

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA**

JOANA D`ARC MAURÍCIO ROCHA

Hidrolisado proteico de pescado em dietas para alevinos de tilápia do Nilo

Toledo
2014

JOANA D`ARC MAURÍCIO ROCHA

Hidrolisado proteico de pescado em dietas para alevinos de tilápia do Nilo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Aquicultura

Orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo

Toledo
2014

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária UNIOESTE/Campus de Toledo.

Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

R672h 1 Rocha, Joana D'Arc Maurício Rocha
Hidrolisado proteico de pescado em dietas para alevinos de tilápia do Nilo
/ Joana D'Arc Maurício da Rocha. -- Toledo, PR : [s. n.], 2014.
40 f. : il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) -
Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Centro de
Engenharias e Ciências Exatas.

1. Engenharia de pesca – Mestrado 2. Tilápia (Peixe) – Alimentação e
rações 3. Tilápia (Peixe) – Desempenho 4. Hidrolisados de proteína 5.
Proteínas na nutrição animal I. Boscolo, Wilson Rogério, orient. II. T

CDD 20. ed. 639.3758

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOANA D`ARC MAURÍCIO ROCHA

Hidrolisado proteico de pescado em dietas para alevinos de tilápia do Nilo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof. Dr. Altevir Signor

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Daclely Hertes Neu

Universidade Federal da Grande Dourados

Aprovada em: 24 de outubro de 2014.

Local de defesa: Sala de aula 15/ Unioeste/*Campus* de Toledo.

A meus pais, Alceu e Erneide pelo amor, carinho, confiança e incentivo.

A minha tia Nazaré, por sempre acreditar em mim.

As minhas avós, Luiza (*in memoriam*) por sua sabedoria e bondade e,

Alice (*in memoriam*) por sua batalha de vida.

AGRADECIMENTOS

Institucionais

A Fundação Araucária pelo financiamento deste projeto.

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

A Unioeste por disponibilizar estrutura necessária para realização desse estudo.

A Falbom Agroindustrial, empresa parceira deste estudo, por disponibilizar estrutura, material e equipe para a produção do hidrolisado.

Especiais

A Deus por me conceder a melhor vida que podia ter me concedido. Sem nunca me desamparar, mesmo nos momentos mais difíceis, por colocar anjos em forma de pessoas (família e amigos) na minha vida. Infinitas graças vos dou por minha família, saúde, amor, amizades e aprendizados!

Aos meus pais, Alceu e Erneide, por todo amor, carinho, atenção, dedicação, incentivo, sabedoria, por sempre me apoiar e acreditar em mim, por estarem sempre ao meu lado, seja em momentos difíceis ou vibrando a cada conquista. Muito Obrigada! Vocês são tudo!

A minha amada tia Nazaré, minha segunda mãe, por acreditar e confiar em mim, sempre me incentivando e torcendo por minhas conquistas. Obrigada por tudo, Lela!

Ao meu irmão Ronaldo, meu sobrinho Júnior, tias, tios, primas, primos e agregados, amigos e a família Thibério por torcerem por mim e pelo carinho que recebo sempre que retorno ao lar. Muito obrigada!

A meu amado Thibério, por todo incentivo, paciência, carinho, amor, companheirismo, parceria, por tudo que representa em minha vida. Obrigada por tudo! Te amo!

A meu orientador, Prof. Wilson Boscolo, por acreditar, confiar e dedicar atenção. Muito obrigada!

Aos Professores do GEMAq, Aldi Feiden, Altevir Signor e Fábio Bittencourt, por toda atenção, contribuição e amizade. Obrigada!

Aos grandes amigos que contei e cultivei durante essa etapa Iury Amorin, Vagner Geronimo, Rômulo Rodrigues, Joana Finkler, Pedro Moreira, Vinicius Bridi, Vanessa Lewandowski, Vitor Sendin e que pretendo levar pra vida inteira. Valeu galera!

Aos membros do GEMAq, Alis, Jaina, Marcia, Fabi, Titanic, André, Juliana, Glaucia, Joaquim, Andréia, Mayara, Juliano, Micheli, Titanic, Dacley, Odair, Júnior, Themis, Arlindo, Antônio, Dihego, Evandro, Jhonis, Diogo, Edionei, Deididy, Kátia, Guilherme, Nathieli, Daniele, Tatiane, Jackeline, Nei, Marlon, Greyce pelo auxílio na execução deste projeto, carinho e amizade. Obrigada pessoal!

A secretária do Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Carla Regina Muerer por toda paciência e atenção.

E a todos que contruíram direta, ou indiretamente...

Hidrolisado proteico de pescado em dietas para alevinos de tilápia do Nilo

RESUMO

O crescimento da aquicultura demanda por rações de excelente qualidade nutricional que maximizem o desempenho dos animais criados. No entanto, a estagnação e diminuição da disponibilidade de ingredientes que supram as necessidades nutricionais dos peixes dependem de substitutos equivalentes tanto no contexto nutricional quanto financeiro. Dessa forma, o presente estudo visa avaliar a inclusão de hidrolisado proteico de pescado em dietas para alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. Foram utilizados 300 peixes ($5,4 \pm 0,9$ g), distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em 20 caixas de polietileno de 250 L com cinco tratamentos e quatro réplicas. As rações vegetais foram formuladas de forma a serem isoproteicas e isoenergéticas constituída por milho, glúten de milho, farelo de trigo, farelo de soja e óleo de soja e foram acrescidas de níveis de hidrolisado de pescado sendo uma ração controle (0 %) e quatro rações teste contendo 1, 2, 3 e 4% de hidrolisado proteico de pescado, com base na matéria seca. Os animais foram alimentados até a saciedade aparente quatro vezes ao dia por 112 dias. Ao término do período experimental, os animais foram medidos e pesados para determinação do peso final, comprimento total final, taxa de sobrevivência, ganho em peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente e fator de condição. Os níveis de hidrolisado influenciaram os aspectos produtivos dos alevinos de tilápia do Nilo, onde através da regressão quadrática estima-se a inclusão ótima de 1,79% para peso final, 1,77% para ganho em peso, 1,75% para taxa de crescimento específico e 1,97% para taxa de eficiência proteica. Contudo, sugere-se para alevinos de tilápia do Nilo a inclusão de 1,78% de hidrolisado proteico de pescado para melhor performance produtiva.

Palavras-chave: Nutrição de peixes. Biotecnologia. Agregação de valor.

Fish protein hydrolyzate in diets for fingerlings of Nile tilapia

ABSTRACT

The growing demand for aquaculture feed of excellent nutritional quality to maximize the performance of animals raised. However, stagnation and decreased availability of ingredients that fulfill the nutritional requirements of the fish depend on both the nutritional equivalent substitutes as financial environment. Thus, this study aims to evaluate the inclusion of fish protein hydrolyzate in diets for fingerlings of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. 300 fish (5.4 ± 0.9 g) were distributed in a completely randomized in 20 polythene containers of 250 L with five treatments and four replicates were used design. Vegetable diets were formulated to be isonitrogenous and isocaloric consists of corn, corn gluten meal, wheat bran, soybean meal and soybean oil were added and the levels of hydrolyzed fish and one control diet (0%) and four test feed containing 1, 2, 3 and 4% fish protein hydrolyzate, based on dry matter. The animals were fed to satiation four times daily for 112 days. At the end of the experimental period, the animals were measured and weighed to determine the final weight, total length, survival rate, weight gain, specific growth rate, feed conversion ratio and condition factor. Levels hydrolyzed influenced the productive aspects of the Nile tilapia, which by quadratic regression we estimate the optimal inclusion of 1.79% for final weight, 1.77% to gain weight, 1.75% to rate and the specific growth rate to 1.97% protein efficiency. However, it is suggested to Nile tilapia inclusion of 1.78% of fish protein hydrolyzate for better productive performance.

Keywords: Fish Nutrition. Biotechnology. Adding value.

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica Revista Agropecuária Brasileira. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/about/submissions>>.

Sumário

1	Objetivos	11
1.1	Objetivo geral.....	11
1.2	Objetivos específicos	11
2	Referencial teórico.....	12
2.1	Panorama da Aquicultura.....	12
2.2	Resíduos do setor pesqueiro e aquícola.....	15
2.2.1	Hidrolisados proteicos.....	17
2.2.1.1	Propriedades nutritivas e funcionais	17
2.3	Espécie estudada	19

Artigo Científico

1	Introdução.....	21
2	Material e Métodos.....	22
3	Resultados	26
4	Discussão	29
5	Conclusão	31
5	Referências bibliográficas.....	32

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Avaliar o hidrolisado protéico de pescado na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre os aspectos do desempenho produtivo.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito dos níveis de inclusão de hidrolisado proteico de pescado sobre aspectos do desempenho zootécnico da tilápia do Nilo *O. niloticus*;
- Avaliar a composição corporal de alevinos de tilápia do Nilo *O. niloticus* alimentados com níveis de hidrolisado proteico de pescado;
- Estimar o nível de inclusão de hidrolisado proteico de pescado que melhor expressa a performance produtiva da tilápia do Nilo *O. niloticus*;

3 Referencial teórico

3.1 Panorama da Aquicultura

De acordo com a Lei Federal Nº 11.959/2009, que dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca no Brasil, a aquicultura é a atividade de cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais se dá total ou parcialmente em meio aquático, implicando a propriedade do estoque sob cultivo, equiparada à atividade agropecuária. Conforme a mesma normativa, a atividade aquícola pode ser classificada como comercial, científica ou demonstrativa, de reposição ambiental, família, e ornamental, onde suas modalidades estão relacionadas à forma do cultivo, dimensão da área explorada, prática de manejo e finalidade do empreendimento. A aquicultura, também, é classificada quanto ao sistema de cultivo (extensivo, semi-intensivo, intensivo), ambiente de cultivo (continental ou marinha) e abrangendo as especialidades dos grupos cultivados (piscicultura, malacocultura, ostreicultura, mitilicultura, carcinicultura, algicultura, ranicultura, criação de jacarés e de quelônios). Definições dessa natureza desempenham papel fundamental para embasar e auxiliar aspectos relativos ao licenciamento da atividade, de forma a buscar assegurar seu desenvolvimento sustentável (Feiden et al, 2013).

Conforme Valenti (2002), a sustentabilidade da atividade está relacionada ao gerenciamento e conservação dos recursos naturais, bem como o uso das inovações tecnológicas disponíveis de forma a garantir o atendimento das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras, ou seja, produzir racionalmente sem degradar o ambiente, visando o sucesso financeiro e social dos envolvidos.

A popularidade da sustentabilidade na aquicultura surgiu, assim como nas demais atividades agrárias, devido a preocupações inerentes ao desequilíbrio entre crescimento populacional e produção de alimentos (Assad; Bursztyn, 2000), embora seja considerada a

atividade agrária com maior incremento em produção mundial nas últimas décadas (FAO, 2012).

Na década de 80, a participação de pescados oriundos da aquicultura era de 9% do total de pescados produzidos no mundo. Atualmente, é a atividade que mais cresce em comparação com outras atividades agrárias de produção animal, com incremento anual médio de 8,8% que supera as taxas de crescimento da bovinocultura, avicultura e suinocultura (FAO, 2012).

De acordo com a FAO (2012), a produção mundial de pescados oriundos da pesca e aquicultura no ano de 2010 foi de 148 milhões de toneladas, arrecadando 217,5 bilhões de dólares para o setor. Essa produção apresentou um incremento de 3% em relação ao ano de 2009 e os países que mais contribuíram para esse total foram China, Indonésia e Japão com 37,69; 6,92 e 5,55%, respectivamente. Desse montante, a aquicultura é responsável por aproximadamente 43%, com arrecadação estimada em 119 bilhões de dólares. A produção aquícola mundial alcançou o recorde histórico em 2011 de 63,6 milhões de toneladas, com valor total estimado de 119 bilhões dólares. O Continente Asiático vem dominando este mercado, cuja participação corresponde a 89% da produção mundial. Em seguida, com bem menos representatividade, aparecem América (4,6%), Europa (4,5%), África (1,8%) e Oceania (0,3%). A China foi considerada a maior produtora aquícola mundial, com aproximadamente 37 milhões de toneladas produzidas em 2010, seguida pela Índia e Vietnã com cerca de 4,6 e 2,3 milhões de toneladas, respectivamente (FAO, 2012).

O Brasil possui um potencial promissor para desenvolvimento da atividade aquícola, principalmente por ser detentor de 8.400km de costa marítima e 5,5 milhões hectares em reservatórios de água doce. Além disso, o país comporta aproximadamente 12% da água doce disponível no planeta, clima extremamente favorável para o crescimento de diversos organismos aquáticos, mão de obra abundante e crescente demanda por pescado no mercado interno e externo (SEAP, 2008; ANUALPEC, 2005).

As pesquisas na área de aquicultura no Brasil iniciaram-se por volta de 1930, sendo intensificadas a partir da década de 70. No entanto, a atividade aquícola comercial é muito recente, tendo o início expressivo a partir de 1990, com uma produção de 20.490 t neste ano (Borghetti et al., 2003). Em 2011, este setor gerou 628.704,3 t representando um incremento de 31,1% em relação ao ano de 2010. (Boscardim, 2008; MPA, 2011).

A aquicultura continental é responsável pela maior parte do que se produz, a qual representa 86,6% da produção, enquanto que atividade de origem marinha é de 13,4%, em 2010 (MPA, 2013).

A região Sul do país passou a ser a maior produtora de pescados, com total de 153.674,5 t, respondendo por 28,2% da produção nacional. As Regiões Nordeste, Norte, Sudeste, Centro-Oeste vêm logo em seguida registrando 134,292 t, 94,578 t, 86,837 t e 75.104 t, respectivamente. Considerando as Unidades da Federação, o Estado do Paraná é o maior produtor de pescado continental com 73.831,1 t, seguido pelos estados de Santa Catarina com 53.641,8 t e o Mato Grosso com 48.748,3 t (MPA, 2013).

Com relação às espécies cultivadas, a tilápia e o tambaqui destacam-se no cenário nacional, as quais somadas representaram 63,4% do cultivo nacional. Contudo, também merecem destaque a produção de tambacu, carpa e pacu, que juntas representaram 20,1% da produção (MPA, 2013).

Apesar do crescimento da atividade aquícola no país, ainda há necessidade de novas pesquisas na área de nutrição, espécies com potencial para cultivo, sistema de produção, entre outro, visando um maior desenvolvimento tecnológico para que se possam aproveitar, de forma sustentável, os recursos naturais que o país oferece.

3.2 Resíduos do setor pesqueiro e aquícola

O crescimento da aquicultura e industrialização de pescado no Brasil têm aumentado o volume de resíduo gerado durante as etapas de captura, comercialização e os processos industriais (Boscolo et al., 2001).

No beneficiamento da tilápia, o percentual de resíduo gerado é de cerca 66,5% da matéria-prima (Boscolo et al., 2001). Na industrialização da sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), um dos principais recursos pesqueiros do Brasil, a produção em média de resíduo gerado varia de 35 a 47% nas linhas de eviscerados e de espalmados, respectivamente (Feltes et al., 2010).

Em geral, os resíduos gerados são pouco aproveitados, considerando sua potencialidade nutricional que possibilita o desenvolvimento de produtos com elevado valor nutricional destinados tanto a nutrição humana, como animal, além de compostos agroindustriais (Pessatti, 2001), perfazendo um desafio para os empresários do setor e comunidade científica especializada em buscar estratégias para que esta atividade seja sustentável do ponto de vista ambiental e econômico (Bezerra et al., 2001).

Resíduos do processamento de pescado como cabeça, vísceras, nadadeira, cauda, coluna vertebral, barbatana, escamas e restos de carne implicam em problemas ambientais ao serem descartados indevidamente (Boscolo e Feiden, 2007). São comumente formados por uma enorme concentração de material rico em compostos orgânicos e inorgânicos, o que gera preocupação a respeito dos impactos ambientais decorrentes da disposição deste material diretamente no ambiente (Silva e Camargo, 2002; Seibel e Soares, 2003).

O lançamento desse material em corpos hídricos pode provocar a redução na concentração de oxigênio dissolvido, acarretando em morte de peixes e de outros animais aeróbios, a exalação de mau cheiro, e dificuldade no tratamento de água para o abastecimento público (Matos, 2005).

A disposição indiscriminada deste resíduo no solo pode causar poluição do ar por exalar odores, fumaça, gases tóxicos ou material particulado; poluição das águas superficiais e subterrâneas pelo carreamento de resíduos pela ação das águas da chuva e poluição do solo e das águas subterrâneas pela infiltração de líquidos (Daias, 2006).

Os resíduos de peixe podem apresentar elevado teor de proteínas, minerais e lipídios, no entanto este potencial de alto valor biológico ainda é pouco explorado para agregação de valor (Stevanato et al., 2007; Sucasas, 2011; Macedo-Viegas e Souza, 2004).

Do aproveitamento desta matéria-prima de baixo custo e boa qualidade nutricional pode-se obter subprodutos como a farinha de peixe, silagem, óleo, hidrolisado proteico e concentrado proteico (Pimenta et al., 2008; Abimorad et al., 2009; Ovissipour et al., 2012; Muzaifa et al., 2012; Rebouças et al., 2012), os quais podem ser utilizados como ingredientes alternativos na alimentação animal e humana, buscando dar subsídios para a produção de alimentos de baixo custo com elevada qualidade nutricional (Sucasas, 2011; Stevanato et al., 2007), além da possibilidade de atuar como fertilizantes agrícolas (Oetterer, 2002; Macedo-Viegas e Souza, 2004).

A capacidade de utilização destes resíduos é infinita, indo desde a geração de novos produtos alimentícios, usos biotecnológicos até a geração de compostos funcionais como fibras, antioxidantes, pigmentos, dentre outros. Neste sentido, a indústria pesqueira possui um grande potencial a ser explorado no aproveitamento dos resíduos gerados durante o beneficiamento de pescados (Rebouças et al., 2012; Pessati, 2001).

O aproveitamento de resíduos da indústria de pescado é uma boa forma de garantir a sustentabilidade social, econômica e ambiental deste elo da cadeia produtiva, gerando emprego a partir de indústrias especializadas, agregando valor a uma fonte de matéria-prima de baixo custo e aproveitando de forma adequada dos resíduos que antes eram lançados diretamente no ambiente.

3.2.1 Hidrolisados proteicos

Hidrolisados proteicos são produtos obtidos por meio da ação de enzimas proteolíticas ou por agentes químicos, sendo constituídos por fragmentos de proteínas: peptídeos de diferentes tamanhos (poli, tri e dipeptídeos) e aminoácidos livres, os quais exercem grande influência no sabor dos alimentos (Kristinsson & Rasco, 2000)

Neste contexto, o hidrolisado proteico é uma tecnologia apropriada para converter coprodutos de origem animal em ingredientes proteicos destinados à indústria de rações para aquicultura devido a sua qualidade nutricional, sendo fonte de pequenos peptídeos com adequado balanço de aminoácidos essenciais de alta digestibilidade, sem alterar os demais nutrientes da matéria-prima.

O processo de hidrólise ao alterar a estrutura molecular da proteína pode disponibilizar compostos bioativos, possibilitando o enquadramento dos hidrolisados proteicos como alimento funcional por apresentar além de propriedades nutricionais básicas, apresentam também benefícios fisiológicos (Neves, 2005; Faria, 2006).

3.2.1.1 Propriedades nutritivas e funcionais

Nos últimos anos, diversos estudos realizados com hidrolisados proteicos tem demonstrado tratar-se de uma excelente fonte de proteína, com bom valor nutritivo, podendo ser adicionado a rações para o consumo animal (Berge e Storebakken, 1996; Wasswa et al., 2008; Pacheco-Aguilar et al., 2008; Choi et al., 2008; Yin et al., 2010; Foh et al., 2011; Mazorra-Manzano et al., 2012; Chalamaiah et al., 2013), bem como na elaboração de rações para alimentação de organismos aquáticos (Hernandez et al., 2011; Tang et al., 2008; Zheng et al., 2012; Buyukcapar et al., 2011).

Diversas propriedades são atribuídas aos hidrolisados proteicos que viabilizam seu uso na nutrição animal. Dentre elas a melhoria na digestibilidade do alimento para animais nas fases

iniciais de vida, a elevada solubilidade, o alto teor proteico, a rápida absorção e o baixo teor de cinzas, sendo esta última propriedade de extrema importância na fabricação de produtos destinados à aquicultura (Goldhor e Regenstein, 1988; Kristinsson e Rasco, 2000; Gildberg, 1993; Dong et al., 1993).

Ao avaliar hidrolisado de peixes e fígado suíno, De Carli (2013) observou melhoras no ganho de peso e a conversão alimentar aparente do jundiá (*Rhandia voulezi*) durante a fase inicial de desenvolvimento.

As particularidades do sistema digestório das larvas de peixe indicam que proteínas parcialmente hidrolisadas podem ser melhor utilizadas e, como consequência, promover melhores taxas de crescimento e sobrevivência (Carvalho et al., 1997; Cahu et al., 2004). No estudo realizado por Berge e Storebakken (1996), avaliando o uso do hidrolisado proteico de pescado, foi observado efeito positivo sobre o crescimento dos juvenis de salmões alimentados com a substituição de 5 e 8% em uma dieta à base de farinha de peixe.

O uso de hidrolisado proteico de lula em microdietas para larvas de dourada (*Sparus aurata*) foi indicado à inclusão máxima de 50% como fonte de proteína e com suplementação de náuplios de artêmia durante 20 dias após o início da alimentação exógena (Kolkovski e Tandler, 2000). Lian e Lee (2003), relataram o aumento na taxa de sobrevivência dos alevinos de truta e juvenis de salmão do Atlântico alimentados com o hidrolisado de lula.

Barrias e Oliva-Teles (2000), realizaram estudo comparativo entre hidrolisado proteico de pescado e farinha de peixe na alimentação de truta arco íris (*Oncorhynchus mykiss*), avaliando o efeito de crescimento. As dietas contendo hidrolisado tiveram os melhores índices de conversão alimentar e retenção de nitrogênio.

Hidrolisado proteico de arenque foi estudado na alimentação do salmão do Atlântico (*Salmo salar*), com objetivo de avaliar o crescimento do animal e a eficiência alimentar. Os resultados apresentados indicaram que níveis de inclusão de 18 a 24% demonstram uma

tendência a maior consumo de ração, maior taxa de crescimento específico, conversão alimentar e a taxa de eficiência proteica, indicando que a inclusão do hidrolisado proteico não afetou o ganho zootécnico de juvenis de salmão do Atlântico (Hevroy et al., 2005).

Alguns estudos têm investigado seus efeitos como imunostimulantes, que são ferramentas consideradas promissoras para aumentar a resistência dos peixes cultivados a doenças e ao estresse (Bagni et al., 2000; Liang et al., 2006). Além de estudar os efeitos de crescimento, Tang et al. (2008), investigaram as respostas imunológicas da pescada amarela (*Pseudosciaena crocea*) alimentadas com HPP. De modo geral, este estudo sugeriu uma suplementação de 10%, o que melhorou o desempenho zootécnico e os parâmetros imunológicos.

Com base nas pesquisas realizadas, os hidrolisados proteicos de pescado poderiam, portanto, não apenas ser usado para aumentar o crescimento dos peixes, mas também por apresentar impacto positivo na resposta imunológica dos animais.

3.3 Espécie estudada

A tilápia do Nilo é nativa do continente africano, onde é encontrada na bacia do rio Nilo, no Leste da África e foi amplamente difundida nas regiões tropicais e subtropicais, como em Israel, Indonésia, Filipinas, Formosa USA, México, Panamá e toda a América do Sul (Carvalho, 2006). Esta espécie foi introduzida no Brasil em 1952, com o objetivo de conter a proliferação de algas e macrófitas aquáticas em represas (Ostrensky et al., 2008). No entanto, Castagnolli (1992), menciona que esta espécie foi introduzida em 1971, na cidade de Pentecostes (Ceará), através do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS).

É uma espécie de águas quentes, cuja temperatura ideal para seu crescimento varia de 25° a 30°C, tendo seu crescimento afetado abaixo de 15°C. Sua exigência em oxigênio dissolvido é bastante baixa, vivendo em águas contendo até 1,2 mg/L. Além disso, as tilápia suportam faixas de pH entre 5 e 9 (Barbosa, 2007).

Existem no mundo aproximadamente 70 espécies distribuídas em quatro gêneros: *Oreochromis*, *Sarotherodon*, *Tilapia* e *Danakilia* (Proença e Bittencourt, 1994). No entanto, somente quatro se destacam na produção mundial aquícola: a tilápia do Nilo (*O. niloticus*); a tilápia de Moçambique (*O. mossambicus*); a tilápia azul (*O. aureus*) e a tilápia de Zanzibar (*O. urolepis hornorum*) (Kubitza, 2000).

Atualmente, a tilápia do Nilo é a espécie mais utilizada em projetos de aquicultura no país. No ano de 2011 sua produção foi de 253 mil t, representando 45% da aquicultura nacional (MPA, 2013).

O bom desempenho do cultivo desta espécie se deve ao seu rápido crescimento, rusticidade ao manejo, carne de excelente qualidade e boa aceitação no mercado, resistência a doenças, suporta altas densidades de estocagem, baixos teores de oxigênio dissolvido, plasticidade quanto ao uso de proteínas respondendo com a mesma eficiência a ingestão de proteínas de origem vegetal e animal, dentre outras características (Moreira et al., 2007; Takishita et al., 2009).

Artigo Científico

1 Introdução

O rápido crescimento da atividade aquícola tem aumentado a demanda por ingredientes de qualidade na ração, principalmente a farinha e óleo de peixe. No entanto a produção mundial de farinha de peixe na última década manteve-se entre 5,5 a 7,7 milhões de toneladas (FAO, 2012). Este produto é considerado essencial para o desenvolvimento do animal, pois além de apresentar alto valor biológico, também atua como palatilizante (Furuya et al., 2001; Sales e Britz, 2003).

Com a estagnação ou redução desse insumo no mercado mundial, a produção de uma ração comercial de qualidade dependerá, em um futuro próximo, da elaboração de um produto alternativo que possa substituir a farinha de peixe, tanto no aspecto nutricional, quanto econômico (Cyrino et al., 2010; Pereira e Oliva-Teles, 2004).

Diversos estudos vêm sendo realizadas no sentido de identificar fontes proteicas alternativas, disponíveis nas regiões de criação, como substitutos parciais ou totais da farinha de peixe. Ingredientes de origem vegetal são comumente utilizados em substituição a fontes de origem animal visando a redução dos efeitos poluentes na aquicultura bem como redução dos custos, no entanto a presença de fatores antinutricionais restringem seu uso (Boscolo et al., 2001; Aksnes et al., 2006; Santos et al., 2009; Cyrino et al., 2010; Carvalho et al., 2012).

Uma alternativa com grande potencial é o aproveitamento dos resíduos do processamento de animais, na forma de hidrolisado proteico, que apresenta alto teor de proteína, peptídeos, aminoácidos livres e flavorizantes, caracterizando-se como excelente fonte nutricional e funcional (Feltes et al., 2010). De acordo com Dieterich (2014) o emprego do processo de hidrólise no aproveitamento de resíduos agroindustriais de conteúdo proteico elevado é indicado devido o favorecimento e liberação de aminoácidos livres e fragmentos proteicos, originando um produto de excelente qualidade nutricional com potencial para nutrição animal.

O processo de hidrólise consiste na quebra das proteínas em unidades peptídicas de vários tamanhos, cuja ação é comumente catalisado sob ação enzimática, ácida ou alcalina (Kristinsson, 2006; Pasupuleti et al., 2010).

A modificação da estrutura da proteína é empregada com intuito de melhorar as propriedades funcionais, devido a sua especificidade, maior digestibilidade e capacidade de

obter uma variedade de grupos funcionais (Zavareza et al., 2009), possibilitando, assim, sua utilização tanto na dieta animal quanto humana (Furlan; Oetterer, 2002).

Atualmente a tilápia do Nilo *Oreochormis niloticus* é a espécie mais utilizada em projetos de aquicultura no país. No ano de 2011, sua produção foi de 253 mil toneladas, o que representa cerca de 45% da produção aquícola nacional (MPA, 2013). Essa colocação se deve ao seu rápido crescimento, rusticidade ao manejo, carne de excelente qualidade com boa aceitação no mercado, resistência a doenças, altas densidades de estocagem e baixos teores de oxigênio dissolvido, plasticidade quanto ao uso de proteínas respondendo com a mesma eficiência a ingestão de proteínas de origem vegetal e animal, dentre outras características (Moreira et al., 2007; Takishita, et al., 2009).

Alimentos alternativos, menos onerosos e com alta qualidade nutricional e funcional, que maximizem o desempenho dos animais são interessantes para a consolidação da produção aquícola. Dessa forma, o presente estudo visa avaliar a inclusão de hidrolisado proteico de pescado em dietas vegetais para alevinos de tilápia do Nilo *O. niloticus* sobre o desempenho produtivo.

2 Material e Métodos

Hidrolisado Proteico de Pescado

O hidrolisado proteico de pescado foi produzido em parceria com a empresa Falbon Agroindustrial LTDA, localizada no município de Toledo-PR.

Foram utilizados 80% de resíduo da filetagem da tilápia (cabeças, vísceras, escamas, nadadeiras, coluna vertebral e tecido aderido) e 20% de sardinha inteira para elaboração do produto.

O material foi triturado em moedor elétrico de alimentos (5 mm), em seguida, foi direcionado a um reator industrial de aço inox encamisado com sistema de controle de rotação e aquecimento elétrico com capacidade total de 100 quilogramas. Foi adicionado ao resíduo triturado um volume de água igual a 20% do peso da massa e homogeneizados em misturador por aproximadamente 5 minutos com agitação fixada em 3.000rpm. Foi adicionado antioxidante e antifúngico e a mistura foi agitada e ajustada à temperatura para o ótimo da atividade enzimática (55°C). A enzima Alcalase® foi acrescida em 0,5% e continuamente a mistura foi agitada durante 60 minutos para o tempo da reação enzimática no substrato. Após este período, a atividade enzimática foi cessada termicamente pelo aumento da temperatura para 85°C, por 30 minutos e adicionado um conservante alimentício (ácido cítrico).

No final do processo, o hidrolisado líquido foi filtrado para retirada da matéria não hidrolisada (resíduos ósseos, escamas, pele, entre outros) conforme preconizado por Dietrich (2014) e adequadamente armazenado para posterior inclusão nas dietas (Figura 1).

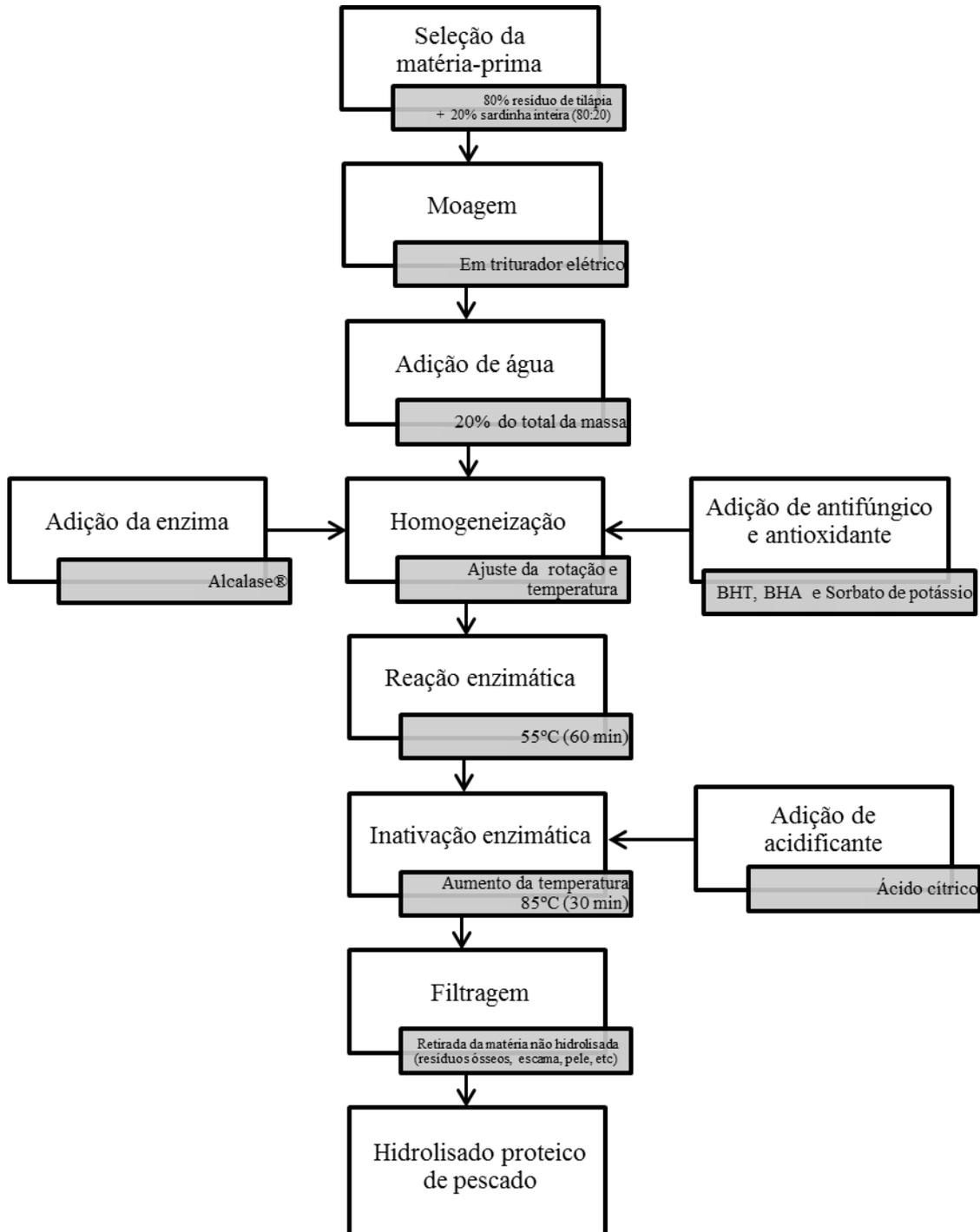


Figura 1: Fluxograma do processo de obtenção de hidrolisado proteico de pescado.

Todas as condições de processamento foram estabelecidas com base na linha de produção da empresa parceira deste estudo com intuito de reproduzir o hidrolisado proteico de pescado (80:20) que é já é comercializado pela mesma.

Ensaio de Desempenho zootécnico de alevinos de tilápia do Nilo

O experimento de desempenho produtivo de alevinos de tilápia do Nilo *O. niloticus* foi conduzido no Laboratório de Aquicultura e Nutrição de Peixes do GEMaQ - Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE-*campus* Toledo. Foram utilizados 300 alevinos com peso médio de $5,4 \pm 0,9$ g, distribuídos casualmente em 20 caixas de polietileno com capacidade de 250 L, com sistema de recirculação, incluindo filtro biológico e aeração constante. Os animais passaram por período adaptativo de aclimação das condições experimentais conforme preconizado por Fracalossi et al (2012).

A condição experimental de temperatura da água foi de $24,1 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$, a concentração de oxigênio dissolvido de $4,6 \pm 0,7$ mg L⁻¹ e o pH de $6,2 \pm 0,4$ e permaneceram dentro do recomendado para o criação de peixes tropicais (Arana, 2004).

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro réplicas, onde a unidade experimental foi constituída por uma caixa com 15 peixes.

Foram formuladas cinco dietas com níveis crescentes de inclusão de hidrolisado proteico de pescado, sendo uma dieta controle ausente do ingrediente a ser testado (0 %) e quatro dietas testes (1, 2, 3 e 4%), de forma a serem isoprotéicas e isoenergéticas, conforme recomendações do NRC (2011) (Tabela 1 e 2). O Cálculo da quantidade de inclusão do hidrolisado líquido nas dietas foi baseada na matéria seca do produto.

Os ingredientes vegetais utilizados foram triturados em moinho do tipo martelo, quando necessário, pesados, misturados ao hidrolisado, extrusados em extrusora ExMicro® em matriz de 2mm e secos em estufa de ar forçado a 55°C por 24h para retirada da umidade adquirida para processamento das rações.

O arraçoamento dos peixes foi feito manualmente quatro vezes ao dia às 8, 11, 14 e 17 h, em pequenas quantidades até atingir a saciedade aparente por 112 dias. As caixas foram sifonadas diariamente para retirada de resíduos da ração e excretas dos animais.

Ao final do período experimental, os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas e posteriormente foram anestesiados com 100mg/L de benzocaína (Okamura et al., 2010) para tomada das medidas individuais de peso (g) e comprimento total (cm) dos peixes de cada unidade experimental.

Tabela 1. Composição percentual (%) das rações experimentais baseadas em ingredientes vegetais com inclusão de níveis de hidrolisado proteico de pescado para alevinos de tilápia do Nilo *O. niloticus*.

Ingredientes	Níveis de inclusão de hidrolisado				
	0	1	2	3	4
Farelo de soja	50,16	48,60	47,04	45,49	43,93
Milho	18,22	18,19	18,16	18,13	18,10
Farelo de trigo	15,00	15,75	16,05	17,25	18,00
Quirera de arroz	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Hidrolisado proteico de pescado	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00
Gluten de trigo	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fosfato bicálcico	1,64	1,63	1,62	1,61	1,60
Gluten de milho	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Suplemento (mineral + vitamínico) ¹	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L-Lisina	0,00	0,21	0,46	0,64	0,85
Calcário	0,52	0,53	0,55	0,56	0,57
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Antifúngico	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L-Treonina	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10
Cloreto de colina	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Vitamina C	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
DL-Metionina	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Oleo de soja	1,59	1,19	0,80	0,40	0,00

¹Quantidade calculada com base na matéria seca do hidrolisado proteico de pescado líquido. ²Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D3 - 200.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K3 - 1.000 mg; vit. B1 - 1.500 mg; vit. B2 - 1.500 mg; vit. B6 - 1.500 mg; vit. B12 - 4.000 mg; ácido fólico - 500 mg; pantotenato de cálcio - 4.000 mg; vit. C - 15.000 mg; biotina - 50 mg; inositol - 10.000; nicotinamida - 7.000; colina - 40.000 mg; cobalto - 10 mg; cobre - 500 mg; ferro - 5.000 mg; iodo - 50 mg; manganês - 1.500 mg; selênio - 10 mg; zinco - 5.000 mg.

Tabela 2. Composição percentual calculada (%) das rações experimentais baseadas em ingredientes vegetais com inclusão de níveis de hidrolisado proteico de pescado para alevinos de tilápia do Nilo

Valores calculados					
A. Linoleico (%)	1,83	1,68	1,53	1,37	1,22
Amido (%)	29,37	29,38	29,39	29,39	29,40
Cálcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
ED tilápia (kcal kg ⁻¹)	3036	3036	3036	3036	3036
Fósforo total (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Gordura (%)	3,59	3,70	3,81	3,92	4,03
Metionina (%)	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Proteína (%)	29,73	29,73	29,73	29,73	29,73
Treonina (%)	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Triptofano (%)	0,38	0,38	0,37	0,37	0,36

Os parâmetros de desempenho produtivo avaliados foram: o peso final (g), ganho em 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], taxa de eficiência proteica [ganho em peso/proteína consumida] e fator de condição de Fulton [(peso final (g)/comprimento final total³)*100] dos animais submetidos às diferentes dietas.

Para avaliar a influência dos níveis de inclusão de hidrolisado de pescado na composição corporal dos peixes, os animais de cada unidade experimental foram eutanasiados com 250 mg/L de benzocaína (Okamura et al., 2010), e realizados os procedimentos para determinação da umidade, proteína bruta, extrato etéreo e a matéria mineral conforme estabelecido pela AOAC (2005).

Os dados dos aspectos produtivos foram tabulados e submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5 % de probabilidade, e em caso de diferenças aplicou-se análise de regressão polinomial para determinar o melhor nível de inclusão do hidrolisado proteico de pescado, através do programa estatístico Statistica® 7.0.

3 Resultados

A composição bromatológica do hidrolisado proteico de pescado apresenta 40,74% de proteína bruta, 54,06% de lipídeos, 3,23% de cinzas e 6,429 kcal kg⁻¹ de energia bruta (valores com base na matéria seca).

Em relação às características produtivas, observou-se que os diferentes níveis de inclusão de hidrolisado proteico de pescado influenciaram o desempenho produtivo dos

alevinos de tilápia do Nilo, onde a análise de regressão polinomial revelou efeito quadrático para peso final, ganho em peso, taxa de crescimento específico e taxa de eficiência proteica, embora para a conversão alimentar aparente tenha apresentado efeito linear negativo e nenhum efeito foi observado para o fator de condição e sobrevivência (Tabela 3).

Tabela 3. Regressão polinomial das características produtivas de alevinos de tilápia do Nilo alimentadas com dieta contendo diferentes níveis de hidrolisado proteico de pescado.

Características produtivas	Níveis de Inclusão (%)					p (0,05)
	0	1	2	3	4	
¹ Peso final (g)	25,99±0,40	25,63±2,26	28,24±0,22	27,46±1,19	23,47±1,83	0,004
² Ganho em peso diário (g/dia)	20,83±0,55	20,21±0,69	23,57±1,53	22,04±1,38	18,05±2,11	0,002
³ Taxa de crescimento específico (%)	1,41±0,01	1,39±0,02	1,50±0,04	1,45±0,05	1,31±0,07	0,003
⁴ Taxa de eficiência proteica	1,18±0,03	1,11±0,13	1,41±0,02	1,28±0,07	1,05±0,11	0,012
⁵ Conversão alimentar	1,88±0,09	1,44±0,38	1,44±0,35	1,10±0,28	1,04±0,33	0,0007
⁶ Fator de condição	1,72±0,10	1,86±0,04	1,75±0,03	1,78±0,02	1,76±0,01	0,588
⁷ Sobrevivência	66,6±9,4	75±14,3	68,3±5,6	71,6±11,9	73,3±16,3	0,79

¹Efeito quadrático PF=25,286+2,7123*X-0,7587*X², R²=0,65; ²Efeito quadrático GP=20,0273+2,948*X-0,8301*X², R²=0,68; ³Efeito quadrático TCE=1,3836+0,0995*X-0,0285*X², R²=0,68; ⁴Efeito quadrático TEP=1,1049+0,1617*X-0,041*X², R²=0,57; ⁵Efeito linear CA=21,3318+1,6407*X, R²=0,69; ^{6,7}Não houve efeito significativo.

A derivação das equações indicou a inclusão ótima de 1,79% para o peso final, 1,77% para ganho em peso, 1,75% para a taxa de crescimento específico e 1,97% para taxa de eficiência proteica. Já a conversão alimentar aparente apresentou comportamento linear negativo (p<0,05), ou seja, à medida que se aumentou o nível de hidrolisado nas dietas, houve decréscimo na conversão alimentar aparente (Figura 2).

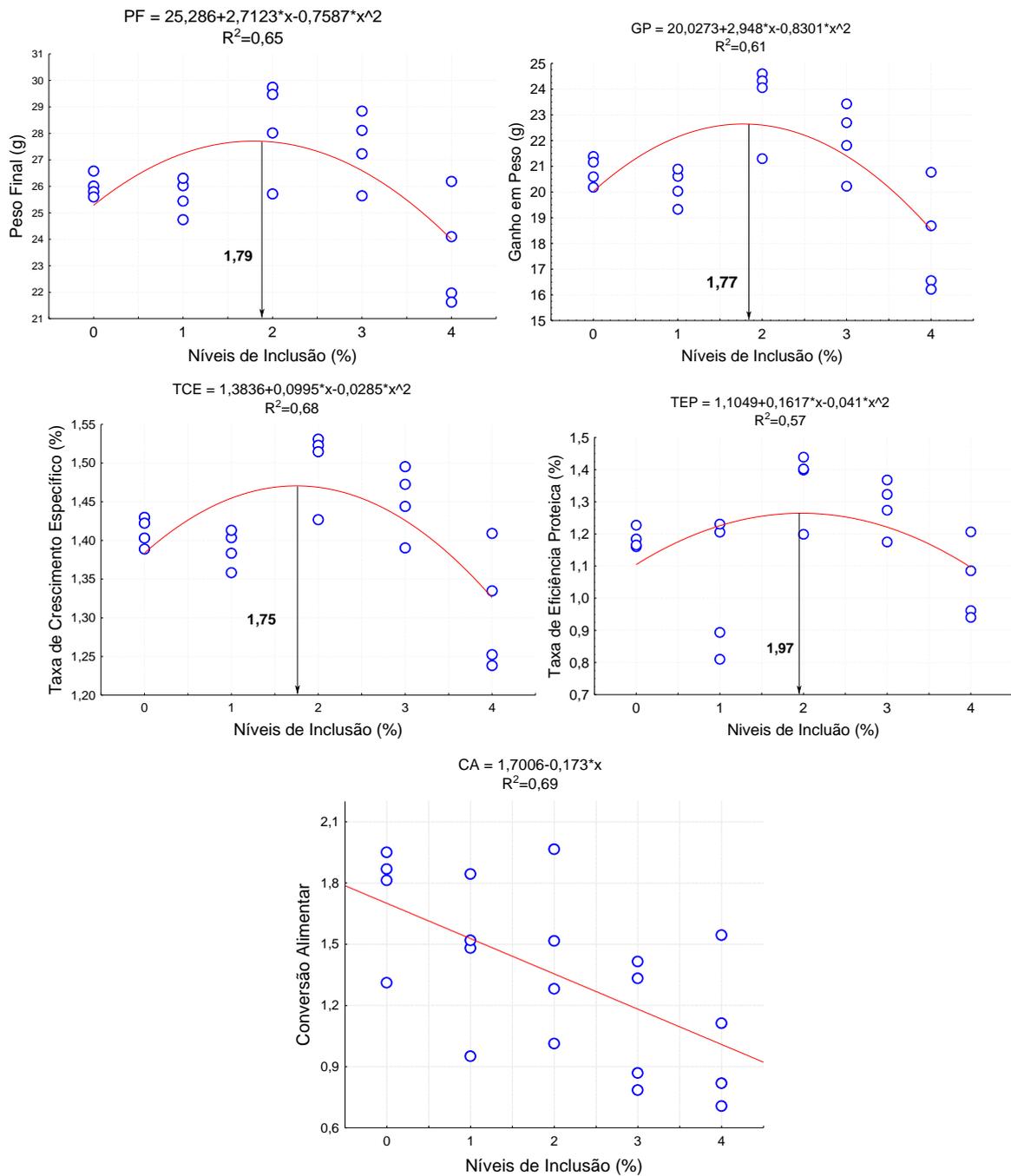


Figura 2: Representação das equações de regressão para peso final, ganho em peso diário, taxa de crescimento específico e conversão alimentar de tilápia do Nilo em dietas contendo hidrolisado proteico de peixe.

Não foi observado efeito ($p > 0,05$) dos níveis de hidrolisado sobre o percentual dos parâmetros da composição corporal dos alevinos de tilápia do Nilo (Tabela 4).

Tabela 4. Características da composição proximal da carcaça de tilápias do Nilo alimentadas com hidrolisado proteico de resíduo de tilápia e sardinha.

Composição proximal	Níveis de Inclusão (%)					p
	0	1	2	3	4	
Umidade	75,82±2,28	77,99±1,22	78,11±0,63	76,70±0,30	76,75±0,84	0,339
Proteína bruta	14,74±1,48	13,75±0,93	13,61±1,06	13,83±1,00	14,75±1,03	0,767
Lipídeos	5,14±1,42	4,16±0,79	4,43±0,43	4,56±0,54	4,65±0,82	0,82
Cinzas	4,21±0,33	3,25±1,46	2,93±1,30	3,16±1,50	4,07±0,30	0,676

4 Discussão

Diversos estudos com hidrolisados na alimentação de organismos aquáticos vêm demonstrando melhoras nos aspectos produtivos desses animais (Cahu et al., 1999; Refstie et al., 2004; Hevrøy et al., 2005; Zheng et al., 2012; Arredondo-Figueroa et al. 2013). Dentre estes, Silva (2014) observou que pós-larvas de tilápia do Nilo alimentadas com hidrolisado proteico de resíduo de pescado apresentaram melhor peso final, ganho em peso e taxa de crescimento específico quando comparadas as do tratamento ausente da inclusão do produto. Em dietas para surubins, a inclusão de hidrolisado copodruto de tilápia expressou melhor conversão alimentar aparente e taxa de eficiência proteica (Dieterich, 2014). Da mesma forma, De Carli (2013) observou que a inclusão de hidrolisado líquido de peixes melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar aparente do jundiá *Rhandia voulezi*. Isto pode ser explicado devido os hidrolisados proteicos possuírem maior e melhor digestibilidade dos nutrientes, onde a quebra das ligações peptídicas resulta em peptídeos de vários tamanhos e aminoácidos livres que são facilmente absorvidos pelo organismo (Martone et al, 2005; Nilsang et al, 2005). Em conformidade com a mesma premissa, Silva (2014) relatou 99,28% de digestibilidade da proteína do hidrolisado utilizado nesse estudo (tilápia e sardinha) para tilápia do Nilo.

Fracalossi et al (2012) ressaltam que os parâmetros relacionados ao crescimento (peso final, comprimento final, ganho em peso, taxa de crescimento específico) são os aspectos mais importante para expressar a resposta dos peixes às dietas e ingredientes experimentais, uma vez que é a medida com maior aplicabilidade na produção, onde se espera por maior produtividade e consequente lucratividade.

Embora as dietas desse estudo fossem constituídas, em maioria, por ingredientes de origem vegetal, sendo o hidrolisado a única fonte de origem animal, o aumento do consumo de ração e consequentes melhoras dos aspectos relacionados a essa parâmetro, podem ser

associados ao fato dos hidrolisados, principalmente os oriundos de pescados, atuarem como potenciais palatabilizantes, ou seja, atrativos alimentares, fazendo com que aumente o consumo das dietas (Cahu et al., 1999; Kolkovski et al., 2000; Plascencia-Jatomea et al. 2002; Hevroy et al., 2005; Zheng et al. 2012; Dieterich, 2014). Por outro lado, foi observado que a conversão alimentar diminuiu com o aumento dos níveis de hidrolisado nas dietas, ou seja, foi necessário menor ingestão de alimento para o crescimento dos peixes alimentados com níveis mais elevados de hidrolisado. A combinação do consumo de ração sobre o ganho em peso dos animais fornece o valor da conversão alimentar que é uma característica bastante sensível à eficiência do alimento avaliado é o resultado mais esperado em empreendimentos (Glendcross et al, 2007; Borba et al., 2006; Fracalossi et al., 2012).

Contrariamente ao observado, alguns autores relatam diminuição do consumo de ração suplementada com elevados níveis de hidrolisado proteico de pescado (Adler-Nissen, 1984; Hevroy et al., 2005). Embora o processo de hidrólise enzimática consista em um procedimento relativamente simples, o mesmo deve ser realizado em condições controladas (tempo de hidrólise, relações enzima/substrato), para garantir a manutenção da qualidade nutricional e um perfil peptídico definido e reprodutível. Caso contrário, pode resultar na criação de peptídeos de sabor amargo ou compostos lipídicos rançosos, reduzindo o consumo de ração e crescimento do animal (Adler-Nissen, 1986; Mahmoud et al., 1992).

Em geral, em estudos dessa natureza, os melhores resultados foram obtidos usando níveis de até 20% de inclusão de hidrolisado (Gomes et al., 1995; Cahu et al., 1999, Refstie et al., 2004; Kotzamanis et al., 2007). Zheng et al. (2011), observaram que linguado alimentado com 3,7% de hidrolisado proteico apresentou melhor crescimento e eficiência alimentar. Do mesmo modo, Silva (2014) determinou a melhor inclusão para peso final e ganho em peso de pós-larvas de tilápia do Nilo para 4,75% de hidrolisado proteico de pescado. Comparativamente, considerando que os níveis indicados no presente estudo são inferiores aos mencionados pela literatura, ressalta-se que a necessidade proteica varia de acordo com a fase de vida (idade) e espécie avaliada, tendendo a diminuir com aumento da idade, bem como variar entre espécies e seus hábitos alimentares. Além disso, os níveis de inclusão devem ser criteriosamente ponderados, pois segundo Portz e Furuya (2012), o excesso de proteína e aminoácidos pode causar toxicidade, antagonismo, afetar o transporte de nutrientes dentre outros aspectos.

Os níveis de hidrolisado nas dietas não exerceram influência no fator de condição e sobrevivência assim como reportado por Dieterich (2014). Acredita-se que os valores de sobrevivência tenham sido influenciados pelo comportamento territorialista das tilápias.

O conteúdo de umidade e cinzas apresentou valores variando de 75,82 a 78,11% e 2,93 a 4,21%, respectivamente, os quais são semelhantes ao reportado na literatura para as tilápias (Signor et al., 2010; Schwarz et al., 2010). Em consonância, Dieterich (2014) não observou diferença significativa na composição corporal de surubins alimentados com hidrolisado coproduto de tilápia. No entanto, infere-se que a ausência de diferenças na composição corporal dos peixes seja decorrente da utilização de dietas isoproteicas e isoenergéticas, uma vez que ambos tratamentos receberam a mesma quantidade de proteína e energia.

5 Conclusão

A inclusão de hidrolisado de pescado nas dietas melhorou aspectos produtivos de alevinos de tilápia do Nilo, onde recomenda-se a inclusão de 1,77% do referido produto para melhor desempenho nessa fase de criação.

6 Referências bibliográficas

ABIMORAD, E. G.; STRADA, W. L.; SCHALCH, S. H. C.; GARCIA, F.; CASTELLANI, D.; MANZATTO, M. R. Silagem de peixe em ração artesanal para tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.519-525, 2009.

ADLER-NISSEN, J. **Enzymatic Hydrolysis of Food Proteins**. New York, NY: Elsevier Appl. Sci. Publ.; 1986.

AKSNES, A.; HOPE, B.; JÖNSSON, E.; BJÖRNSSON, B.T.; ALBREKTSSEN, S. Size-fractionated fish hydrolysate as feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with high plant protein diets. I: Growth, growth regulation and feed utilization. **Aquaculture**, v.261, p.305-317, 2006.

ANUALPEC. O desenvolvimento recente da aquicultura brasileira. In: **FNP consultoria e agroinformativos**. ANULPEC 2005. São Paulo: Instituto FNP, 2005. 252-256p. ARRUDA, L. F.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Use of fish waste as silage - a review. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, p.879-886, 2007.

ARANA, L. V. **Princípios químicos da qualidade de água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2004.

ARREDONDO-FIGUEROA, J.L., PONCE-PALAFOX, J.T., SHIRAI-MATSUMOTO, K., PÉREZ-ZAVALA, Á., BARRIGA-SOSA, I. DE LOS Á., LUNA, A.R. Effects of including shrimp protein hydrolysate in practical diets on the growth and survival of redclaw crayfish hatchlings *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). *Aquac. Res.*, 44, 966–973. 2013.

ASSAD, L. T.; BURSZTYN, M. **Aqüicultura no Brasil**: bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília. p. 33-72. 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC**. 18.ed. Gaithersburg, M.D, USA, 2005.

BAGNI M.; ARCHETTI, L.; AMADORI, M.; MARIN, G. Effect of long-term oral administration of an immunostimulant diet on innate immunity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Journal of Veterinary Medicine**, v.47, p.745–751, 2000.

BARBOSA, A.C. A. **A Criação de Tilápias em gaiolas**. EMPARN-Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, Lagoa Nova-RN. 2007.

BARRIAS, C.; OLIVA-TELES, A. The use of locally produced fish meal and other dietary manipulations in practical diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Aquaculture**, v.31, p.213-218, 2000.

BERGE, G.M.; STOREBAKKEN, T. Fish protein hydrolyzate in starter diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry. **Aquaculture**, v. 145, p. 205-212, 1996.

BEZERRA, R. S.; SANTOS, J. F.; PAIVA, P. M. G.; CORREIA, M. T. S.; COELHO, L. C. B. B. ; VIEIRA, V. L. A. ; CARVALHO, J. R. L. B. Partial purification and characterization of thermostable trypsin from pyloric caeca of tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Journal Food Biochemistry**, v.25, p.199-210, 2001.

BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. **Aquicultura. Uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba: Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos ambientais, 2003. 128p.

BOSCARDIN, N.R. A produção aquícola brasileira. In: OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R., SOTO, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília: Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca/FAO, 2008, 27-72.p.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1391-1396, 2001.

BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. **Industrialização de tilápias**. Toledo: GFM Gráfica & Editora. 2007. 117p.

BUYUKCAPAR, H. M.; ATALAY, A.; KAMALAK, A. Growth Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed with Diets Containing Different Levels of Hydrolysable and Condensed Tannin. **Journal of Agricultural Science and Technology**, vol. 13, p.1045-1051, 2011.

CAHU, C.L.; ZAMBONINO-INFANTE, J.L.; QUAZUGUEL, P. Protein hydrolysate vs. Fish mael in compound diets for 10-day old sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae. **Aquaculture**, v.171, p.109-119, 2004.

CARVALHO, A.P.; ESCAFFRE, A.M.; OLIVA-TELES, A.; BERGOT, P. First feeding of common carp larvae on diets with high levels of protein hydrolysates. **Aquaculture International**, v.5, p. 361-367, 1997.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189p.

CHALAMAIAH, M.; BALASWAMY, K.; NARSINGRAO, G.; PRABHAKARA-RAO, P.G.; JYOTHIRMAYI, T. Chemical composition and functional properties of mrigal (*Cirrhinus mrigala*) egg protein concentrates and their application in pasta. **Journal of Food Science and Technology**, v.50, p.512-520, 2013.

CHOI, Y. J.; HUR, S.; CHOI, B. D.; KONNO, K.; PARK, J. W. Enzymatic hydrolysis of recovered protein from frozen small croaker and functional properties of its hydrolysates. **Journal of Food Science**, v.74, p.17-24, 2009.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 68-87, 2010.

DAIAS, R. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2006.106.196p.

DE CARLI, J.A. **Utilização de diferentes hidrolisados protéicos na alimentação do jundiá (*Rhamdia voulezi*) em tanques rede**. Marechal Cândido Rondon, 2013. 30p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia – PPZ, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2013.

DIETERICH, F. **Desenvolvimento, avaliação físico-química e biológica de hidrolisado proteico de resíduos agroindustriais para surubim**. Jaboticabal – SP, 2014. 88p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP - CAUNESP.

DONG, F. M.; FAIRGRIEVE, W. T.; SKONBERG, D. I.; RASCO, B. A. Preparation and nutrient analyses of lactic acid bacteria ensiled salmon viscera. **Aquaculture**, v.109, p.351-366, 1993.

FARIA, M. **Avaliação in vitro e in vivo da atividade anti-hipertensiva de hidrolisados comerciais de diversas fontes proteicas**. 2006. 104p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L. I.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.14, p.669–677, 2010.

FOH, M. B. K.; KAMARA, M. T.; AMADOU, I.; FOH, B. M.; WENSHUI, X. Chemical and physicochemical properties of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish protein hydrolysates and concentrate. **International Journal of Biological Chemistry**, v.5, p.21–36, 2011.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Rome, 2012. 230p

FRACALOSSO, D. M.; RODRIGUES, A. P. O.; SILVA, T. S. C.; CYRINO, J. E. P. Técnicas experimentais em nutrição de peixes. In: FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Ed.). Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. p.37-64.

FURLAN, E. F.; OETTERER, M.; Hidrolisado protéico de pescado. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v.10, p.79 -89, 2002.

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

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

GILDBERG, A. Enzymic processing of marine raw materials. **Process Biochemistry**, v.28, p.1-15, 1993.

GOLDHOR, S. H.; REGENSTEIN, J. M. Fisheries products: a selective update and review. **Foodstuffs**, 1988, 60, 14-16.

GOMES, E.F.; REMA, P.; GOUVEIA, A.; OLIVA-TELES, A.. Replacement of fish meal by plant proteins in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effect of the quality of the fishmeal based control diets on digestibility and nutrient balances. **Water Science and Technology**, v.31. p. 205–211. 1995.

HERNÁNDEZ, C.; OLVERA-NOVOA, M. A.; SMITH, D. M.; HARDY, R. W.; GONZALEZ-RODRIGUEZ, B. Enhancement of shrimp *Litopenaeus vannamei* diets based on terrestrial protein sources via the inclusion of tuna by-product protein hydrolysates. **Aquaculture**, v.17, p.17-123, 2011.

HEVROY, E. M.; ESPE, M.; WAAGB, O R.; SANDNES, K.; RUUD, M.; HEMRE, G. Nutrient utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed increased levels of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. **Aquaculture Nutrition**, v.11, p.301–313, 2005

KOLKOVSKI, S.; TANDLER, A. The use of squid protein hydrolysate as a protein source in microdiets for gilthead sea bream *Sparus aurata* larvae. **Aquaculture Nutrition**, v.6, p.11-15, 2000.

KOLKOVSKI, S., CZESNY, S., DABROWSKI, K. Use of krill hydrolysate as a feed attractant for fish larvae and juveniles. **J. of the World Aquac. Soc.** 31, 81–88. 2000.

KOTZAMANIS, Y.P., GISBERT, E., GATESOUBE, F.J., ZAMBONINO INFANTE, J., CAHU, C. Effects of different dietary levels of fish protein hydrolysates on growth, digestive. 2007

KRISTINSSON, H. G. The production, properties, and utilization of fish protein hydrolysates. In: SHETTY, K.; PALIYATH, G.; POMETTO, A.; LEVIN, R. E. **Food Biotechnology**. New York: Taylor & Francis Group. 2006. p.1111-1133.

KRISTINSSON, H. G.; RASCO, B. A. Fish protein hydrolysates: production, biochemical and functional properties. **Food Science and Nutrition**, v.32, p.1-39, 2000.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento da produção comercial**. Jundiaí: Edição do Autor, 2000. 285p.

LIAN, P.; LEE, C. M. Characterization of squid hydrolysates for its potential as aquaculture feed ingredient. In: **Proceedings of the First Joint Trans-Atlantic Fisheries Technology Conference – TAFT**. Iceland.The Icelandic Fisheries Laboratories. 2003, p.379–380.

LIANG, M.; WANG J.; CHANG, Q.; MAI, K...Effects of different levels of fish protein hydrolysate in the diet on the nonspecific immunity of Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus* (Cuvieret Valenciennes, 1828).**Aquaculture Research**, v.37, p.102-106, 2006.

MACEDO–VIEGAS, E.M. e SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M. e

CASTAGNOLLI, N. (Ed.). Tópicos Especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva . São Paulo: Tec Art. p. 405-500. 2004.

MAHMOUD, M. I.; MALONE, W. T.; CORDLE, C. T. Enzymatic hydrolysis of casein: effect of degree of hydrolysis on antigenicity and physical properties. **Journal of Food Science**, v.57, p.1223–1229, 1992.

MATOS, A. L. Tratamento de resíduos agroindustriais. Fundação Estadual Do meio Ambiente. Viçosa, 2005.34p.

MAZORRA-MANZANO, M. A.; PACHECO-AGUILAR, R.; RAMIREZ-SUAREZ, J. C.; GARCIA-SANCHEZ, G.; LUGO-SANCHEZ, M. E. Endogenous proteases in Pacific Whiting

(*Merluccius productus*) muscle as a processing aid in functional fish protein hydrolysate production. **Food and Bioprocess Technology**, v.5, p.130-137, 2012.

Ministério da Pesca e aquicultura (MPA). **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Brasília, 2013. 60p.

MOREIRA, A. A.; HILSDORF, A. W. S.; SILVA, J. V.; SOUZA, V. R. Variabilidade genética de duas variedades de tilápia nilótica por meio de marcadores microssatélites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.521-526, 2007.

MUZAIFA, M.; SAFRIANI, N.; ZAKARIA, F. Production of protein hydrolysates from fish by-product prepared by enzymatic hydrolysis. **Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation**, v.5,p.36-40, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of fish and shrimp**. The national academies press, Washington, 2011, 379p.

NEVES, R.A.M. das. **Utilização de hidrolisados enzimáticos de peixes para obtenção de peptídeos inibidores da enzima conversora da angiotensina I (ECA)**. 2005. 112p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Editora Agropecuária. 200 p. 2002.

OKAMURA, D.; ARAÚJO, F. G.; ROSA, P. V.; FREITAS, R. T. F.; MURGAS, L. D. S.; CESAR, M. P. Influência da concentração de benzocaína e do comprimento dos peixes na anestesia e na recuperação de tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 971-976, 2010.

OSTRENSKY, A.; BORGUETTI, J.R., SOTO, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília: Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca/FAO, 2008. 276p.

OVISSIPOUR, M.; SAFARI, R.; MOTAMEDZADEGAN, A.; SHABANPOUR, B. Chemical and biochemical hydrolysis of persian sturgeon (*Acipenser persicus*) visceral protein. **Food and Bioprocess Technology**, v.5, p.460-465, 2012.

PACHECO-AGUILAR, R.; MAZORRA-MANZANO, M. A.; RAMIREZ-SUAREZ, J. C. Functional properties of fish protein hydrolysates from Pacific whiting (*Merluccius productus*) muscle produced by a commercial protease. **Food Chemistry**, v.109, p.782–789, 2008.

PASUPULETI, V. K.; HOLMES, C.; DEMAINE, A. L. Applications of protein hydrolysates in biotechnology. In: VIJAI K. PASUPULETI, A. L. DEMAINE. **Protein Hydrolysates in Biotechnology**. New York: Springer, 2010. p.1-10.

PEREIRA, T. G.; OLIVA-TELES, A. Evaluation of micronized lupin seed meal as an alternative protein source in diets for gilthead sea bream *Sparus aurata* juveniles. **Aquaculture**, v.35, p.828-835, 2004.

PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**: meta 11. Santa Catarina: Universidade do Vale do Itajaí, (Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca e aquicultura no sul do Brasil, convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA). 2001.

PIMENTA, M. E. S. G.; FREATO, T. A.; DE OLIVEIRA, G. R. Silagem de pescado: uma forma interessante de aproveitamento de resíduos do processamento de peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, p.592-598, 2008.

PLASCENCIA-JATOMEA, M.; OLIVERA-NOVOA, M.A.; ARREDONDO-FIGUEROA, J.L.; HALL, G.M.; SHIRAI, K. Feasibility of fishmeal replacement by shrimp head silage protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L) diets. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 82, p. 753-759, 2002.

PORTZ, L.; FURUYA, W.M. Energia, proteína e aminoácidos. In: FRACALLOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Ed.). Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. p.65-77.

REBOUÇAS, M. C.; RODRIGUES, M. C. P.; CASTRO, R. J. S.; VIEIRA, J. M. M. Caracterização do concentrado protéico de peixe obtido a partir dos resíduos da filetagem de tilápia do Nilo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.697-704, 2012.

REFSTIE, S.; OLLI, J. J.; STANDAL, H. Feed intake, growth, and protein utilization by post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in response to graded levels of fish protein hydrolysate in the diet. **Aquaculture**, v. 239, p. 331–349, 2004.

SALES, J.; BRITZ, P. J. Apparent true availability of amino acids from common feed ingredients for South African abalone (*Haliotis midae*). **Aquaculture**, v.9, p.55-64, 2003.

SANTOS, E. T. MORAES, N.; LUDKE, J. V. FRANKE, M. Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30.

Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP). Disponível em http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/. Acesso em 1 de junho de 2014.

SEIBEL, N. F.; SOUZA-SOARES, L. A. Produção de Silagem Química com Resíduos de Pescado Marinho. **Brazilian Journal Food Technology**, v.6, p.333-337, 2003.

SIGNOR, A.; PEZZATO, L.E.; FALCON, D.R. 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.

SILVA, T. C. **Hidrolisado proteico de resíduo de pescado na alimentação da tilápia do Nilo: Digestibilidade e desempenho zootécnico**. Toledo, 2014. 62p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) – Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca - PREP, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2014.

SILVA, G. G. H.; CAMARGO, A. F. M. Valor nutritivo de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. **Acta Scientiarum**, v.24, p.519-526, 2002

STEVANATO, F. B.; COTTICA, S. M.; PETENUCCI, M. E.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Evaluation of processing, preservation and chemical and fatty acid

composition of Nile tilapia waste. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 34, p.373–383, 2007.

SUCASAS, L. F. A. Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva. 2011. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

TAKISHITA, S. S.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; BOMFIM, M. A. D.; QUADROS, M.; SOUSA, M. P. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia-do-Nilo. **R. Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2099-2105, 2009.

TANG, H.; WU, T.; ZHAO, Z.; PAN, X. Effects of fish protein hydrolysate on growth performance and humoral immune response in large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea* R.). **Journal of Zhejiang University**, v.9, p.684-690, 2008.

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. In: 12º Congresso de Zootecnia, Portugal. Anais...p-111-118. 2002.

WASSWA, J.; TANG, J.; GU, X. Optimization of the production of hydrolysates from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) skin using Alcalase. **Journal of Food Biochemistry**, v.32, p.460–473, 2008.

YIN, H.; PU, J.; WAN, Y.; XIANG, B.; BECHTEL, P. J.; SATHIVEL, S. Rheological and functional properties of Catfish skin protein hydrolysates. **Journal of Food Science**, v.75, p.11-17, 2010.

ZAVAREZE, E. R.; SILVA, C.M.; MELLADO, M.S.; PRENTICE HERNÁNDEZ, C. Funcionalidade de hidrolisados proteicos de cabrinha (*Prionotus punctatus*) obtidos a partir de diferentes proteases microbianas. **Química Nova**, v.32, p.1739-1743, 2009.

ZHENG, K., LIANG, M., YAO, H., WANG, J., CHANG, Q. Effect of dietary fish protein hydrolysate on growth, feed utilization and IGF-I levels of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). **Aquac. Nutr.** 18, 297–303. 2012.