substâncias pécicas, em menor e maior proporção, respectivamente, influenciam na absorção dos nutrientes possibilitando uma maior deposição lipídica e de minerais para os animais alimentados com dietas contendo casca de soja.

Com base no exposto é notável o efeito da alimentação sobre a composição centesimal dos peixes, que apesar deste aspecto ser influenciado por outros fatores não mencionados tais como idade do animal, sexo, estação do ano e fatores ambientais (GERI, et al., 1995; SHIRAI, et al., 2002) o efeito da qualidade da dieta sobre a deposição de nutrientes na carcaça é um assunto amplamente estudado, pois esta influencia diretamente na composição corporal dos peixes (JUSTI et al., 2003).

Dessa forma é de extrema importância se ter conhecimento da composição química de peixes alimentados com rações orgânicas, pois as informações prestadas poderão contribuir para a padronização de tais produtos fornecendo subsídios para a indústria de alimentos orgânicos. Na literatura são escassos os trabalhos que relacionam o valor nutricional do pescado orgânico, tornando-se necessário identificar os índices percentuais dos principais

componentes presentes na carne obtida por um sistema produtivo diferenciado, que por vezes pode-se elevar com o emprego desta técnica de produção.

2.8 Estudos Hematológicos em Peixes

A hematologia vem se tornando um precioso instrumento no conhecimento das alterações fisiológicas que ocorrem em peixes, causadas por fatores bióticos e abióticos (RANZINI-PAIVA & SILVA-SOUZA, 2004). Grande parte dos estudos conduzidos abrange a avaliação do quadro hemático em condições patológicas e de estresse para servirem como ferramenta de diagnóstico.

No entanto para isso, é necessário se ter conhecimento dos valores hematológicos normais o que tem dificultado o emprego da hematologia em peixes sob condições adversas. Isso porque os peixes saudáveis apresentam ampla variação em seus parâmetros sanguíneos em função de fatores internos e externos, sugerindo que uma condição “não normal” não significa necessariamente uma doença, mas apenas a manifestação da variabilidade biológica. Contudo esses fatores devem ser considerados na interpretação do quadro sanguíneo em peixes (RANZINI-PAIVA & SILVA-SOUZA, 2004).

Além do emprego em situações extremas, a hematologia também tem sido utilizada na avaliação do estado nutricional dos peixes, pois o sangue pode ser considerado um dos tecidos mais dinâmicos do organismo alterando-se em função do tipo de dieta consumida (ARAÚJO et al., 2011). Dessa forma sugere-se que o alimento fornecido além de nutrir o animal para o máximo desempenho, é preciso nutrir seu sistema de defesa para que os peixes obtenham maior resistência orgânica para superar a ação de agentes estressores, os quais são inevitáveis sob condições intensivas de cultivo (BARROS et al., 2009; SIGNOR et al., 2010).

A composição bioquímica do plasma sanguíneo possibilita demonstrar de forma fiel a situação metabólica dos tecidos, podendo ser empregada na avaliação de lesões teciduais, transtornos no funcionamento dos órgãos, adaptação dos animais frente a desafios nutricionais e fisiológicos e desequilíbrios metabólicos específicos ou de origem nutricional (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003).

Dentre os metabólitos sanguíneos empregados no estudo do perfil bioquímico, a concentração de glicose, triglicerídeos e proteínas totais se constituem em importantes ferramentas para avaliação do estado de saúde e nutricional dos peixes. A glicose sanguínea é

um bom indicador para avaliação de estresse secundário em peixes, pelo fato de ser a principal fonte de energia utilizada para suportar situações adversas, estando relacionada a uma série de agentes estressores, tais como, a variação de temperatura, o manuseio e transporte (BRANDÃO et al., 2006; MORGAN & IWAMA, 1997; URBINATI et al., 2004).

Semelhantemente, os triglicerídeos também podem atuar no fornecimento de energia em condições de aumento da demanda fisiológica em peixes submetidos ao estresse (PETERS et al., 1980; VIJAYAN et al., 1997).

As proteínas plasmáticas estão envolvidas em uma série de funções, tais como, no transporte de nutrientes, metabólitos, hormônios e produtos de excreção, as quais são sintetizadas principalmente pelo fígado, o que indica que sua taxa de síntese está diretamente relacionada com o estado nutricional do animal (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003).

Embora as características sanguíneas de algumas espécies de peixes já tenham sido avaliadas em alguns estudos sob condições adversas, é importante se ter conhecimento destas variáveis frente aos efeitos da nutrição como forma de avaliação do estado de saúde dos animais, os quais ainda têm sido pouco investigados.

3 DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS COM CERTIFICAÇÃO DE ORIGEM ORGÂNICA PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO

3.1 Introdução

A criação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em cativeiro é uma atividade de destaque na aquicultura nacional. Isso se deve a características peculiares que esta espécie apresenta, tais como rusticidade, rápido crescimento e excelente desempenho em sistemas intensivos de produção (SANTOS et al., 2009; LIMA & LUDKE, 2011), além de sua carne ser de ótima qualidade, com boa aceitação pelo mercado consumidor (BOSCOLO et al., 2007).

Diante disso, muitos aspectos relacionados à nutrição desta espécie foram estudados, não só pela sua importância no cenário aquícola, mas também devido às elevadas exigências em proteína apresentada pelos peixes, o que torna o fator alimentação responsável por até 70% dos custos de produção (GONÇALVES et al., 2004; GUIMARÃES et al., 2008).

O maior enfoque dessas pesquisas tem sido a avaliação de potenciais substitutos às fontes tradicionalmente empregadas nas formulações de rações para tilápias. Das quais, a farinha de peixe é tida como o principal alvo, pois embora requerida por apresentar melhor balanço em aminoácidos essenciais, minerais e vitaminas do complexo B, melhor valor nutritivo e patabilidade (GALDIOLI et al., 2000), questões relativas à sua disponibilidade e preço tem limitado o seu uso nas formulações.

Diante disso, diversos ingredientes vêm sendo amplamente investigados, sendo os de origem vegetal os mais promissores, pois além do baixo custo e grande disponibilidade, algumas espécies de peixes, notavelmente as de hábito alimentar onívoro, têm demonstrado elevada capacidade de aproveitamento dos nutrientes destas fontes.

No entanto, estudos que avaliem o potencial uso de fontes vegetais com certificação de origem orgânica ainda são escassos. Atualmente o regime de produção orgânica vem difundindo-se em diversos países, no mais variados segmentos de produção de alimentos, tanto de origem vegetal como de origem animal.

Na criação orgânica de animais, estes devem receber rações processadas à base de ingredientes orgânicos. No entanto ainda são poucos os estudos desenvolvidos que avaliam o potencial uso de fontes com certificação de origem orgânica que viabilizem a formulação de rações orgânicas para peixes.

Com isso é importante que se tenha conhecimento dos coeficientes de digestibilidade de ingredientes que possam ser empregados para a formulação de rações orgânicas, no intuito de possibilitar o desenvolvimento da aquicultura orgânica e a atender aos mercados cada vez mais exigentes. O objetivo do presente estudo foi avaliar os coeficientes de digestibilidade da proteína e energia do farelo de soja, farelo de trigo, trigo integral e milho orgânicos pela tilápia do Nilo.

3.2 Materiais e Métodos

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Digestibilidade do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura – GEMAQ – da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, *Campus* de Toledo. Para tal, utilizaram-se 100 juvenis de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) com 100 g de peso médio, os quais foram distribuídos aleatoriamente em cinco tanques cônico-cilíndricos (capacidade para 200 L) apropriados para a coleta de fezes. Os animais, 20 peixes por tanque, permaneceram por um período adaptativo de sete dias às condições e dietas experimentais. Posteriormente, iniciou-se o processo de coleta de fezes, até completar um “*pool*” de fezes, o qual teve duração de sete dias para cada dieta em cada repetição. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, constituído por cinco tratamentos e cinco repetições. Após cada período de coleta os animais novamente permaneceram por um período adaptativo de sete dias às novas dietas antes de iniciar as coletas subsequentes.

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia do farelo de soja, farelo de trigo, milho e trigo integral orgânicos, confeccionaram-se cinco dietas, uma referência (Tabela 2) e quatro dietas-teste que continham 70% da dieta referência e 30% do ingrediente em estudo.

Para a elaboração das rações, os ingredientes com certificação de origem orgânica foram obtidos junto a Gebana Brasil, uma empresa especializada no processamento e comercialização de produtos orgânicos, localizada em Capanema – PR. Em seguida, os ingredientes foram transportados ao Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do GEMAQ/UNIOESTE para serem processados e então confeccionadas as rações. Para isso, os ingredientes foram moídos em um moedor tipo martelo com peneira 0,8 mm, pesados, misturados manualmente, incorporando o suplemento mineral e vitamínico, e submetidos ao processo de extrusão.

Tabela 2: Composição percentual e nutricional da dieta referência utilizada para avaliar a digestibilidade de ingredientes com certificação de origem orgânica para a tilápia do Nilo

Ingredientes	Ração referência
Arroz quirera	21,34
Farelo de soja	31,38
Farinha de peixe	15,00
Milho	18,98
Trigo integral	10,00
Óleo de soja	1,50
Fosfato bicálcico	0,80
Suplemento min. e vitim. ¹	1,00
Total	100,00
Nutrientes (%)	
Amido	33,00
Cálcio	1,00
Energia digestível (kcal kg ⁻¹)	3290,89
Extrato etéreo	3,80
Proteína bruta	28,00
Fósforo total	0,80

¹Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 500000 UI; Vit. D₃, 200000 UI; Vit. E, 500 mg; Vit. K₃, 100 mg; Vit. B₁, 1500 mg; Vit. B₂, 1500 mg; Vit. B₆, 1500 mg; Vit. B₁₂, 4000 mg; Ác. Fólico, 500 mg; Pantotenato Ca, 4000 mg; Vit. C, 15000 mg; Biotina, 50 mg; Inositol, 10000; Nicotinamida, 7000; Colina, 40000 mg; Co, 10 mg; Cu, 500 mg; Fe, 5000 mg; I, 50 mg; Mn, 1500 mg; Se, 10 mg; Zn, 5000 mg.

Todas as rações foram marcadas com 0,1% de óxido de cromo (Cr₂O₃) seguindo-se as metodologias proposta pelo NRC (1993) para a determinação dos coeficientes de digestibilidade. Posteriormente as rações foram secas em estufa com ventilação forçada por 12 h a 55°C.

O arraçoamento foi realizado três vezes ao dia às 8, 12 e 17 h, até a saciedade aparente, sendo que no período da tarde (às 17 h) realizava-se a limpeza dos tanques, para a retirada de eventuais sobras de ração. Na manhã do dia subsequente, antes da primeira alimentação, era realizada a coleta das fezes e logo após efetuava-se novamente a limpeza dos tanques, sendo em seguida fornecidas as rações aos animais.

Todas as amostras de fezes foram devidamente armazenadas e congeladas (-20°C) para posteriores análises, as quais compreenderam a determinação da composição centesimal

(matéria seca, proteína bruta e matéria mineral) segundo as metodologias descritas por Silva (1990), realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade do GEMAq/UNIOESTE, e da concentração de cromo e energia bruta, no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) seguindo o protocolo proposto por Kimura e Miller (1957). Foram analisadas também as rações (referência e testes) e os ingredientes em estudo, incluindo a determinação do percentual lipídico.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia bruta e seus respectivos valores digestíveis foram determinados de acordo com o NRC (1993) com as equações utilizadas por Mukhopadhyay & Ray (1997):

$$Dtd = 100 - \left[100 \times \left(\frac{\% Id}{\% If} \right) \right]$$

$$Dan = 100 - \left[100 \times \left(\frac{\% Id}{\% If} \times \frac{\% Nf}{\% Nd} \right) \right]$$

$$Dms = \frac{100}{\% ing} \times \left(Ddt - \frac{\% drf}{100} \times Ddr \right)$$

$$Dni = \frac{100}{\% ing} \times \left(Dnt - \frac{\% drf}{100} \times Dnr \right)$$

Em que:

Dtd = digestibilidade total da dieta referência e da dieta teste (%);

Dan = digestibilidade aparente dos nutrientes nas dietas referência e teste (%);

Id = indicador na dieta;

If = indicador nas fezes;

Nf = nutriente nas fezes;

Nd = nutriente na dieta;

Dms = digestibilidade aparente da matéria seca do ingrediente;

Ddt = digestibilidade da dieta teste;

Drf = dieta referência;

Ddr = digestibilidade total da dieta referência;

Dni = digestibilidade aparente do nutriente do ingrediente;

Dnt = digestibilidade do nutriente na dieta teste;

Dnr = digestibilidade do nutriente da dieta referência.

Em seguida os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e em caso de diferenças significativas foi aplicado teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do software Statistica 7.0 ® (STATSOFT, 2004).

3.3 Resultados e Discussões

Com base nos resultados obtidos na análise da composição centesimal dos ingredientes com certificação de origem orgânica (Tabela 3), tendo-se como comparativo resultados analíticos encontrados em diferentes estudos de digestibilidade com peixes, observou-se que estes apresentaram-se semelhantes ao encontrado na literatura para ingredientes convencionais quanto a composição da matéria seca (MS), energia bruta (EB) e proteína bruta (PB), sendo que para o trigo integral orgânico, este último componente foi ligeiramente superior ao encontrado para a matéria-prima obtida no cultivo convencional. Por outro lado, o percentual lipídico (EE) e o conteúdo de cinzas (MM), em relação aos ingredientes convencionais, demonstraram ampla variação (FURUYA et al., 2001; OLIVEIRA FILHO & FRACALOSSI, 2006; BOSCOLO et al., 2002; PEZZATO et al., 2002; GONÇALVES et al., 2009).

Tabela 3: Composição centesimal dos ingredientes com certificação de origem orgânica e das dietas referência e testes, utilizadas para avaliar a digestibilidade pela tilápia do Nilo

Ingrediente orgânico	Composição centesimal				
	MS (%)	EB (kcal kg ⁻¹)	PB (%)	EE (%)	MM (%)
Farelo de soja	92,75	4650,34	44,82	7,90	5,69
Farelo de trigo	89,08	3973,40	15,57	3,25	3,92
Milho	88,11	3875,38	8,77	3,34	1,15
Trigo integral	89,08	3944,88	17,36	1,80	2,30
Dietas experimentais*					
Ração referência	92,10	4119,62	27,76	3,15	7,47
Ração farelo de soja	94,04	4331,86	30,45	7,90	7,24
Ração farelo de trigo	92,44	4162,23	24,87	2,29	6,70
Ração milho	94,03	4222,57	23,63	2,35	5,98
Ração trigo integral	94,29	4213,59	27,00	2,59	6,42

*Dietas elaboradas com ingredientes orgânicos.

MS = matéria seca; EB = energia bruta; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral.

No entanto eventuais diferenças podem estar relacionadas às práticas de cultivo e a forma de processamento empregado. Dessa forma a qualidade do processamento recebido pode influenciar a qualidade nutricional do ingrediente. Na agricultura orgânica, o qual emprega um processo produtivo diferenciado, fundamentada na restrição do uso de insumos como fertilizantes, herbicidas, pesticidas e outros produtos de síntese química que não são autorizados pelas normas de produção orgânica vegetal, tanto no cultivo como no processamento, além da adoção de práticas de conservação do solo, conseqüentemente podem influenciar as características nutricionais dos alimentos, porém poucos são os estudos que objetivam investigar tais diferenças, havendo a necessidade de serem fomentados para validar essas informações.

Quanto à composição centesimal das rações, as variações obtidas entre as diferentes dietas, podem estar relacionadas com a composição e proporção do ingrediente empregado na formulação (Tabela 3).

Em relação aos resultados obtidos na análise de variância (Tabela 4), observou-se que dentre os ingredientes com certificação de origem orgânica avaliados, quanto à digestibilidade da proteína e energia bruta, o trigo integral foi o que apresentou valores significativamente superiores (93,86% e 90,52%, respectivamente) seguido do farelo de trigo (91,97% e 84,26,

respectivamente) e farelo de soja (88,54% e 78,08, respectivamente), os quais mostraram-se equivalentes ($p > 0,05$) quanto o aproveitamento deste nutriente pela tilápia do Nilo. O menor resultado foi obtido para o milho (86,01% e 80,00%, respectivamente).

Tabela 4: Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de ingredientes com certificação de origem orgânica e seus respectivos valores de proteína e energia digestíveis para juvenis de tilápia do Nilo

Ingredientes orgânicos*	CDA (%)		PD ¹ (%)	ED ¹ (kcal/kg)
	Proteína bruta	Energia bruta		
Farelo de soja	88,54 ± 3,21ab	78,08 ± 5,30b	39,69 ± 3,21a	3630,85 ± 246,27a
Farelo de trigo	91,97 ± 2,48a	84,26 ± 4,43ab	14,32 ± 0,39c	3348,09 ± 175,95ab
Milho	86,01 ± 3,10b	80,00 ± 4,13b	7,54 ± 0,27d	3100,45 ± 160,10b
Trigo integral	93,86 ± 3,90a	90,52 ± 4,36a	16,29 ± 0,68b	3571,06 ± 171,89a

¹(valores expressos com base na matéria natural); CDA = coeficientes de digestibilidade aparente; PD = proteína digestível; ED = energia digestível.

*Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de média de Tukey.

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia digestível mostraram-se os seguintes: 39,69 e 3630,85 kcal de ED kg⁻¹; 16,29 e 3571,06 kcal de ED kg⁻¹; 14,32 e 3348,09 kcal de ED kg⁻¹; 7,54 e 3100,45 kcal de ED kg⁻¹, respectivamente para o farelo de soja, trigo integral, farelo de trigo e milho orgânicos, sendo os melhores resultados ($p < 0,05$) observados para o farelo de soja certificado organicamente para ambas as variáveis (Tabela 4).

Comportamento similar foi observado por Boscolo et al. (2002) que ao avaliarem os coeficientes de digestibilidade da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo da linhagem tailandesa, demonstraram que o trigo integral apresentou valores superiores para a energia e proteína bruta (87,07% e 96,30%, respectivamente), porém constataram que a energia digestível foi superior para o trigo integral (3423,66 kcal de ED kg⁻¹) considerando-se como comparativo somente o farelo de soja, milho e farelo de trigo. Os valores da proteína digestível encontrada por esses autores (42,19; 13,44; 7,18 e 11,01% respectivamente para o farelo de soja, farelo de trigo, milho e trigo integral) foram semelhantes aos encontrados neste estudo.

Por outro lado Gonçalves et al. (2009) demonstrou ser o milho a fonte de energia mais digestível (3632 kcal kg⁻¹) quando se compara a digestibilidade da energia entre o milho, farelo de trigo e farelo de soja, diferindo dos resultados apresentados neste estudo em que o

milho mostrou ser significativamente inferior em relação aos seus valores digestíveis (Tabela 4). No entanto esses autores não avaliaram os coeficientes de digestibilidade do trigo integral.

A avaliação dos coeficientes de digestibilidade da energia e nutrientes de ingredientes com certificação de origem orgânica para peixes tem sido pouco pesquisada, o que dificulta explicitar comparações fazendo-se necessário compará-los com valores determinados para alimentos convencionais. Sugere-se, no entanto, que possivelmente haja alguns benefícios extras nos ingredientes orgânicos, mas ainda nada foi investigado a respeito (SBRT, 2007).

Porém os resultados apresentados neste estudo validam as afirmações constantes na literatura de que as tilápias apresentam melhor capacidade de aproveitamento dos carboidratos como fonte de energia, o que pode ser explicado pelos elevados valores encontrados. Segundo o NRC (1993) a tilápia consegue digerir mais de 70% de energia bruta do amido.

Isso demonstra que a tilápia apresenta igual ou superior capacidade de aproveitamento dos ingredientes com certificação de origem orgânica em relação aos alimentos vegetais convencionalmente empregados na formulação de rações para peixes. Embora os coeficientes de digestibilidade do milho sejam em alguns casos inferiores aos relatados na literatura para este ingrediente cultivado convencionalmente (FURUYA et al., 2001; PEZZATO et al., 2002; GONÇALVES et al., 2009), a baixa digestibilidade de alguns alimentos de origem vegetal tem sido atribuída à quantidade e composição química do amido nesses alimentos (GUIMARAES et al., 2011).

O amido é formado estruturalmente por amilose e amilopectina em quantidades que podem variar de 20-30% e de 70-80%, respectivamente, sendo que a proporção entre estas estruturas pode afetar a eficiência alimentar e o crescimento dos peixes (RAWLES & LOCHMANN, 2003; CORRÊIA, 2010).

Conforme observado por Guimaraes et al. (2011) em seu estudo objetivando avaliar a digestibilidade do amido de cinco alimentos energéticos extrusados (milho, farelo de trigo, farelo de arroz quínta de arroz e sorgo) para a tilápia do Nilo, constataram que a menor digestibilidade do amido foi encontrada para o milho (96,48%) e farelo de arroz (95,59%), enquanto que para a quínta de arroz, farelo de trigo e sorgo estes mostraram-se significativamente superiores quanto aos seus valores digestíveis (99,45; 99,30 e 98,49%, respectivamente). Esses autores atribuíram essas diferenças à composição do amido e também à possível formação de complexos cristalinos resistentes à hidrólise entre a fração amilose do amido e lipídeos polares durante o processo de extrusão conforme preconizado por Cheftel (1986).

Essas questões somadas à presença de alguns fatores antinutricionais e a formulação e processamento das dietas do presente estudo podem ter contribuído para a diferença nos resultados obtidos nos estudos em comparação.

Contudo os valores encontrados nesta pesquisa podem ser considerados bons, apresentando certa semelhança ou até mesmo superioridade no aproveitamento dessas fontes pela tilápia do Nilo. Essa característica é de grande importância para o fortalecimento da aquicultura orgânica.

3.4 Conclusões

Os coeficientes de digestibilidade aparente (%) da proteína e energia bruta do farelo de soja, farelo de trigo, milho e trigo integral orgânicos, foram de 88,54 e 78,08; 91,97 e 84,26; 86,01 e 80,00; 93,86 e 90,52; respectivamente. Em relação aos valores da proteína (%) e energia digestíveis (kcal kg^{-1}), estes apresentaram os seguintes resultados: 39,69 e 3630,85 para o farelo de soja; 14,32 e 3348,09 para o farelo de trigo; 7,54 e 3100,45 para o milho; 16,29 e 3571,06 para o trigo integral.

Esses resultados demonstram que a tilápia do Nilo aproveita eficientemente a proteína e energia desses ingredientes orgânicos.

3.5 Referências Bibliográficas

- 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.
- BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; COLDEBELLA, A. A tilápia do Nilo e sua industrialização. In: BOSCOLO, W.; FEIDEN, A. **Industrialização de tilápias**. Toledo: GFM Gráfica e Editora, 2007, 172p.
- CHEFTEL, J.C. Nutritional effects of extrusion-cooking. **Food Chemistry**, v. 20, p. 263-283, 1986.
- CORRÊIA, V. **Densidade de estocagem e fontes energéticas vegetais no cultivo intensivo de jundiá e carpa húngara**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2010. 72p. Dissertação (Mestrado de Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 30, n. 4, p.1143-1149, 2001.
- GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus* V.) **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p.471-477, 2000.
- GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente e suplementação de fitase em alimentos vegetais para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p.313-321, 2004.
- GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. et al. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para a tilápia do Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 2, p.201-213, 2009.
- GUIMARÃES, I.G.; MIRANDA, E.C.; RIBEIRO, V.L. et al. Farinha de camarão em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 1, p.140-149, 2008.
- GUIMARAES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade do amido e disponibilidade de Ca e P em alimentos energéticos extrusados para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 3, p.415-419, 2011.
- KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Improved determination of chromic oxide in cal feed and feces. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.5, n.2, p. 216, 1957.
- LIMA, M.R.; LUDKE, M.C.M.M. Utilização de ingredientes energéticos pela tilápia do Nilo. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 8, n. 2, p.1418-1430, 2011.
- MUKHOPADHYAY, N., RAY, A.K. The apparent total and nutrient digestibility of sal seed (*Shorea robusta*) meal in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. **Aquaculture Research**, v.28, p.683-689, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals**. Washington: National Academy Press, 1993. 114 p.
- OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; FRACALOSSO, D.M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p.1581-1587, 2006.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p.1595-1604, 2002.
- RAWLES, S. D.; LOCHMANN, R. Effects of amylopectin/amylose starch ratio on growth, body composition and glycemic response of sunshine bass *Morone chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 34, n. 3, p.278-288, 2003.

SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.; BARBOSA, J.M. et al. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p.175-180, 2009.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS – SBRT. [2007]. **Produção de ração orgânica para tilápia**. Disponível em: Acesso em: 08/11/11.

SILVA, D.J. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Imprensa Universitária, Viçosa. 1990. 165p.

STATSOFT. **STATISTICA (Data Analysis Software System)**. Inc. version 7, 2004.

4 FONTES ENERGÉTICAS COM CERTIFICAÇÃO DE ORIGEM ORGÂNICA EM DIETAS PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO

4.1 Introdução

A crescente demanda por alimentos mais seguros e de qualidade provenientes de sistemas de produção mais sustentáveis, tem exigido ao setor alimentício a adoção de práticas de cultivo alternativas. Tais adequações impulsionaram o crescimento do mercado de produtos orgânicos, um segmento da indústria alimentar que emprega um processo produtivo diferenciado que oferecem segurança de saúde aos consumidores.

No Brasil a produção orgânica de alimentos é bastante diversificada com perspectiva de crescimento em vários setores, como é o caso da carne orgânica. Porém a produção animal sob regime orgânico ainda é muito restrita em função do elevado nível de exigências para obtenção da certificação e a necessidade de padrões específicos de qualidade, tornando-se necessário o aprimoramento de normas e padrões de criação para o desenvolvimento de uma estrutura produtiva eficiente (RIBEIRO et al., 2001).

Dentre os setores de produção de alimentos de origem animal, a aquicultura tem demonstrado incrementos significativos ao longo dos últimos anos com índices de produtividade que superam o de todas as outras carnes (CARVALHO & LEMOS, 2009). Entretanto o desenvolvimento dessa atividade pode representar certos riscos ao meio ambiente, comprometendo a sustentabilidade do sistema produtivo.

Dessa forma a produção orgânica de peixes, moluscos e crustáceos tem despertado grandes interesses contribuindo para o crescimento em termos de diversificação no mercado de produtos orgânicos. Embora os dados disponíveis sobre a produção aquícola orgânica sejam limitados, estima-se um aumento de 240 vezes no volume de produção mundial, passando de 5000 toneladas em 2000 para 1,2 milhões de toneladas em 2030 (TACON & BRISTER, 2002).

Entretanto para que se alcance essa eficiência produtiva, muitos aspectos relativos à nutrição, manejo, bem estar animal e controle do efluente produzido (BOSCOLO et al., 2010) necessitam ser investigados de forma a possibilitar a expansão do setor. Dos quais o desenvolvimento de rações orgânicas pode ser considerado um dos mais relevantes, pois conforme regulamentação, os organismos aquáticos devem receber rações orgânicas, formuladas a partir de insumos produzidos dentro dos critérios estabelecidos para a agricultura orgânica (MELLO & AMBROSANO, 2007).

Dessa forma a avaliação de ingredientes com certificação de origem orgânica em dietas para peixes devem ser priorizados, pois possibilitam formular dietas adequadas que maximizam o desempenho e minimizam a produção de efluentes. Com base nesse contexto o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da inclusão de diferentes fontes energéticas vegetais, certificadas organicamente, sobre o desempenho zootécnico, composição centesimal e parâmetros bioquímicos do sangue de juvenis de tilápia do Nilo.

4.2 Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura - GEMAQ - da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. O período experimental foi de 60 dias.

Foram utilizados 300 juvenis de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) com peso inicial de $10,39 \pm 0,98$ g e comprimento total inicial de $8,10 \pm 0,44$ cm, distribuídos inteiramente ao acaso em 20 tanques experimentais de fibra de vidro com capacidade para 500 L, dotados com sistemas de aeração constante e recirculação de água. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos [farelo de trigo (FT), milho (FM), trigo integral (TI) e misto (MI) (farelo de trigo + milho + trigo integral)] e cinco repetições, sendo a unidade experimental composta por uma caixa contendo 15 peixes.

As rações experimentais foram formuladas de forma a conter como fonte de energia o farelo de trigo, milho e trigo integral com certificação de origem orgânica e uma mistura de todas as fontes (farelo de trigo + milho + trigo integral), sendo as mesmas isoprotéicas e isoenergéticas. As fontes protéicas utilizadas em todas as dietas foram o farelo de soja e a farinha de resíduos de peixes (Tabela 5). Os ingredientes foram moídos em um triturador tipo martelo com peneira 0,8 mm, pesados individualmente, homogeneizados manualmente e processados na forma extrusada no laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do GEMAQ/UNIOESTE.

Posteriormente ao processamento, as rações foram submetidas à secagem em estufa com ventilação de ar forçada a 55°C por 12 horas e estocadas em freezers a -4,0 °C. O arraçamento foi realizado *ad libitum* quatro vezes ao dia (8 h, 11 h, 14 h e 17 h) durante todo período experimental.

Tabela 5: Composição percentual e química das rações experimentais com diferentes fontes energéticas com certificação de origem orgânica na dieta de juvenis de tilápias (*Oreochromis niloticus*)

Ingredientes	Fontes energéticas			
	Farelo de trigo	Milho	Trigo integral	Misto
Farinha de peixe	15,00	15,00	15,00	15,00
Farelo de soja	35,86	49,58	37,38	42,14
Farelo de trigo	45,23	0,00	0,00	12,90
Milho	0,00	30,10	0,00	12,86
Trigo integral	0,00	0,00	44,86	12,90
Óleo de soja	1,68	2,69	0,00	1,62
Calcário calcítico	0,93	0,01	0,12	0,36
Fosfato bicálcico	0,00	1,32	1,34	0,92
Suplemento min. vitim. ¹	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes (%) ²				
Amido	14,55	20,21	26,30	20,36
Cálcio	1,20	1,20	1,20	1,20
Energia digestível (kcal kg ⁻¹) ³	3494,00	3494,00	3494,00	3494,00
Extrato etéreo	6,57	8,05	4,29	6,54
Proteína bruta	31,46	31,82	31,34	31,58
Proteína digestível	28,00	28,00	28,00	28,00
Fibra bruta	5,64	2,76	2,60	3,54
Fósforo total	1,02	1,00	1,00	1,00
Linoléico	2,88	3,76	1,63	2,89
Lisina	1,97	2,16	1,88	2,02
Metionina+Cistina	1,12	1,17	1,10	1,14
Metionina	0,60	0,64	0,60	0,62

¹Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 500000 UI; Vit. D₃, 200000 UI; Vit. E, 500 mg; Vit. K₃, 100 mg; Vit. B₁, 1500 mg; Vit. B₂, 1500 mg; Vit. B₆, 1500 mg; Vit. B₁₂, 4000 mg; Ác. Fólico, 500 mg; Pantotenato Ca, 4000 mg; Vit. C, 15000 mg; Biotina, 50 mg; Inositol, 10000; Nicotinamida, 7000; Colina, 40000 mg; Co, 10 mg; Cu, 500 mg; Fe, 5000 mg; I, 50 mg; Mn, 1500 mg; Se, 10 mg; Zn, 5000 mg.

²Valores das % dos nutrientes propostos por Rostagno et al., (2005).

³Valores de energia digestível dos alimentos estimados para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por Boscolo et al., (2002); Pezzato et al., (2002) e pelos resultados obtidos no experimento da digestibilidade (Seção 3).

Os parâmetros físicos e químicos da água: pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) e oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), foram mensurados semanalmente, enquanto que a temperatura ($^{\circ}\text{C}$), foi monitorada diariamente pela manhã e à tarde.

Ao final do período experimental foram selecionados ao acaso cinco peixes de cada tanque para a coleta das amostras sanguíneas. Para a determinação dos níveis de glicose (mg dL^{-1}), triglicérides (mg dL^{-1}) e proteínas totais (mg dL^{-1}), os peixes foram anestesiados com solução de Eugenol® (60 mg L^{-1}) seguindo protocolo proposto por Barbosa et al. (2007), posteriormente, por punção da veia caudal, foram coletados de cada animal 2,0 mL de sangue com o auxílio de uma seringa descartável.

Em seguida, as amostras de sangue foram centrifugadas a 2500 rpm, durante cinco minutos. O soro assim obtido foi coletado, armazenado e refrigerado para posterior análise dos parâmetros bioquímicos, as quais foram realizadas com o uso de kits específicos Gold Analisa Diagnóstica® conforme as instruções do fabricante, sendo feita leitura em espectrofotômetro.

Posteriormente, os demais peixes de cada unidade experimental foram insensibilizados em benzocaína na concentração de 250 mg L^{-1} (eutanásia), pesados e medidos para determinação dos parâmetros zootécnicos. Foram avaliados o peso final (g), comprimento final total (cm), ganho de peso [peso final (g) – peso inicial (g)], sobrevivência [(n° de peixes/15)*100], conversão alimentar aparente [alimento consumido (g)/ganho em peso (g)], taxa de crescimento específico [(ln do peso final (g) – ln do peso inicial (g))/tempo do experimento (dias)]*100] e fator de condição [(peso final (g)/comprimento final total³)*100] dos animais submetidos às diferentes dietas.

Também foram realizadas análises da composição centesimal da carcaça dos peixes de cada tanque quanto aos teores de umidade, proteína, extrato etéreo e material mineral conforme metodologias descritas na AOAC (2005).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de significância e em caso de diferença significativa foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey, com auxílio do software Statistica 7.0 ® (STATSOFT, 2004).

4.3 Resultados e Discussões

Os parâmetros físicos e químicos da água apresentaram valores de $24,3 \pm 0,26$ ($^{\circ}\text{C}$); $7,66 \pm 0,12$; $6,94 \pm 0,23 \text{ mg L}^{-1}$; $106,93 \pm 0,66 \mu\text{S cm}^{-1}$, para temperatura, pH, oxigênio

dissolvido e condutividade elétrica, respectivamente. Estes resultados encontram-se dentro dos limites aceitáveis ao cultivo de peixes tropicais (ARANA, 2004).

Em relação aos parâmetros zootécnicos avaliados, observou-se ao final do período experimental que as diferentes fontes energéticas com certificação de origem orgânica influenciaram o desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo. A análise de variância revelou efeito significativo para o peso final, ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de crescimento específico (Tabela 6).

Tabela 6: Parâmetros zootécnicos de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com diferentes fontes energéticas com certificação de origem orgânica

Variáveis*	Fontes energéticas			
	Farelo de trigo	Milho	Trigo integral	Misto ²
PF	141,87 ± 2,52b	155,49 ± 6,11a	141,97 ± 6,17b	154,27 ± 6,51a
CTF	19,39 ± 0,26	19,79 ± 0,30	19,34 ± 0,24	19,82 ± 0,65
GP	131,47 ± 2,46b	147,20 ± 10,33a	131,58 ± 5,93b	143,90 ± 6,51ab
SO	93,33 ± 8,16	88,00 ± 10,95	100,00	94,67 ± 5,58
CAA	0,93 ± 0,09a	0,87 ± 0,09ab	0,74 ± 0,02c	0,81 ± 0,04bc
TCE	4,35 ± 0,03b	4,50 ± 0,05a	4,36 ± 0,04b	4,50 ± 0,07a
FC	1,95 ± 0,06	2,01 ± 0,13	1,96 ± 0,10	1,98 ± 0,12

PF = peso final (g); CTF = comprimento total final (cm); GP = ganho de peso (g); SO = sobrevivência (%); CAA = conversão alimentar aparente; TCE = taxa de crescimento específico (% dia⁻¹); FC = fator de condição (%).

*Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de média de Tukey.

²Dietas elaboradas de forma a conter como fonte energética uma mistura de farelo de trigo + milho + trigo integral com certificação de origem orgânica.

Os animais que receberam rações tendo como fonte energética o milho orgânico apresentaram peso final, e conseqüentemente, melhor ganho em peso, apesar de não diferir significativamente das dietas contendo como fonte de energia uma mistura de farelo de trigo + milho + trigo integral orgânicos. No entanto as diferentes dietas não exerceram influências significativas sobre o comprimento final, a sobrevivência e fator de condição dos peixes ($p > 0,05$).

As tilápias têm demonstrado em inúmeros ensaios de alimentação elevada capacidade em aproveitar eficientemente a energia e nutrientes dos grãos vegetais e seus subprodutos (FURUYA et al. 2001; TACHIBANA et al. 2010; SANTOS et al. 2009; GONÇALVES et al. 2009). Dos quais, o milho tem se destacado como principal fonte de energia para peixes

onívoros e herbívoros, fato atribuído a melhor habilidade dessas espécies em utilizar o amido, principal carboidrato armazenado, para fins energéticos preservando a proteína dietética.

Gonçalves et al. (2009) observou em seu ensaio de digestibilidade com juvenis de tilápia do Nilo, que entre os alimentos energéticos avaliados, o milho é a fonte de energia mais digestível (86,15%) seguido da quirera de arroz (75,48%) e farelo de trigo (72,83%). Esses resultados corroboram com os obtidos por Furuya et al. (2001) que observaram maiores valores de energia digestível para o milho (82,63%) em relação ao farelo de trigo (70,33%), confirmando a elevada capacidade de utilização dos carboidratos como fonte de energia pelas tilápias.

Diante desse contexto o melhor crescimento em peso observado para os peixes alimentados com as dietas a base de milho orgânico se deve ao emprego de um alimento energético de alto valor digestível, possibilitando a utilização da proteína como precursora de substâncias relacionadas ao desenvolvimento animal. Entretanto quando adicionado às dietas uma mistura de diferentes fontes energéticas (farelo de trigo + milho + trigo integral orgânicos) observou-se que o ganho em peso foi significativamente semelhante (Tabela 6) demonstrando que as tilápias podem aproveitar de forma eficiente a energia proveniente do milho orgânico mesmo quando suplementado em combinação com outros grãos vegetais e seus subprodutos.

Da mesma forma, as taxas de crescimento específico foram significativamente superiores ($p < 0,05$) para os peixes alimentados com dietas à base de milho e de uma mistura de diferentes fontes vegetais orgânicas (Tabela 6). Os resultados obtidos para as taxas de crescimento específico diferem dos encontrados na literatura para as tilápias, os quais demonstram ser inferiores aos encontrados neste estudo (VARGAS et al., 2007; BACCARIN & PEZZATO, 2001; EL-SAIDY, 2011).

Já dietas a base de farelo de trigo e trigo integral resultaram em baixo desempenho em relação ao milho. Possivelmente o elevado percentual de polissacarídeos não amiláceos presentes nesses alimentos, os quais não são eficientemente aproveitados pela tilápia do Nilo (BOSCOLO et al., 2002), resultaram em uma condição de carência energética, condicionando à utilização da proteína como fonte de energia, reduzindo conseqüentemente seu ganho em peso e elevando os índices de conversão alimentar aparente (Tabela 6).

A piora na conversão alimentar poderia ser resultante então da deficiência energética, entretanto os índices de conversão do alimento em ganho em peso pelos peixes alimentados com as dietas formuladas a base de milho orgânico, foram significativamente semelhantes, apesar deste último não diferir estatisticamente das dietas elaboradas com uma mistura de

farelo de trigo + milho + trigo integral orgânicos. Os melhores resultados para este parâmetro foram obtidos para peixes alimentados com rações tendo como fonte energética o trigo integral.

Salienta-se no entanto, que o conhecimento da eficiência de utilização da energia e nutrientes de ingredientes orgânicos pela tilápia do Nilo é escasso. Porém com base nos resultados obtidos no ensaio de digestibilidade realizado, observou-se que o trigo integral resultou em maiores coeficientes de digestibilidade para a energia (90,52%), seguido do farelo de trigo (84,26%), milho (80,00%) e farelo de soja (78,08%), o que contradiz o pressuposto aos resultados obtidos neste estudo.

Entretanto além dos carboidratos os lipídeos são importantes fontes de energia empregadas nas formulações de rações para peixes (WILSON, 1998). Nessa pesquisa, as dietas formuladas com farelo de trigo e milho orgânicos, em relação às rações a base de trigo integral, foram suplementadas com óleo de soja resultando em um percentual de extrato etéreo equivalente a 6,57 e 8,05%, respectivamente (Tabela 5).

Isso significa que apesar da menor eficiência de utilização da energia do farelo de trigo e milho orgânicos demonstrado no estudo anterior, essa fonte energética suplementar pode ter contribuído para satisfazer as exigências da espécie. Além disso, a quantidade de energia fornecida pelo óleo de soja é superior em relação ao carboidrato, com valores de 8485 kcal de energia digestível kg^{-1} (BOSCOLO et al., 2002) o que facilita o aumento da densidade energética para a otimização do consumo de energia e nutrientes (FURUYA, 2010).

O mesmo pode ser atribuído às dietas tendo como fonte energética uma mistura de farelo de trigo + milho + trigo integral orgânicos, as quais possibilitaram desempenho similar aos animais que receberam rações suplementadas com milho orgânico.

Porém os lipídeos quando em níveis acima do ótimo exigido podem comprometer a utilização da energia proveniente dessas fontes. Meurer et al. (2002) observou em seu ensaio de alimentação que quando os níveis de gordura da dieta se situam acima de 3%, as tilápias não utilizam essa energia para o crescimento o que pode contribuir para um maior acúmulo de gordura na carcaça.

Dessa forma, as dietas formuladas a base de farelo de trigo e milho apresentaram um maior percentual de gordura na carcaça, enquanto que as rações contendo trigo integral e uma mistura de farelo de trigo + milho + trigo integral orgânicos foi significativamente inferior (Tabela 7).

Tabela 7: Composição centesimal de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com diferentes fontes energéticas com certificação de origem orgânica

Fontes energéticas*	Variáveis (%) ¹			
	Umidade	Proteína bruta	Lipídeos	Matéria Mineral
Farelo de trigo	72,03 ± 1,08	15,09 ± 0,81	6,88 ± 0,30a	4,46 ± 0,18
Milho	71,33 ± 1,46	16,29 ± 0,82	6,38 ± 1,14ab	4,40 ± 0,51
Trigo integral	72,64 ± 0,65	15,38 ± 0,52	5,34 ± 0,50b	4,76 ± 0,39
Misto ²	71,78 ± 0,35	15,49 ± 0,95	5,60 ± 0,47b	4,64 ± 0,50

*Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de média de Tukey.

¹Valores calculados com base na matéria natural.

²Dietas elaboradas de forma a conter como fonte energética uma mistura de farelo de trigo + milho + trigo integral com certificação de origem orgânica.

Porém em relação à deposição de proteína na carcaça, apesar das diferentes fontes energéticas avaliadas não influenciaram significativamente esse parâmetro, os melhores resultados foram obtidos para peixes alimentados com dietas à base de milho e de uma mistura de farelo de trigo + milho + trigo integral orgânicos.

Esse maior percentual se deve possivelmente ao emprego do farelo de soja e da farinha de peixe como fonte protéica. O elevado nível de inclusão do farelo de soja em ambas as formulações em relação às demais dietas, mantendo-se o mesmo percentual da farinha de peixe, contribuiu para elevar os níveis de lisina (Tabela 5). Por ser este o principal aminoácido limitante em rações para peixes, sua presença em níveis adequados é fundamental para o ganho em peso de tilápias (MEURER et al., 2008).

Takishita et al. (2009) observaram em seu estudo que o aumento do nível de inclusão de lisina na dieta para alevinos de tilápia do Nilo, promoveu um aumento linear na eficiência de retenção de proteína, o qual estimaram em 2,32% o nível de lisina para atender os principais parâmetros de desempenho e às características de carcaça. Esse valor é muito próximo ao percentual de lisina das dietas à base de milho orgânico (2,16%) e de uma mistura de todas as fontes (2,02%) o que conseqüentemente pode ter contribuído para aumentar a eficiência de deposição protéica na carcaça desses animais.

Em relação ao conteúdo de umidade e matéria mineral, não foi observado efeito ($p > 0,05$) das diferentes dietas sobre o percentual destes parâmetros, com valores variando de 71,33 a 72,64% e 4,40 a 4,46%, respectivamente, os quais são semelhantes ao reportado na literatura para as tilápias (SIGNOR et al., 2010; SCHWARZ et al., 2010).

Avaliando-se a composição bioquímica do plasma sanguíneo dos juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações tendo como fonte energética o farelo de trigo, milho e trigo integral orgânicos ou uma mistura dessas fontes, observou-se ao final do período experimental que as diferentes dietas não influenciaram significativamente a concentração desses parâmetros (Tabela 8).

Tabela 8: Composição bioquímica do plasma sanguíneo de juvenis de tilápia do Nilo submetidos a dietas suplementadas com diferentes fontes energéticas com certificação de origem orgânica

Fontes energéticas	Parâmetros bioquímicos (mg dL ⁻¹)		
	Glicose	Triglicerídeos	Proteínas totais
Farelo de trigo	80,07 ± 17,05	185,25 ± 63,43	4,81 ± 1,30
Milho	81,02 ± 7,67	224,45 ± 104,24	4,37 ± 0,59
Trigo integral	77,78 ± 16,38	162,22 ± 62,35	4,34 ± 0,19
Misto ¹	79,15 ± 29,73	153,11 ± 16,99	4,04 ± 0,51

¹Dietas elaboradas de forma a conter como fonte energética uma mistura de farelo de trigo + milho + trigo integral com certificação de origem orgânica.

A concentração de glicose plasmática variou de 81,02 a 77,78 mg dL⁻¹, enquanto que os teores de triglicerídeos e proteínas totais apresentaram valores médios variando de 224,45 a 153,11 e de 4,81 a 4,04 mg dL⁻¹, respectivamente.

A hematologia tem sido empregada em diversos estudos como ferramenta de avaliação do estado de saúde e/ou nutricional dos peixes, porém as características hematológicas normais de peixes sadios ainda não foram bem estabelecidas, dificultando a identificação das alterações fisiológicas derivadas da nutrição e de fatores que podem interferir na hematopoiese (HRUBET & SMITH, 2006; ARAÚJO et al., 2011).

Adicionalmente, grande parte dos estudos relacionados ao quadro hemático dos peixes, tem focado a avaliação das respostas fisiológicas dos animais frente ao fornecimento de diferentes dietas associadas a condições adversas, influenciadas por fatores biológicos e ambientais.

Nesse sentido, Brandão et al. (2006) observaram que a glicose sanguínea de juvenis de pirarucu submetidos ao transporte por 3 horas, aumentou significativamente (88,9 mg dL⁻¹) retornando a valores semelhantes aos obtidos antes do transporte (>80 mg dL⁻¹), 24 h após a prática de manejo adotada. Segundo os autores a glicose sanguínea é um bom indicador para

avaliação de estresse secundário em peixes, tendo como resposta a este estímulo a elevação de seus níveis, ocasionadas pelas catecolaminas que estimulam a glicogenólise, fornecendo a quantidade de energia necessária para manutenção das atividades metabólicas normais.

No presente estudo a concentração de glicose dos juvenis de tilápia do Nilo foi semelhante (81,02 a 77,79 mg dL⁻¹) ao obtido por esses autores. Possivelmente o intenso exercício físico ocasionado pela tentativa de fuga dos animais no momento da amostragem, o qual constitui um procedimento estressor, contribuiu para que as concentrações desse parâmetro no sangue fossem mais elevadas.

Salienta-se, no entanto que diferentes espécies de peixes podem apresentar diferentes respostas ao estresse, tornando essas generalizações equivocadas. Porém, Bittencourt et al. (2003) investigando valores hematológicos e bioquímicos de referência para a tilápia do Nilo (*O. niloticus*) cultivada em sistema semi-intensivo, demonstraram que a concentração média de glicose plasmática para essa espécie é de 60,32 mg dL⁻¹. Entretanto o estabelecimento de valores normais para a tilápia, segundo esses autores, necessitam ser melhor investigada.

Da mesma forma, os triglicerídeos plasmáticos também atuam no fornecimento de energia em condições de aumento de demanda fisiológica em peixes submetidos ao estresse (PETERS et al., 1980; VIJAYAN et al., 1997). Entretanto alguns autores têm atribuído a alteração de seus níveis ao teor lipídico da dieta, a exemplo do estudo realizado por Veiverberg et al. (2010), que observaram para a carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) maiores concentrações de triglicerídeos plasmáticos em dietas com elevado percentual de gordura. Porém apesar de que os resultados encontrados por esses autores (536,4 a 381,6 mg dL⁻¹ conforme a fonte protéica da dieta) diferem dos obtidos nesse estudo, comportamento similar pode ser verificado aos juvenis de tilápia demonstrando possível correlação dos triglicerídeos séricos com o conteúdo lipídico das rações (Tabelas 5 e 8).

Contudo, ainda segundo Veiverberg et al. (2010), essa relação pode estar associada à presença de polissacarídeos não-amiláceos provenientes dos farelos vegetais que são empregados nas formulações, pois conforme Francis et al. (2001) os antinutrientes, como os oligossacarídeos, podem prejudicar a absorção dos lipídeos.

Em relação à concentração de proteína plasmática total os resultados obtidos foram semelhantes aos obtidos em outros estudos. Nesse sentido, Fernandes Junior et al., (2010) avaliando o efeito da suplementação de colina na dieta para a tilápia do Nilo por meio da análise hematológica, observaram que os níveis séricos desse componente não é influenciado pelas dietas quando os animais são criados na temperatura de conforto térmico (25,3°C). Os

resultados obtidos, os quais variaram de 3,23 a 2,87 mg dL⁻¹ entre os tratamentos, segundo os autores, estão dentro do considerado adequado para peixes saudáveis.

Por outro lado, Hisano et al. (2007) observaram em seu estudo que a concentração de proteína plasmática não é influenciada pela concentração de levedura e zinco da dieta, os quais encontraram valores de 4,07 a 4,17 mg dL⁻¹, fato atribuído ao adequado balanceamento das rações.

Dessa forma, sugere-se que as dietas suplementadas com fontes energéticas certificadas organicamente não influenciam as características bioquímicas do plasma sanguíneo dos peixes, o que permite estabelecer que o fornecimento de rações formuladas com ingredientes vegetais orgânicos para tilápias possibilitam manter de uma adequada condição fisiológica aos animais.

4.4 Conclusões

Dietas contendo uma mistura de farelo de trigo + milho + trigo integral orgânicos proporcionam ótimo desempenho produtivo, menor deposição de gordura na carcaça e não provocam alterações nos parâmetros sanguíneos e mantém a higidez de juvenis de tilápia do Nilo.

4.5 Referências Bibliográficas

- ARANA, L. V. **Princípios químicos da qualidade de água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2004.
- ARAÚJO, D.M.; PEZZATO, A.C.; BARROS, M.M. et al. Hematologia de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas com óleos vegetais e estimulados pelo frio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p.294-302, 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC**. 18.ed. Gaithersburg, M.D, USA, 2005.
- BACCARIN, A.E.; PEZZATO, L.E. Efeito da utilização de levedura desidratada de álcool em dietas para tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p.549-556, 2001.

- BARBOSA, L.G.; MORAES, G.; INOUE, L.A.K. Respostas metabólicas do matrinxã submetido à banhos anestésicos de eugenol. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 29, n. 3, p.255-260, 2007.
- BITTENCOURT, N.L.R.; MOLINARI, L.M.; SCOARIS, D.O. et al. Haematological and biochemical values for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in semi-intensive system. **Acta Scientiarum Biological Science**, v. 25, n. 2, p.385-389, 2003.
- 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.13, n.2, p.539-545, 2002.
- BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.A.; COLDEBELLA, A. et al. Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p.686-692, 2010.
- BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C. Resposta de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 3, p.349-356, 2006.
- CARVALHO, R.; LEMOS, D. Aqüicultura e consumo de carnes no Brasil e no mundo. **Revista Panorama da Aqüicultura**, v. 19, n. 112, p.46-49, 2009.
- EL-SAIDY, D.M.S.D. Effect of using okara meal, a by-product from soymilk production as a dietary protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) mono-sex males. **Aquaculture Nutrition**, v. 14, p.380-386, 2011.
- FERNANDES JUNIOR, A.C.; PEZZATO, L.E.; GUIMARÃES, I.G. et al. Resposta hemática de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas suplementadas com colina e submetidas a estímulo por baixa temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p.1619-1625, 2010.
- FRANCIS, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, v. 199, p.197-227, 2001.
- FURUYA, W. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010, 100p.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. et al. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (L.) (linhagem tailandesa). **Revista Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p.465-469, 2001.
- GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. et al. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para a tilápia do Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 2, p.201-213, 2009.
- HISANO, H.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E. Levedura e zinco como pró-nutrientes em rações para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): aspectos hematológicos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n. 1, p.35-42, 2007.

- HRUBEC, T.C.; SMITH, S.A. Hematology of fish. In: FELDMAN, B.F.; ZINKL, J.G.; JAIN, C.N. **Schalm's veterinary hematology**. 5.ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2006. p.1120-1125.
- MELLO, M.A.M.; AMBROSANO, E.J. [2007]. **Piscicultura orgânica**. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/psicultura/index.htm> Acesso em 22/07/2011.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. et al. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p.566-573, 2002.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BARBERO, L.M. et al. Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p.791-794, 2008.
- PETERS, G.; DELVENTHAL, H.; KLINGER, H. Physiological and morfological effects of social stress in the eel (*Anguilla anguilla* L.). *Archiv Für Fischereiwissenschaft*, v. 30, p.157-180, 1980.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p.1595-1604, 2002.
- RIBEIRO, A.R.B.M.; CALEMAN, S.M.Q.; LOURIVAL, R. et al. Carne orgânica: panorama atual, perspectivas e a opinião de distribuidores e consumidores de São Paulo. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ECONOMIA E GESTÃO DE NEGÓCIOS (NETWORKS) AGROALIMENTARES, 3., 2001, Ribeirão Preto. **Anais**: Ribeirão Preto, [2001]. (CD-ROM).
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos - composição dos alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: 2005. 141p.
- SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.M.; RAMOS, A.M.P. et al. Digestibilidade de subprodutos da mandioca para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 3, p.358-362, 2009.
- SCHWARZ, K.K.; FURUYA, W.M.; NATALI, M.R.M. et al. Mananoligossacarídeo em dietas para juvenis de tilápias do Nilo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 2, p. 197-203, 2010.
- SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; BITTENCOURT, F. et al. Desempenho de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com rações contendo complexo enzimático. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p.977-983, 2010.
- STATSOFT. **STATISTICA (Data Analysis Software System)**. Inc. version 7, 2004.
- TACHIBANA, L.; GONÇALVES, G.S.; GUIMARÃES, I.G. et al. Digestibilidade do triticale para a tilápia-do-nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.36, n. 1, p.39-44, 2010.

- TACON, A.; BRISTER, D. Organic aquaculture - current status and future prospects. In: SCIALABBA, N.E.H.; HATTAM, C. **Organic Agriculture, Environment and Food Security**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, n.4, 2002. p.163-175.
- TAKISHITA, S.S.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 11, p.2099-2105, 2009.
- VARGAS, R.J.; SOUZA, S.M.G.; TOGNON, F.C. et al. Desempenho de alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 3, p.377-381, 2007.
- VEIVERBERG, C.A.; RADÜNZ NETO, J.; EMANUELLI, T. et al. Alimentação de juvenis de carpa capim com dietas à base de farelos vegetais e forragem. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p.247-253, 2010.
- VIJAYAN, M.M.; PEREIRA, C.; GRAU, E.G. et al. Metabolic responses associated with confinement stress in tilapia: the role of cortisol. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology e Endocrinology**, v. 116, p.89-95, 1997.
- WILSON, R.P. State of art of warmwater fish nutrition. In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1., 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 1998. p.375-380.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fortalecimento da cadeia produtiva da aquicultura orgânica ainda carece de informações relativas à nutrição, manejo, sistemas de criação adequados, dentro outros. Embora em alguns países o cultivo orgânico de organismos aquáticos esteja estabelecido, aspectos relativos ao tipo de alimento ofertado têm sido constantemente desafiados. Isso porque espécies de hábito alimentar carnívoro, as quais são representativas de grande parcela da produção aquícola orgânica mundial, são exigentes quanto a qualidade do alimento ofertado, o que limita o uso de ingredientes vegetais certificados organicamente nas formulações, conforme estabelecido nas diretrizes que regulamentam a atividade.

Com isso peixes de hábito alimentar onívoro apresentam enormes potencialidades de inserção neste modelo de criação pelo fato de aproveitarem mais eficientemente os nutrientes de fontes vegetais em relação aos carnívoros. Assim o cultivo da tilápia do Nilo sob regime orgânico poderá reduzir significativamente a dependência por certos insumos de elevado custo e baixa disponibilidade.

Os resultados dessa pesquisa demonstraram que as tilápias apresentam semelhança quanto ao aproveitamento dos nutrientes de fontes vegetais orgânicas em comparação com as fontes convencionais. Além disso, apesar de que alguns parâmetros de desempenho foram influenciados significativamente pelas fontes avaliadas nesse estudo, o crescimento das tilápias, quando alimentadas com rações suplementadas com ingredientes orgânicos, pode ser considerado satisfatório. Com base no ensaio de alimentação realizado, os resultados indicam a possibilidade da inclusão de uma mistura de farelo de trigo, milho e trigo integral orgânicos em rações para esta espécie sem que haja comprometimento das principais características de desempenho e nos parâmetros bioquímicos do sangue, condicionando uma menor deposição lipídica na carcaça.

Entretanto, embora a tilápia tenha apresentado um bom desempenho neste estudo, sugere-se o desenvolvimento de novas pesquisas que tenham por objetivo a avaliação de ingredientes orgânicos para compor as rações desses animais, no sentido de se aprimorar o desenvolvimento de dietas para a criação orgânica desta espécie. Isto é de grande importância, pois a possibilidade da inclusão de alguns ingredientes em tais formulações, ainda é questionável.

Com isso, pelo fato da presente pesquisa ter avaliado o desempenho dos animais frente à utilização de fontes energéticas vegetais em dietas, sugere-se a condução de ensaios futuros

que avaliem também o potencial uso de fontes protéicas com certificação de origem orgânica, bem como níveis de inclusão que possibilitem obter ótimo desempenho.

No entanto, apesar da aquicultura orgânica carecer de informações relativas à nutrição dos animais cultivados, os resultados aqui apresentados demonstraram grande potencial de utilização dos ingredientes orgânicos em rações para tilápias, o que poderá contribuir para o desenvolvimento da criação orgânica desta espécie.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLSOPP, M.; JOHNSTON, P.; SANTILLO, D. La industria acuícola y de engorde: un reto de sostenibilidad. Greenpeace International: Amsterdam, 2008, 22p.
- ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição Animal**. Editora Nobel, 1982. 395p.
- ARAÚJO, D.F.S.; PAIVA, M.S.D.; FILGUEIRA, J.M. Orgânicos: expansão de mercados e certificação. **Holos**, ano 23, v. 3, p.138-149, 2007.
- ARAÚJO, D.M.; PEZZATO, A.C.; BARROS, M.M. et al. Hematologia de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas com óleos vegetais e estimulados pelo frio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p.294-302, 2011.
- BADOLATO, E.S.; CARVALHO, J.B.; AMARAL MELLO, M.R.P. et al. Composição centesimal, de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 54, n. 1, p. 27-35, 1994.
- BARROS, M.M.; RANZANI, P.M.J.T.; PEZZATO, L.E. et al. Hematological response and growth performance of Nile tilapia fed diets containing folic acid. **Aquaculture Research**, v. 40, p. 895-903, 2009.
- BERGLEITER, S. Organic aquaculture. In: WILLER, H., YUSSEFI-MENZLER, M. & SORENSEN, N. **The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2008**, International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn, Germany and Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland. 2008. p.83–87.
- BERGLEITER, S. **Organic products as high quality niche products: background and prospects for organic freshwater aquaculture in Europe**. Paper Presented at the ad hoc EIFAC/EU Working Party on Market Perspectives for European Freshwater Aquaculture, Brussels (Belgium), 12–14 May 2001.
- BERGLEITER, S.; CENSKOWSKY, U. History of organic aquaculture. In: **Organic aquaculture EU regulations (EC) 834/2007, (EC) 889/2008, (EC) 710/2009 background, assessment, interpretation**. INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS EU GROUP, 2010a. 34p.
- BERGLEITER, S.; CENSKOWSKY, U. Global aquaculture production and markets. In: **Organic aquaculture EU regulations (EC) 834/2007, (EC) 889/2008, (EC) 710/2009 background, assessment, interpretation**. INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS EU GROUP, 2010b. 34p.
- BIO AUSTRIA. **Regulations for Organic Farming in Austria**. 2006. 78p. Disponível em: <http://organicrules.org/2030/1/BioAustria_RiLiEngl_2007.pdf> Acesso em 14/11/2011.
- BIOLAND STANDARDS. [2009]. 42p. Disponível em: <http://www.bioland.de/fileadmin/bioland/file/bioland/qualitaet_richtlinien/Bioland_Standards_2009-04-27.pdf> Acesso em 14/11/2011.

- 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.
- BOSCOLO, W.R.; MEURER, F.; FEIDEN, A. et al. Farinha de vísceras de aves em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) durante a fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p.373-377, 2005.
- BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.A.; COLDEBELLA, A.; BUENO, G.W.; FEIDEN, A. Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p.686-692, 2010.
- BRAGA, L.G.T.; RODRIGUES, F.L.; AZEVEDO, R.V. et al. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de coprodutos agroindústrias para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p.1127-1136, 2010.
- BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C. Resposta de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 3, p.349-356, 2006.
- BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dez. 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 de dez. 2003, Seção 1, p. 8.
- BRASIL. Instrução normativa MAPA nº 64 de 18 de dezembro de 2008. **Regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal**. Disponível em: http://www.prefiraorganicos.com.br/media/5921/instrucao_normativa_n-64-de-dezembro-2008.pdf. Acesso em 16/02/2012.
- BRASIL. Instrução normativa MAPA/MPA nº 28 de 8 de junho de 2011. **Normas técnicas para os sistemas orgânicos de produção aquícola**. Disponível em: <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/in_mapa_mpa28_2011.htm>. Acesso em 13/12/2011.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E. **Bioquímica de Pescados e Derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409p.
- DEBIO. [2009]. **Organic Aquaculture Standards**. Disponível em: <http://www.debio.no/_upl/standards_organic_aquaculture.pdf> Acesso em 15/11/2011.
- DIETERICH, F. **Fontes de fósforo em rações orgânicas para alevinos e juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2010, 49p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2010.
- EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v.179, p.149-168, 1999.
- EU (2009) Commission Regulation (EC) No 710/2009 of 5 August 2009 Amending Regulation (EC) No 889/2008 Laying Down Detailed Rules for the Implementation of

Council Regulation (EC) No 834/2007, as Regards Laying Down Detailed Rules on Organic Aquaculture Animal and Seaweed Production. **Official Journal of the European Union**, Luxembourg, 2009.

FAO. **El estado mundial de la pesca e La acuicultura 2010**. Roma, 2010a. 219p.

FAO. **Casos de sucessos da Aquicultura no Brasil**. Brasília 2010b. Disponível em <http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/docs/livro_casos_sucesso.pdf> Acesso em 14/11/2011.

FAO. **El estado mundial de la pesca e La acuicultura 2008**. Roma, 2009. 218p.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2006**. Rome, 2007. 162 pp.

FAO. [2011]. **Directrices técnicas para la certificación en acuicultura .Versión aprobado por los miembros del comité de pesca (COFI)**. Disponível em <<http://www.fao.org/fishery/aquaculture/es>> Acesso em 14/10/2011.

FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A.; DIEMER, O.; SARY, C.; BOSCOLO, W.R.; NEU, D.H. Desempenho de juvenis de jundiá (*Rhamdia voulezi*) submetidos à alimentação com ração orgânica certificada e comercial. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, n. 4, p.381-387, 2010.

FOOD & WATER WATCH. [2008]. Disponível em: <http://www.foodandwaterwatch.org/factsheet/european-organic-aquaculture-certification/> Acesso em 02/11/2011.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. et al. 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, 2001a.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p.1143-1149, 2001b.

GERI, G.; POLI, B.M.; GUALTIERI, M. et al. Body traits and chemical composition of muscle in the common carp (*Cyprinus carpio* L.) as influenced by age and rearing environment. **Aquaculture**, v. 129, p.329-333, 1995.

GONÇALVES, L.U.; CARVALHO, M.; MACEDO VEIGAS, E.M. Utilização de levedura íntegra e seus derivados em dietas para juvenis de tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p.1173-1179, 2010.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. et al. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para a tilápia do Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 2, p.201-213, 2009.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; CAMPOS, R. (Eds.). **Anais do I**

- simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região sul do Brasil.** Porto Alegre: UFRGS, 2003. p.73-89. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13177/000386508.pdf?sequence=1>> Acesso em 16/11/2011.
- HILDSORF, A.W.S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas, uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 22, p.73-87, 1995.
- HISANO, H.; SAMPAIO, F.G.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente de rações contendo levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular pela tilápia do Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 32, n. 2, p.281-287, 2008.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS – IFOAM. **Normas Básicas para a Produção e Processamento de Alimentos Orgânicos.** In: IFOAM General Assembly. Mar Del Plata. Argentina. 1998.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2006 Brasil grandes regiões e unidades da federação.** Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 777p.
- JUSTI, K.C.; HAYASHI, C.; VISENTAINER, J.V. et al. The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. **Food Chemistry**, v. 80, p.489-493, 2003.
- KUBITZA, F. Os caminhos para uma piscicultura sustentável. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 20, n. 119, p.16-23, 2010.
- LEM, A. **An overview of the present market and trade situation in the aquaculture sector – The current and potential role of organic products.** Ho Chi Minh City, Vietnam 15–17 June 2004.
- LOGATO, P.V.R. **Nutrição e alimentação de peixes de água doce.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 128p.
- LUGNER, A.N.; CRAIG, S.R.; MCLEAN, E. Replacement of fish meal in cobia (*Rachycentron canadum*) diets using an organically certified protein. **Aquaculture**, v. 257, p.393-399, 2006.
- LUGNER, A.N.; MCLEAN, E.; CRAIG, S.R. The effects of organic protein supplementation upon growth, feed conversion and texture quality parameters of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 264, p.342-352, 2007.
- LUND, I.; DALSGAARD, J.; RASMUSSEN, H.T. et al. Replacement of fish meal with a matrix of organic plant proteins in organic trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed, and the effects on nutrient utilization and fish performance. **Aquaculture**, v. 321, p.259-266, 2011.
- MACEDO-VEIGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R.; ZUANON, J.A.S.; FARIA, R.H.L. Rendimento e composição centesimal de filés in natura e pré-cozido em truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* (Wallbaum). **Revista Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 1191-1195, 2002.

- MACEDO-VIÉGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Tecart. p.406-480. 2004.
- MALLASEN, M.; BARROS, H.P.; YAMASHITA, E.Y. Produção de peixes em tanques-rede e a qualidade da água. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, p.47-50, 2008.
- MELO, J.F.B.; BOIJINK, C.L.; RANDÜNZ NETO, J. Efeito da alimentação na composição química da carcaça do jundiá *Rhamdia quelen*. **Biodiversidade Pampeana**, v. 1, n. 1, p.12-23, 2003.
- MENTE, E.; KARALAZOS, V.; KARAPANAGIOTIDIS, I.T. et al. Nutrition in organic aquaculture: an inquiry and a discourse. **Aquaculture Nutrition**, v. 17, p.798-817, 2011.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA. [2010]. **Produção pesqueira e aquícola Estatística 2008 e 2009**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/dados/2010/Docs/Caderno%20Consolidada%20A7%20A3o%20dos%20dados%20estaticos%20final%20curvas%20%20completo.pdf>>. Acesso em 09/12/2011.
- MORGAN, J. D.; IWAMA, G. K. Measurements of stressed states in the field. In: IWAMA, G. K.; PICKERING, A. D.; SUMPTER, J. P. SCHRECK, C. B. **Fish stress and health in aquaculture**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
- NAVA, E.J.R. **Estratégias de marketing junto ao mercado de consumo, para aquisição de alimentos orgânicos: Uma abordagem do mix de marketing**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004, 167p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- NATURLAND. **Naturland standards for organic aquaculture**. Naturland – Association for Organic Aquaculture, Registered Association, 2005. 20p. Disponível em: <http://organicrules.org/341/7/Naturland_aquaculture_standards_2005_01_en.pdf> Acesso em 14/11/2011.
- OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Livraria Varela, 1999. 430p.
- ORMOND, J.G.P.; PAULA, S.R.L.; FAVERET FILHO, P. et al. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDS Setorial**, n. 15, p.3-34, 2002.
- PEDRON, F.A.; RADÜNZ NETO, J.; EMANUELLI, T. et al. Cultivo de jundiás alimentados com dietas com casca de soja ou de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p.93-98, 2008.
- PERDIKARIS, C.; PASCHOS, I. Organic aquaculture in Greece: a brief review. **Reviews in Aquaculture**, v.2, p.102-105, 2010.

- PEREIRA, L.P.F.; MERCANTE, C.T.J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p.81-88, 2005.
- PETERS, G.; DELVENTHAL, H.; KLINGER, H. Physiological and morfological effects of social stress in the eel (*Anguilla anguilla* L.). *Archiv Für Fischereiwissenschaft*, v. 30, p.157-180, 1980.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p.329-337, 2004.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p.1595-1604, 2002.
- PIMENTA, C.J.; OLIVEIRA, M.M.; FERREIRA, L.O. et al. Aproveitamento do resíduo do café na alimentação de tilápia do Nilo. **Archivos de Zootenia**, 60 (231), p.583-593, 2011.
- QUEIROZ, J.F.; SILVEIRA, M.P. **Recomendações práticas para melhorar a qualidade da água e dos efluentes dos viveiros de aquíicultura**. Jaguariúna: Circular técnica 21-Embrapa Meio Ambiente. 2006. 14p.
- RANZINI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T. Hematologia de peixes brasileiros. In: RANZINI-PAIVA, M.J.T.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M. **Sanidade de organismos aquáticos**. São Paulo: Varela, 2004. p.89-120.
- SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; AGUJARO, L.F. et al. **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência. 2006. 58p.
- SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.; BARBOSA, J.M. et al. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduos de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p.175-180, 2009a.
- SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.M.; BARBOSA, J.M. et al. Níveis de farelo de coco em rações para alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 2, p.390-397, 2009b.
- SANTOS, V.G.; FERNANDES JUNIOR, A.C.; KOCH, J.F.A. et al. Desempenho produtivo da tilápia-do-Nilo arraçoada com dieta contendo farelo de nabo forrageiro. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.35, n. 3, p.451-459, 2009c.
- SCHIMAICHEL, G.L.; RESENDE, J.T.V. A importância da certificação de produtos orgânicos no mercado internacional. **Revista Eletrônica Latu Sensu**, ano 2, n.1, 2007.
- SCHÖBER, J. Aquicultura orgânica e modernidade. In: **Diário de Bordo Informativo do PET/Pesca – UFRPE**. Edição Especial, n. 39, ano XV, 2009. p.09.

- SHIRAI, N.; SUZUKI, H.; TOKAIRIN, S. et al. Dietary and seasonal effects on the dorsal meat lipid composition of Japanese (*Silurus asotus*) and Thai catfish (*Clarias macrocephalus*) and hybrid *Clarias macrocephalus* and *Clarias gariepinus*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**, v. 132, p.609-619, 2002.
- SIGNOR, A.; PEZZATO, L.E.; FALCON, D.R. et al. Parâmetros hematológicos da tilápia-do-Nilo: efeito da dieta suplementada com levedura e zinco e do estímulo pelo frio. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n. 3, p.509-519, 2010.
- SOIL ASSOCIATION. [2009]. **Organic market report 2009**. Disponível em: <<http://www.soilassociation.org/LinkClick.aspx?fileticket=GPyngoJoPh0=&tabid=116>> Acesso em 15/11/2011.
- SOUZA, S.R.; HAYASHI, C. Avaliação do farelo de algodão na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) **Zootecnia Tropical**, v. 21, n. 4, p.383-398, 2003.
- SZEREMETA, A. The political process of preparing the implementing rules for organic aquaculture. In: **Organic aquaculture EU regulations (EC) 834/2007, (EC) 889/2008, (EC) 710/2009 background, assessment, interpretation**. INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS EU GROUP, 2010. 34p.
- TACON, A.; BRISTER, D. Organic aquaculture - current status and future prospects. In: SCIALABBA, N.E.H.; HATTAM, C. **Organic Agriculture, Environment and Food Security**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, n.4, 2002. p.163-175.
- TACON, A.G.J. Feed ingredients for carnivorous fish species. Alternatives to fishmeal and other fisheries resources. **FAO Fisheries Circular**, 881, 1994. 35p.
- TURRA, E.M.; OLIVEIRA, D.A.A.; TEIXEIRA, E.A. et al. Controle reprodutivo em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de manipulações sexuais e cromossômicas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 34, n. 1, p.21-28, 2010.
- TUSCHE, K.; WUERTZ, S.; SUSENBETH, A.; SCHULZ, C. Feeding fish according to organic aquaculture guidelines EC 710/2009: Influence of potato protein concentrates containing various glycoalkaloid levels on health status and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 319, p.122-131, 2011.
- URBINATI, E.C.; ABREU, J.; CAMARGO, A.; et al. Loading and transport stress in juvenile matrinxã (*Brycon cephalus*) at various densities. **Aquaculture**, v. 229, p.389-400, 2004.
- VIJAYAN, M.M.; PEREIRA, C.; GRAU, E.G. et al. Metabolic responses associated with confinement stress in tilapia: the role of cortisol. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology e Endocrinology**, v. 116, p.89-95, 1997.
- ZIBETTI, A.P.; SIGNOR, A.A.; GOES, E.S.R. Normas de produção orgânica animal. In: SIGNOR, A.A.; ZIBETTI, A.P.; FEIDEN, A. **Produção orgânica animal**. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2011. 138p.