



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA- UNESP**  
**CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP**



**Produção, caracterização nutricional e utilização de  
farinhas e óleos de resíduos de peixes neotropicais em  
dietas para Tilápia do Nilo**

**Leticia Hayashi Higuchi**  
**Bióloga**

**Jaboticabal-SP**  
**2015**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA- UNESP**  
**CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP**



**Produção, caracterização nutricional e utilização de  
farinhas e óleos de resíduos de peixes neotropicais em  
dietas para Tilápia do Nilo**

**Leticia Hayashi Higuchi**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rose Meire Vidotti**

**Co-Orientador: Dr. Giovani Sampaio Gonçalves**

**Co-Orientador: Dr. Eduardo Gianini Abimorad**

**Tese apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Aquicultura, do Centro  
de Aquicultura da UNESP- CAUNESP,  
como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Doutor.**

**Jaboticabal-SP  
2015**

H639p Higuchi, Leticia Hayashi  
Produção, caracterização nutricional e utilização de farinhas e óleos de resíduos de peixe neotropicais em dietas para Tilápia do Nilo / Leticia Hayashi Higuchi. -- Jaboticabal, 2015  
xvii, 86 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015

Orientadora: Rose Meire Vidotti

Banca examinadora: Dalton Jose Carneiro, Fabiana Garcia Scaloppi, Fabio Rosa Sussel, Marta Verardino de Stéfani

Bibliografia

1. Nutrição Animal. 2. Resíduos de peixes. 3. *Oreochromis niloticus*. 4. Peixes neotropicais. 5. Proteína Animal. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 639.3.043

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** Produção, caracterização nutricional e utilização de farinhas e óleos de resíduos de peixes neotropicais em dietas para tilápia do Nilo

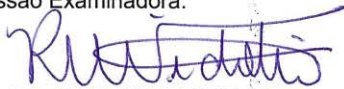
**AUTORA:** LETICIA HAYASHI HIGUCHI

**ORIENTADORA:** Profa. Dra. ROSE MEIRE VIDOTTI

**CO-ORIENTADOR:** Prof. Dr. EDUARDO GIANINI ABIMORAD

**CO-ORIENTADOR:** Prof. Dr. GIOVANI SAMPAIO GONCALVES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Aquicultura , pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. ROSE MEIRE VIDOTTI

Centro de Pesquisa Em Pesca Continental / Instituto de Pesca de São Paulo



Prof. Dr. DALTON JOSE CARNEIRO

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



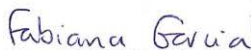
Profa. Dra. MARTA VERARDINO DE STEFANI

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. FÁBIO ROSA SUSSEL

APTA, Pirassununga-SP



Profa. Dra. FABIANA GARCIA SCALOPPI

Departamento de Descentralização do Desenvolvimento, APTA, Votuporanga-SP.

Data da realização: 02 de março de 2015.

**SUMÁRIO**

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FLUXOGRAMA .....	viii
DEDICATÓRIA.....	ix
AGRADECIMENTOS ESPECIAIS .....	x
APOIO FINANCEIRO.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	14
RESUMO GERAL .....	16
ABSTRACT .....	18
CAPÍTULO 1 .....	20
CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	20
1. Cenário da produção de pescado no mundo .....	20
2. Cenário da produção de farinha e óleo de peixe.....	21
3. Resíduos de peixes.....	21
3.1. Farinhas de resíduos de peixe .....	23
3.2. Óleos de resíduos de peixe .....	25
4. Utilização das farinhas e óleos de peixes em dietas para peixes .....	27
4.1. Digestibilidade .....	27
4.2. Desempenho Produtivo .....	29
5. Aproveitamento de resíduos de peixes .....	31
6. Objetivos .....	32
6.1. Objetivo Geral.....	32
6.2. Objetivos Específicos .....	32
7. Referências.....	34
CAPÍTULO 2 .....	45
Produção e caracterização nutricional de farinhas e óleos de resíduos de peixes neotropicais em dietas para tilápia do Nilo.....	45
1. Introdução .....	47

2. Material e Métodos.....	49
2.1. Produção de Farinhas e Óleos .....	49
2.2. Digestibilidade das farinhas.....	54
3. Resultados .....	58
4. Discussão.....	64
5. Conclusão .....	70
6. Agradecimentos .....	70
7. Referências .....	71
CAPÍTULO 3 .....	82
Uso de diferentes fontes proteicas na dieta de juvenis de Tilápia do Nilo .....	82
1. Introdução .....	83
2. Material e Métodos.....	84
3. Resultados e Discussão.....	90
4. Conclusão .....	99
5. Agradecimentos .....	99
6. Referências .....	100
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	105

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 2

<b>Tabela 1:</b> Fórmula e composição da dieta referência.....	55
<b>Tabela 2:</b> Composição centesimal das farinhas de patinga (FPA) e de pintado real <sup>®</sup> (FPR).....	58
<b>Tabela 3:</b> Composição em aminoácidos (g/100g de PB) e teores de proteína bruta das farinhas de patinga (FPA) e de pintado real <sup>®</sup> (FPR).....	59
<b>Tabela 4:</b> Valores de escore químico de aminoácidos essenciais (g/100g de PB) das farinhas de patinga (FPA) e de pintado real <sup>®</sup> (FPR) em relação a exigência em proteína bruta para a tilápia do Nilo.....	60
<b>Tabela 5:</b> Índices de identificação e qualidade do óleo de patinga (OPA) e de pintado real <sup>®</sup> (OPR). ....	61
<b>Tabela 6:</b> Composição de ácidos graxos do óleo de patinga (OPA) e de pintado real <sup>®</sup> (OPR) (expressos em mg/g de LT).....	62
<b>Tabela 7:</b> Índices de qualidade nutricional da fração lipídica dos óleos de patinga (OPA) e de pintado real <sup>®</sup> (OPR).....	63
<b>Tabela 8:</b> Coeficiente de digestibilidade aparente e valores digestíveis da proteína e energia das farinhas para a tilápia do Nilo. ....	64

### Capítulo 3

<b>Tabela 1:</b> Fórmula, composição centesimal, química e custos das dietas experimentais.....	86
<b>Tabela 2:</b> Desempenho de tilápias do Nilo alimentadas com as dietas experimentais.....	91
<b>Tabela 3:</b> Composição física e química dos peixes inteiros de tilápias do Nilo alimentadas com dietas experimentais. ....	94
<b>Tabela 4:</b> Variáveis hematológicas e bioquímicas de tilápias do Nilo alimentadas com dietas experimentais. ....	96
<b>Tabela 5:</b> Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia para a tilápia do Nilo alimentada com as dietas experimentais.....	97
<b>Tabela 6:</b> Comparação de preço e custo de arraçoamento das dietas experimentais.....	98

## **LISTA DE FLUXOGRAMA**

<b>Fluxograma 1:</b> Processamento parcelado da Patinga (PA) e dos resíduos gerados (setas pontilhadas).....	50
<b>Fluxograma 2:</b> Processamento do pintado real <sup>®</sup> (PR) e dos resíduos gerados (setas pontilhadas).....	51
<b>Fluxograma 3:</b> Etapas de produção da farinha e óleo de resíduos do processamento de filetagem (Vidotti; Gonçalves; Martins, 2011). .....	52



## DEDICATÓRIA

Dedico a realização deste trabalho.

À Deus por sempre ouvir as minhas preces e me dar forças para continuar a cada pensamento de desistência do meu sonho.

Aos Meus Pais, Dionisio Eiji Higuchi e Miwako Hayashi Higuchi, pelo apoio constante, amor incondicional, força e coragem oferecidos durante esta jornada, por acreditarem no meu sonho, por ter suportado a distância, por estarem sempre presentes na minha vida, nos momentos felizes ou difíceis, por sempre lutar e torcer por mim.

As Minhas irmãs e cunhado que admiro e amo incondicionalmente, Renata Higuchi, Dionéia e Luciano Andrade pela amizade, conselhos, apoio e força no decorrer dessa jornada, e especialmente, por sempre estarem no meu lado oferecendo suporte e carinho nos momentos difíceis.

Ao meu namorado Júlio César Gonçalves pela companhia, carinho, amor e pela imensa paciência e suporte emocional a mim dedicados nos momentos difíceis ao longo dessa jornada.

A Família Araújo e Gonçalves pelo acolhimento, pelo carinho, pelo amor, pelo convívio.

Aos meus velhos amigos dos quais nunca me esqueci e, que mesmo longe sempre estiveram presentes. Aos novos amigos conquistados levarei todos no meu coração.

Obrigada por estarem sempre ao meu lado, em cada momento de alegria ou tristeza.

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rose Meire Vidotti, por me orientar na execução deste trabalho, por me ensinar os caminhos da pesquisa científica. Muito obrigada por sempre estar ao meu lado. Muito Obrigada!

Ao meu Co-orientador Dr. Giovani Sampaio Gonçalves pelos inúmeros ensinamentos, pela dedicação e paciência oferecida.

Ao meu Co-orientador Dr. Eduardo Gianini Abimorad pela disponibilidade da estrutura física para realização dos experimentos, uma pessoa muito especial que me ajudou demasiadamente durante os experimentos.

A Dr<sup>a</sup>. Daniele Castellani pelo apoio nos experimentos, e pela amizade, aproveito também para agradecer ao seu filho Gregório, pelos momentos de descontração e risadas.

Aos Prof. Dr. Aldi Feiden, Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo e Prof. Dr. Altevir Signor pela amizade, pelos ensinamentos e o gosto pela pesquisa, sem esses professores nada disso teria acontecido, sempre acreditaram em mim, e hoje estou defendendo essa TESE graças ao incentivo e persistência desses professores, meus amigos, que levarei sempre comigo!

Ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal-SP, por permitir a realização deste trabalho.

A Agência Paulista de Tecnologia de Agronegócios APTA/UPD de São José do Rio Preto - SP pela disponibilidade do Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos da Fazenda Experimental. E, em especial ao José Luiz Viana Coutinho Filho, Célia Marino, Cecilia A. M. S. Barboza.

A Agência Paulista de Tecnologia de Agronegócios APTA de Votuporanga-SP pela disponibilidade do Laboratório de Aquicultura da Fazenda Experimental. E, em especial ao Rogério Soares de Freitas, Valdecir Nascimento, Andréia Barbosa, Fabiana Garcia, Inês Mariani, Daiane Romera, Kátia Gozi, Linocy Nunes, Camila Volpiani, José Ferreira, Matheus Gusmão e demais estagiários pelo auxílio e momentos de descontração.

Ao Grupo Ambar Amaral de Santa Fé do Sul-SP, em especial ao Felipe Amaral e Antônio Ramon Amaral pelo apoio e incentivo ao trabalho. Em especial, aos funcionários da Graxaria pela disponibilidade do uso da estrutura e auxílio no processamento dos produtos.

Ao Frigorífico *Brazilian Fish* do Grupo Ambar Amaral de Santa Fé do Sul-SP, em especial ao Rodrigo Antônio Amaral Facipieri, pela doação dos resíduos de patinga utilizados no experimento, e agradecer também aos funcionários do Frigorífico, que realizaram as coletas dos resíduos.

A Empresa Mar & Terra Indústria e Comércio de Pescados LTDA Itaporã-MS em especial Arlene Sobrinho Venturine, Sandro Valgas e demais funcionários pela doação dos resíduos de pintado real<sup>®</sup> utilizados no experimento, e a disponibilidade de ajuda na logística da coleta do material.

Ao Thiago Tetsuo Ushizima Gerente de P&D Mar e Terra Indústria e Comercio de Pescados LTDA pela concessão dos resíduos.

Aos funcionários da Pós Graduação do CAUNESP, David Lorente e Veralice Capatto pela compreensão da perturbação nas horas de sufoco com formulários e documentos.

Aos funcionários do CAUNESP, em especial a Silvia R. Ligeiro de Laurentiz pelo auxílio nas análises químicas.

Ao Sérgio Beraldo, técnico do Laboratório de Ruminantes, pelas análises químicas realizadas.

Ao Dr. Prof. Dalton José Carneiro pela disponibilidade da Fábrica de Ração, e em especial ao Thiago Torres do Nascimento por ter auxiliado na extrusão da ração.

Ao José Dias Neto por ter auxiliado na coleta do material biológico, no término do experimento.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Benincasa Vidotti por ter concedido o estágio de docência.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, Prof. Dr. Gener Tadeu Pereira e Doutorando Walter Maldonado Junior pela auxílio com a estatística dos experimentos.

As amigas irmãs de infância Flávia Leão e Heloísa Merquiles Ramalho Nishimura pela amizade, por acreditarem no meu sonho, sempre incentivando nos momentos de fraqueza.

As irmãs de república Cleonice Cristina Hilbig, Adriana Cristina Bordignon, Ieda Zanellato, Maria do Carmo, Regiane Silva, Joana Finkler, Andrea Scarpa Bosso, Fernanda Valentin, Daniela Soares, Valquíria Alencar, Sheryll Chavaro, Ana Paula Saccomani e agregado Matheus Pereira, e também o mascote da república “Maizeno”, aprendi muito com cada uma dessas pessoas, foram horas rindo, chorando, fofocando, desabafando, festando, jamais esquecerei vocês, muito obrigada pela convivência! Amo vocês! Contribuíram muito para os momentos de entretenimento importantes para uma vida saudável.

Aos professores das disciplinas cursadas durante a Pós Graduação e que muito contribuíram para o enriquecimento da minha formação acadêmica e profissional.

As Tilápias que fizeram parte do trabalho e cooperaram bastante para a realização dessa pesquisa. Meu respeito aos animais que foram eutanasiados.

Quero me desculpar de antemão às pessoas aqui não citadas, mas que também contribuíram para o sucesso dessa etapa. Mais uma vez muito obrigado a todos que fizeram não só parte do trabalho do doutorado como também fizeram parte dessa importante fase da minha vida, muito obrigada.

## **APOIO FINANCEIRO**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio a pesquisa concedido (Processo FAPESP 2012/03687-2).

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CO: Controle

CDA: Coeficiente de digestibilidade aparente

CDA<sub>EB</sub>: Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta

CDA<sub>Lip</sub>: Coeficiente de digestibilidade aparente do lipídios totais

CDA<sub>PB</sub>: Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta

CEUA: Comitê de ética no uso de animais

CV: Coeficiente de Variação

DHA: Ácidos Docosahexanoico

DIC: Delineamento inteiramente casualizado

DPA: Ácido Docosapentaenóico

EPA: Ácidos Eicosapentaenoico

EQ: Escore químico

FP: Farinha de Peixe

FPA: Farinha de Patinga

FPR: Farinha de Pintado Real®

FPM: Farinha de Peixe Marinho

HDL: High Density Lipoprotein (lipoproteína de alta densidade)

IA: Índice de aterogenicidade

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IEE: Índice de eficiência econômica

ISSN: International Standard Serial Number

IT: Índice de trombogenicidade

L: Litros

LNA: Ácido linolênico

LT: Lipídios totais

MUFA: Monounsaturated fatty acids (Ácidos graxos monoinsaturados)

OP: Óleo de Peixe

OPA: Óleo de patinga

OPR: Óleo de pintado real<sup>®</sup>

PA: Patinga

PB: Proteína bruta

PR: Pintado real<sup>®</sup>

PUFA: Polyunsaturated fatty acids (Ácidos graxos polinsaturados)

SEAFISH: Sea Fish Industry Authority

SFA: Saturated fatty acids (Ácidos graxos saturados)

TON: Toneladas

## RESUMO GERAL

Este trabalho teve como objetivo estudar os resíduos do processamento de peixes neotropicais para a produção e caracterização das farinhas e óleos em escala industrial, caracterizando-os quantitativamente e qualitativamente, bem como a determinação do valor nutricional das farinhas obtidas. Para a produção de farinha e óleo foram utilizadas duas matérias primas: resíduos provenientes do processamento de patinga e de pintado real<sup>®</sup>. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com dois tratamentos e três repetições em escala industrial. A produção da farinha e óleo ocorreu em uma Unidade de Beneficiamento de Resíduo, os resíduos foram cozidos em digestor em alta temperatura e por um tempo médio de 56 min e 129 min para a farinha de patinga e farinha de pintado real<sup>®</sup>, respectivamente. Após o processamento das farinhas de peixes, foram avaliados sua composição centesimal e perfil de aminoácidos totais; e para caracterização dos óleos de peixes foram analisados os índices: peróxido, acidez, iodo, e composição em ácidos graxos. Para avaliar o uso das diferentes farinhas de peixes neotropicais foi realizado um experimento de desempenho produtivo e avaliados os parâmetros de composição corporal, parâmetros hematológicos, determinação do coeficiente de digestibilidade aparente, avaliação de custo e eficiência econômica para juvenis de tilápia do Nilo. Foram utilizados 320 juvenis ( $3,28 \pm 0,47$ g) e distribuídos em 16 tanques (500L), com quatro repetições e quatro tratamentos (farinha de patinga (FPA), farinha de pintado real<sup>®</sup> (FPR), farinha de peixe marinho (FPM) e farinha de vísceras de aves (controle) (FVA)). Os resultados dos percentuais de rendimento das farinhas e dos óleos foram em média 48,05% para a patinga, sendo: 22,97% farinha e 25,08% óleo; e 35,69% para o pintado real<sup>®</sup>, sendo: 23,95% farinha e 11,74% óleo. A FPA apresentou maiores teores de matéria seca, matéria mineral, carboidratos, energia, cálcio e fósforo, e a FPR maior teor de proteína bruta. Entre os aminoácidos essenciais, a FPR apresentou maiores teores de isoleucina (4,16 g/100g PB) e treonina (5,61 g/100g PB). Para os aminoácidos não essenciais, a FPR apresentou maior teor de cistina (0,45 g/100g PB) e a FPA maior de prolina (7,46 g/100g PB). Os valores de lipídios totais, índice de iodo, colesterol e peróxido, não diferiram entre os óleos. A FPR apresentou maior valor de



digestibilidade da fração proteica (84,32%). A farinha de patinga apresentou os maiores valores de  $CDA_{EB}$  (76,18%) e ED (3833,61 kcal/kg). Não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) no desempenho produtivo, parâmetros hematológicas e bioquímicos. No entanto, a composição corporal das tilápias diferiu para os lipídios totais, sendo o maior valor para os peixes que receberam a dieta contendo farinha de vísceras de aves. A dieta contendo FPM apresentou menor digestibilidade da fração proteica (86,14%), não diferindo ( $P>0,05$ ) da FPA e FVA, e apresentou ainda, menor digestibilidade da fração lipídica (92,46%). Concluiu-se que a tecnologia de produção de farinhas de óleos deve ser recomendada para o aproveitamento dos resíduos do processamento de peixes neotropicais, sendo uma alternativa de destino correto para esses resíduos.

**Palavras-chave:** nutrição animal, resíduos de peixes, *Oreochromis niloticus*, peixes neotropicais, proteína animal

## ABSTRACT

This work aimed to study neotropical fish processing waste for the production and characterization of meal and oil on an industrial scale, quantitatively and qualitatively, and to determine the nutritional value of the obtained meals. The experimental design was completely randomized (DIC) with two treatments and three replications on an industrial scale. The meal and oil were produced in Residue Processing Unit. The residues were cooked in the high temperature digester during 56 min and 129 min on average for patinga and pintado real flour, respectively. After processing, the fish meals' chemical composition and total amino acid profile were determined. Whereas, fish oils were characterized by the following indexes: peroxide, acidity, iodine, and fatty acid composition. The use of neotropical fish meals was evaluated by assessing the growth performance and body composition and hematological parameters, apparent digestibility coefficient, cost and economic efficiency of juvenile Nile tilapia. Four repetitions and four diets were tested: (patinga meal (FPA), pintado real® meal (FPR), marine fish meal (FPM) and poultry viscera meal (control) (FVA). A total of 320 juveniles ( $3.28 \pm 0.47$ g) were distributed in 16 tanks (500L). The percentage yields for meals and oils were, respectively, on average: 22.97% and 25.08% for patinga (total 48.05%); and, 23.95% and 11.74% for pintado Real® (total 35.69%). The FPA had higher content of dry matter, ash, carbohydrates, energy, calcium and phosphorus, whereas the FPR had higher crude protein content. Among the essential amino acids, the FPR had higher isoleucine (4.16g/ 100g CP) and threonine (5.61g/100g CP) levels. Regarding non-essential amino acids, the FPR had higher cystine (0.45g/ 100g CP) while FPA had higher proline (7.46g/ 100g CP) contents. Total lipids, iodine index, cholesterol and peroxide did not differ between the oils. The FPR displayed higher digestibility of the protein fraction (84.32%). Patinga meal displayed the highest  $CDA_{EB}$  (76.18%) and ED (3833.61 kcal/kg) values). No significant differences ( $P>0.05$ ) were observed for growth performance, hematological and biochemical parameters. However, the body composition of tilapia differed for total lipids, with the highest value observed for fish fed the poultry viscera meal. The diet containing FPM had lower digestibility of the protein fraction (86.14%) and did not differ ( $P> 0.05$ ) from FPA and FVA, and the lowest

digestibility of the lipid fraction (92.46%). It was concluded that the oil and meal production technology should be recommended for the recovery of neotropical fish waste processing, while being a correct alternative destination for these wastes.

**Keywords:** animal feed, fish waste, *Oreochromis niloticus*, neotropical fish, animal protein

## CAPÍTULO 1

### CONSIDERAÇÕES GERAIS

#### 1. Cenário da produção de pescado no mundo

A produção de pescado mundial tem crescido constantemente nas últimas cinco décadas, com uma taxa média anual de 3,2%, alcançando um recorde histórico de 90,4 milhões de toneladas em 2012, incluindo 66,6 milhões ton de pescado e 23,8 milhões de ton de plantas aquáticas. Só a China produziu 43,5 milhões ton de peixes e 13,5 milhões ton de plantas aquáticas, também houve aumento do consumo mundial *per capita* de peixe de 9,9 kg em 1960 para 19,2 kg em 2012 (FAO, 2014).

De toda a produção de peixes comestíveis cultivados em 2012, 92,7% foram produzidos por 15 países produtores, entre eles, a China e a Índia responsáveis por 61,7% e 6,3% da produção mundial, respectivamente. O Brasil ascendeu na classificação mundial ocupando a 12<sup>a</sup> posição no *ranking* com 1,1% (707.462 ton), representando 611.343 ton de peixes, 74.415 ton crustáceos, 20.699 ton moluscos e 1.005 ton de outras espécies. No entanto, devemos considerar que, a Tailândia reduziu a 1,2 milhões de ton em 2011 e 2012 devido aos danos causados com inundações e doenças com camarões (FAO, 2014).

Com o crescimento da produção aquícola nacional nos últimos anos, houve aumento da demanda por rações para peixes e camarões. Em 2013, foi de 740 mil ton, sendo 661 mil ton de rações para peixes e 79 mil ton de rações para camarões. Em 2014, a projeção da cadeia produtiva da aquicultura apontou crescimento modesto, da ordem de aproximadamente 9%, pouco mais de 800 mil toneladas, ao longo desse ano (Setor de Alimentação Animal, 2014).

## **2. Cenário da produção de farinha e óleo de peixe**

A demanda por farinha e óleo de peixe tem um histórico de crescimento de aproximadamente 10% em 1988 para 33% em 1997, e 65 a 68% em 2002 (Primavera, 2006). Na última década passou de 68% para 88%, isso reflete o crescimento na produção aquícola e diminuição do uso de farinha de peixe no setor da pecuária (Naylor et al., 2009).

A produção de farinha de peixe atingiu um ápice em 1994 de 30,2 milhões de ton. A partir de 2010, apresentou oscilações, havendo redução para 14,8 milhões de ton, devido a redução das capturas de anchoveta, posterior aumento em 2011 (19,4 milhões de ton) e em 2012, diminuiu para 16,3 milhões ton (FAO, 2014).

Atualmente, a farinha de peixe (FP) está sendo produzida a partir de resíduos de peixes, que anteriormente eram descartados, o que implicava em sérios danos ambientais, comprometendo a qualidade da mesma. Devido a estes resíduos de processamento apresentar grandes proporções de ossos, escamas e nadadeiras, a qualidade da farinha pode oscilar. Em geral apresentam mais minerais, elevado teor de glicina e prolina, e ainda menores teores de proteína. De acordo com estimativas recentes, 35% da produção de FP mundial foi obtida a partir de resíduos de peixes (FAO, 2014).

De acordo com Olsen & Hasan (2012) a FP foi utilizada em meados de 1988 como um importante ingrediente em rações para suínos e aves, devido a sua alta qualidade nutricional e preço baixo, representando cerca de 80%. A partir de 2010, a quantidade de FP utilizada na alimentação de organismos aquáticos aumentou para 56% e na de suínos e aves diminuiu para 32%.

## **3. Resíduos de peixes**

O termo resíduo refere-se às sobras e aos subprodutos dos processamentos dos alimentos que são de valor relativamente baixo (Arruda, 2004). Caracteriza-se por resíduos de peixe a cabeça, nadadeiras, pele, escamas

e vísceras que, dependendo da espécie, pode chegar a 70% em relação ao peso total (Vidotti & Gonçalves, 2006). Para a tilápia, por exemplo, a cabeça, carcaça e as vísceras constituem 54% dos resíduos em matéria prima, a pele 10%, as escamas 1% e as aparas dorsais e ventrais e do corte em “v” do filé, 5% (Vidotti & Borini, 2006). Em frigoríficos processadores de filé de tilápia são desperdiçados 62,5% a 66,5% da matéria prima, como resíduos (Boscolo et al., 2004).

Existem inúmeras formas de reaproveitamento de resíduos provenientes do processamento de industrialização do pescado. Arruda; Borghesi; Oetterer (2005) classificam o emprego destes resíduos em quatro categorias: alimentos para o consumo humano, ração para animais, fertilizantes e produtos químicos. Na alimentação humana, resíduos como carcaças e cabeças podem ser utilizados para a produção de caldos ou sopas (Godoy et al., 2010). As cabeças e as peles ainda podem ser utilizadas na produção de gelatina através da extração do colágeno (Silva et al., 2011; Yajima; Franco; Bordignon, 2011).

A quitina e quitosana obtidos a partir de conchas de caranguejos e do camarão podem ser empregadas na elaboração de cosméticos, produtos de higiene pessoal, alimentos e bebidas, produtos farmacêuticos e agroquímicos (FAO, 2014).

Há a possibilidade de empregar os resíduos de peixes como fertilizantes de sistemas agrícolas (López-Mosquera et al., 2011), produzir silagem (Vidotti, 2011; Oliveira et al., 2014) ou hidrolisados (Dieterich, 2014) que podem ser utilizados como alimentos alternativos na nutrição animal, ou ainda, fazer o curtimento de peles de peixe para a confecção de calçados e artefatos de couro (Maluf & Hilbig, 2010; Franco, 2011).

Apesar de existirem vários métodos de reaproveitamento destes resíduos, o mais utilizado ainda é a elaboração de farinha de peixe (Nunes, 2011; Vidotti; Gonçalves; Martins, 2011; Hu et al., 2013) e óleo (Prentice-Hernández, 2011; Vidotti; Gonçalves; Martins, 2011; Gonçalves; Ferroli; Viegas, 2012), para a produção de ração animal (Boscolo et al., 2005; 2010).

A farinha e óleo de peixe são produtos obtidos simultaneamente, em escala industrial, a partir de subprodutos do processamento de peixes. A farinha de peixe é um ingrediente frequentemente utilizado na formulação de rações comerciais

para cultivo de organismos aquáticos (Pastore et al., 2013). Um dos principais obstáculos, é a pouca padronização no processamento e na composição dos resíduos, interferindo na sua qualidade nutricional.

A indústria de pescado produz quantidade significativa de resíduos. Foi estimado pela SEAFISH (*Sea Fish Industry Authority*) que para cada tonelada de pescado industrializado, pronto para comercialização, gera-se mais de uma tonelada de resíduos (Aguiar; Limberger; Silveira, 2014). O uso de resíduos de origem animal é uma alternativa para minimizar a escassez de produtos de alta qualidade proteica, além de otimizar a redução do volume destes.

No passado, os resíduos eram aterrados ou empregados sem tratamento para ração animal ou adubo. Inúmeros estudos abordam a minimização, recuperação, aproveitamento de resíduos e bioconversão de resíduos para a sustentabilidade das cadeias agroindustriais (Arruda, 2004).

### **3.1. Farinhas de resíduos de peixe**

Segundo o Decreto nº 1.255 de 25 de Junho de 1962, define-se farinha de peixe como um subproduto obtido pela cocção do pescado ou de seus resíduos mediante o emprego de vapor, convenientemente prensado, dessecado e triturado. Permite-se o tratamento pela cocção e secagem a vácuo ou por qualquer outro processo adequado ou ainda, permite-se a secagem por simples exposição ao sol, desde que essa prática não acarrete maiores inconvenientes (Brasil, 1962). No processo de obtenção da farinha extrai-se o óleo; portanto, na mesma linha de processamento obtêm-se dois produtos: óleo e farinha de peixe.

Bellaver (2005) classificou as farinhas de pescado em dois tipos: farinha integral e farinha residual de pescado. A farinha de pescado integral é um produto obtido de peixes inteiros de várias espécies; e as farinhas residuais são produtos obtidos a partir de resíduos (cabeças, nadadeiras, peles, vísceras) oriundos da evisceração ou filetagem de pescado.

A farinha de peixe constitui uma das matérias prima mais adequadas do ponto de vista nutricional para elaboração de rações destinadas a alimentação de

organismos aquáticos (NRC, 2011). É composta por 70% de proteína, 9% de lipídios e 8% de umidade (Blanco et al., 2007), sendo excelente fonte de proteína, lipídios e energia; possui componentes químicos solúveis em água, tornando-se um forte atrativo e palatável em dietas para carnívoros; um perfil adequado de aminoácidos essenciais; ácidos graxos da cadeia ômega-3, ácidos eicosapentaenoicos (EPA) e docosahexaenoicos (DHA); uma boa fonte de vitaminas como riboflavina, niacina, vitaminas A e D; fonte de minerais, tais como, cálcio, fósforo, ferro, zinco, selênio e iodo (Olsen & Hasan, 2012), podendo apresentar alta digestibilidade (NRC, 2011; Pastore et al., 2013).

A farinha de pescado nacional é elaborada com resíduos da indústria de processamento de filetagem e enlatamento, como também peixes inteiros de baixo valor comercial (Nunes, 2011), diferindo nutricionalmente a cada beneficiamento, com altos teores de cinza, rancidez de lipídios e degradação de proteínas (Teixeira et al., 2006).

Para a produção da farinha de tilápia, o resíduo é cozido em digestor, em alta temperatura ( $110\pm 10^{\circ}\text{C}$ ) e por um tempo médio de 1h e 30 minutos. Após o cozimento, o material passa por uma caixa percoladora, para a retirada do excesso de óleo, e em seguida é prensado, obtendo-se a torta de prensa, a qual é depositada no silo de resfriamento para posterior moagem e ensaque. Durante o cozimento e prensagem obtêm-se o óleo, que são misturados, centrifugado a uma temperatura de  $80^{\circ}\text{C}$  e estocado em tanque para posterior comercialização (Vidotti & Gonçalves, 2006).

As características de qualidade das farinhas e óleos de peixe variam em função da matéria prima utilizada, do controle de qualidade no processamento, das formas de proteção contra oxidação de gorduras e do armazenamento. Para o processamento de resíduos de produtos de origem animal torna-se indispensável a utilização de antioxidantes, cuja dosagem é recomendada de acordo com o princípio ativo e o fabricante (Vidotti & Gonçalves, 2006).

Petenuci et al. (2008) avaliando a concentração de ácidos graxos, composição centesimal e mineral da farinha de carcaça da tilápia do Nilo, observaram baixas concentrações de ácidos graxos da série ômega-3. Foram encontrados 22 ácidos graxos nos lipídios totais (LT) da farinha, sendo majoritários os ácidos: palmítico (205,5 mg/g de LT); oleico (344,3 mg/g de LT) e



linoleico (109,6 mg/g de LT). As concentrações do ácido linolênico (LNA), EPA e DHA foram 29,9 mg; 3,3 mg e 12,9 mg, respectivamente. A relação dos ácidos poliinsaturados (PUFA): monoinsaturados (MUFA): saturados (SFA) foi de 1:2,4:1,7, e a relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 foi de 2,8. Os autores concluíram que a farinha de carcaça da tilápia, pode ser uma alternativa de alimento na dieta humana, pois apresenta cálcio, ferro, fósforo e ainda alto teor de proteína.

Rossato et al. (2013) avaliaram a influência da adição de farinha de resíduos de origem animal, sobre os parâmetros plasmáticos, hepáticos e digestivos em jundiás. Concluíram que as dietas contendo farinha de carne e ossos suína, farinha de carcaça de jundiás com vísceras e sem vísceras, e de jundiás inteiros não influenciaram na saúde e no metabolismo dos peixes, demonstrando a qualidade nutricional e eficiência das mesmas.

Vignesh & Srinivasan (2012) avaliaram a composição centesimal das farinhas de resíduos da cabeça e de ossos de tilápia (*Oreochromis mossambicus*). Concluíram que as farinhas em estudo, apresentaram valores nutritivos em relação a proteína (32,59 e 31,52%), lipídios totais (0,20 e 0,87%), cinzas (1,14 e 0,89%) e carboidratos (1,45 e 0,14%) para farinha de cabeça e ossos, respectivamente, podendo ser utilizadas como alimento alternativo e de baixo custo para humanos.

### **3.2. Óleos de resíduos de peixe**

O óleo de peixe (OP) pode ser extraído de peixes inteiros, vísceras, peles ou pelo processo de produção de farinha de peixe. É composto por 90% de lipídios neutros (triacilgliceróis, ácidos graxos livres) e lipídios polares (fosfolipídios, esfingolipídios e lipídios oxidados) (Prentice-Hernández, 2011). Sua obtenção provém das etapas de cozimento e prensagem. O líquido removido da torta da farinha é misturado, centrifugado a uma temperatura de 80°C, obtendo-se o óleo de peixe bruto. Pode ainda, passar por um processo de refino para obtenção de um óleo clarificado, inodoro (Lima, 2013).

É considerado a principal fonte de ácidos graxos polinsaturados  $\omega$ -3, especialmente eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosaheptaenoico (DHA)

(Blanco et al., 2007). Esses ácidos se destacam pelos benefícios que propiciam a saúde humana, sendo atualmente utilizados na formulação de alimentos e suplementos dietéticos, em especial para fins nutracêuticos (FAO, 2014). Tem sido demonstrado que o consumo de óleo de peixe causa efeitos no perfil lipídico, diminuindo os triacilgliceróis e aumentando o HDL, além de prevenir e minimizar doenças cardiovasculares, como a diminuição da hipertensão arterial e do processo inflamatório (Din; Newby; Flapan, 2004).

A composição do óleo de peixe depende da matéria prima. As espécies marinhas capturadas na América do Sul (Peru e Chile) e do Norte (EUA) têm um alto teor de ácidos graxos  $\omega$ -3 podendo chegar a 35% do total de lipídios, principalmente eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) e ainda em torno de 10% de ácido docosapentaenóico (DPA). Na Europa, as espécies de peixes, tais como capelim, arenque, galeota e espadilha são intermediárias, têm entre 18% e 25% de ácidos graxos  $\omega$ -3 (Pike & Jackson, 2010).

O principal problema relacionado à qualidade do óleo é aumento da acidez. O óleo de peixe pode apresentar teor de água elevado e ser passível de atividade enzimática, o que favorece a hidrólise dos triacilgliceróis liberando ácidos graxos. O Zenebon; Pascuet; Tiglea (2008) elenca que, a determinação da acidez pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um óleo. A decomposição dos glicerídeos é acelerada por aquecimento e pela luz, sendo a rancidez quase sempre acompanhada pela formação de ácidos graxos livres.

Turchini et al. (2011), estudando óleos vegetais alternativos (palma, oliva, girassol e linhaça) em comparação com o óleo de peixe em juvenil de bacalhau (*Murray cod*), observaram que a composição de ácidos graxos dos filés dos peixes que receberam diferentes tipos de óleos diferiu significativamente. Concluíram que os principais ácidos graxos presente nos filés no tratamento com óleo de peixe foram 16:0, 20:5n-3 (EPA), 22:6n-3 (DHA) e 20:5n-3 (DPA), por outro lado, nos tratamentos em que os peixes receberam os óleos de palma, oliva, girassol e linhaça os filés dos peixes apresentaram abundância nos ácidos graxos 18:3 n-3; 18:1 n-9; 16:0 e 18:2 n-6, respectivamente.

Menegazzo; Petenuci; Fonseca (2014), avaliaram a produção, caracterização, refino do óleo bruto e a filtragem dos lipídios residuais dos

resíduos obtidos da carne mecanicamente separado das carcaças das tilápias do Nilo e do híbrido de surubins. Observaram que o refino reduziu o índice de acidez do óleo, no entanto, favoreceu a oxidação, conforme demonstrado pelo aumento do índice de peróxido, na degomagem. Concluíram que após o refino dos óleos, ocorreram alterações na qualidade dos mesmos, diminuindo os ácidos graxos.

Gonçalves; Ferroli; Viegas (2012) realizaram um estudo com machos e fêmeas de lambaris para avaliar os efeitos da inclusão de duas fontes lipídicas de resíduos de tilápia e salmão, em comparação com óleo vegetal (soja). Concluíram que os peixes que receberam óleo de resíduos de salmão apresentaram níveis mais altos de ácidos graxos da série  $\omega$ -3, resultando em uma melhor relação  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 no músculo de lambaris macho e fêmea e que os óleos de resíduos de peixes podem ser substituídos pelo óleo de soja sem prejudicar o desempenho dos animais.

Ribeiro et al. (2008) avaliaram cinco dietas para a tilápia do Nilo, cada uma contendo óleo de oliva, óleo de milho, óleo de soja, óleo de linhaça ou óleo de peixe. Não observaram diferenças nos teores de umidade e cinzas, porém, houve alteração nos teores de lipídios e proteína nos peixes alimentados com as rações contendo óleo de oliva, milho ou soja. A atividade da glicose-6-P desidrogenase foi superior à da enzima málica, sendo maior nos animais alimentados com rações contendo óleos de oliva, milho ou soja, evidenciando maior deposição lipídica muscular nesses peixes.

#### **4. Utilização das farinhas e óleos de peixes em dietas para peixes**

##### **4.1. Digestibilidade**

As rações utilizadas no cultivo de organismos aquáticos são compostas por uma mistura de ingredientes em proporções que, somados, atendam às necessidades nutricionais diárias dos animais (Logato, 2000). Os animais aproveitam de forma diferente os alimentos, sendo esta variação quantificada através da determinação da digestibilidade aparente, podendo ser definida como

a habilidade com que o animal digere, absorve os nutrientes e a energia dos alimentos (Andrigueto et al., 1982).

A digestibilidade é um dos métodos mais utilizados em estudos com animais para avaliar a qualidade nutricional dos alimentos e estimar a eficiência das dietas, através da quantificação dos nutrientes absorvidos do alimento que não são excretados nas fezes (NRC, 2011). O conhecimento da digestibilidade dos nutrientes dos alimentos permite a formulação de rações com custo mínimo que atendam às exigências nutricionais dos animais.

A determinação da digestibilidade requer coleta do material fecal. Os métodos mais utilizados são o direto e o indireto. Ambos envolvem a alimentação com ingredientes teste isoladamente ou, mais comumente, como um ingrediente de uma dieta. O método direto é estimado pela quantidade total do alimento ingerido e fezes produzidas. O método indireto, é amplamente utilizado para a maioria das espécies de peixes e camarões; a coleta das fezes é parcial e na alimentação voluntária do animal, utiliza-se um marcador inerte na formulação da dieta. A quantidade do marcador na dieta e nas fezes permanece constante ao longo do processo de digestão, e toda quantidade de marcador ingerido aparecerá nas fezes (NRC, 2011).

A digestibilidade da farinha de peixe deve ser superior a 80%, ressaltando que a mesma está relacionada com a secagem do produto. A secagem da farinha em elevadas temperaturas, acarreta em diminuição da digestibilidade da proteína, ocorrendo redução da disponibilidade de alguns aminoácidos, tais como lisina, cistina, triptofano e histidina (Nunes, 2011).

Sampaio et al. (2001) estudaram a digestibilidade aparente das farinhas de peixe importada (50,18% PB) e nacional (47,75% PB) e das farinhas de sangue *spray dried* (82,09% PB) e tostada (84,84% PB) para a tilápia do Nilo. Concluíram que a farinha de sangue *spray dried* e ambas farinhas de peixes podem ser recomendadas como fonte proteica de origem animal, entretanto, a farinha de sangue tostada por apresentar baixo coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (50,69% PB), não deve ser utilizada como fonte proteica em dietas para essa espécie.

Pezzato et al. (2002) estudaram a digestibilidade aparente de vários ingredientes para a tilápia do Nilo, entre eles a farinha de peixe, farinha de carne, farinha de vísceras de aves, farinha de sangue e farinha de penas. Concluíram que entre os ingredientes proteicos animal, destacaram-se a farinha de vísceras de aves (87,24% PB) seguida da farinha de peixes (78,55% PB), enquanto os piores coeficientes foram proporcionados pela farinha de penas (29,12% PB) e farinha de sangue (50,69% PB).

Gonçalves & Carneiro (2003) estudaram os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes para os alevinos de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). Concluíram que a farinha de peixe foi o melhor ingrediente para o pintado (45,38% PD e 2790,42 kcal ED/kg), seguido do farelo de soja (30,86% PD e 2708,45 kcal ED/kg), soja integral tostada (18,34% PD e 3121,06 kcal ED/kg), milho (5,86% PD e 2691,53 kcal ED/kg) e do farelo de trigo (8,08% PD e 2265,13 kcal ED/kg).

Albrektsen; Mundheim; Aksnes (2006) estudaram a digestibilidade de dois tipos de farinha de peixe (92,3 e 85,6% PB) e três níveis de inclusão de proteína vegetal em bacalhau (*Gadus morhua*). Concluíram que não houve diferença no crescimento, porém, ocorreram reduções gradativas da digestibilidade da proteína com o aumento do nível de proteína vegetal.

Tonini et al. (2012) observaram a digestibilidade de alguns alimentos proteicos para *Trichogaster leeri*. Concluíram que farelo de milho apresentou o melhor coeficiente de digestibilidade da proteína e energia (89,87% PB e 89,74 kcal/kg), seguido da farinha de peixe (89,25% PB e 87,30 kcal/kg) e do farelo de soja (82,19% PB e 85,46 kcal/kg) como os melhores ingredientes para *T. leeri*.

## 4.2. Desempenho Produtivo

Além da preocupação em conhecer a digestibilidade dos nutrientes e da energia dos ingredientes, existe a necessidade de estudar a influência da dieta fornecida sob o desempenho dos animais. O desempenho é a avaliação mais importante e comumente utilizado para medir a resposta dos peixes às dietas ou ingredientes testados. Segundo Ostrensky & Boeger (1998) o desempenho é

caracterizado por registros realizados ao longo de todo o cultivo, através de índices referentes a peso, ganho de peso e conversão alimentar.

Pontes et al. (2010) avaliaram a influência dos níveis de inclusão da farinha de peixe (5; 3,0; 4,5 e 6,0%) suplementada com aminoácidos no desempenho, características de carcaça e na análise hematológica de juvenis de tilápia do Nilo. Observaram que os níveis de inclusão não influenciaram o desempenho e o rendimento de carcaça, entretanto, houve efeito quadrático sobre a retenção de nitrogênio, teor de umidade e de gordura na carcaça, e a taxa de hematócrito. Concluíram que a inclusão de 3% de farinha de peixe não prejudica o desempenho e as características de carcaça de juvenis de tilápia do Nilo.

Boscolo et al. (2010), estudando níveis de inclusão (4, 8, 12 e 16%) de farinha de resíduos da filetagem de peixes para tilápia do Nilo, em fase de crescimento, não observaram diferenças nos parâmetros de rendimento corporal, umidade e proteína nos filés. Porém, a matéria mineral e o lipídios totais apresentaram diferenças entre os tratamentos. Concluíram que o melhor nível de inclusão foi de 16% de farinha de resíduos de peixes, resultando no melhor desempenho zootécnico com acréscimo no ganho de peso e redução no índice de conversão alimentar de juvenis de tilápia do Nilo.

Assano et al. (2011) utilizaram silagem de resíduo de peixe e soja integral como fontes alternativas de proteína à farinha de peixe, em dietas com diferentes níveis proteicos (20, 24 e 28% PB) para tilápia do Nilo. Concluíram que as melhores taxas de eficiência proteica foram obtidas para as dietas com 20 e 24% de PB e que a silagem de peixe e a soja integral apresentaram bons resultados, no entanto, a farinha de peixe proporcionou melhor desempenho zootécnico.

Hernández et al. (2013) avaliaram a farinha e diferentes níveis de hidrolisado de silagem (25, 50; 75 e 100%) de resíduos do enlatamento de atum, em dietas para tilápia do Nilo. Observaram melhor desempenho nos peixes alimentados com a farinha de resíduos de atum e que a inclusão de 50% de hidrolisado, obteve um efeito positivo sobre o consumo de ração, crescimento e o uso dos alimentos, sugerindo a utilização desses ingredientes em dietas para tilápia do Nilo.

Em outro estudo, Rossato et al. (2014) avaliaram dietas com diferentes níveis de inclusão (3,75; 7,5; 15 e 30%) de farinha de carcaça de jundiás com vísceras. Concluíram que a inclusão de 30% proporcionou a melhor eficiência alimentar para juvenis da mesma espécie.

Hu et al. (2013) avaliaram diferentes níveis de substituição (8, 15, 24 e 32%) da farinha de anchova (66,5% PB) pela da farinha de peixe *Chinesa* (63,4% PB) para o robalo (*Lateolabrax japonicus*). Concluíram que a substituição de farinha de anchova pela farinha de peixe *Chinesa*, reduziu os valores do peso final (235,1 e 222,7 g), o consumo de ração (2,00 e 1,93g) e a taxa de crescimento específico (2,01 e 1,92 %/dia), respectivamente, entretanto não alterou a qualidade da carne.

## 5. Aproveitamento de resíduos de peixes

A produção brasileira de peixes cultivados em 2013, foi de 392,493 mil ton, sendo a Região Centro-Oeste a principal produtora, onde ocorreu a despesca de 105,010 mil ton de peixes, o equivalente a 26,8% do total de peixes produzidos. Em seguida, as Regiões Sul (88,063 mil ton), Nordeste (76,393 mil ton), Norte (72,969 mil ton) e Sudeste (50,058 mil ton). A espécie mais criada foi a tilápia, respondendo por 43,1% da produção de peixes no Brasil, seguida pelo tambaqui (22,6%) e pelo grupo tambacu e tambatinga (15,4%) (IBGE, 2013).

Com a produção intensiva de peixes neotropicais, o aproveitamento dos resíduos provenientes do processamento é imprescindível. Souza & Inhamuns (2011) trabalhando com pacu (209 g) e tambaqui (1071 g) encontraram em torno de 46% e 45% respectivamente, de resíduos (vísceras, escamas, nadadeiras e ossos), comprovando o grande volume de resíduos gerados pela piscicultura.

O *Pseudoplatystoma* sp. apresenta em torno de 26 a 28% de resíduos, quando seu beneficiamento consistir em eviscerado e sem cabeça; e apresenta 55 a 58% de resíduos, quando beneficiado em forma de filé (Projeto Pacu, 2014). Outro exemplo, é o tambaqui (*Colossoma macropomum*), que possui uma porcentagem de resíduos da filetagem, em torno de 67% do seu peso (Abreu et al., 2012).

A porcentagem dos resíduos varia de acordo com a espécie, sendo assim, pode-se observar que a cabeça e peso da gordura visceral são maiores para o bagre africano (24,92% e 9,62%, respectivamente) em relação à tilápia do Nilo (16,03% e 7,65%, respectivamente). As vísceras correspondem a uma porcentagem em torno de 11% do peso dos peixes ósseos inteiros, porém nos peixes elasmobrânquios perfazem entre 15 a 20%, em função ao tamanho do fígado (Souza, 2001).

Os tipos e as quantidades de resíduos gerados na industrialização vão depender do modo de processamento realizado podendo ser: peixe inteiro eviscerado, eviscerado e descabeçado, filé, dentre outras (Nunes, et al., 2013). As quantidades de resíduos depende do rendimento de carcaça dos peixes, que modifica em função do tipo de processamento, da espécie de peixe e também do tamanho do peixe.

## **6. Objetivos**

### **6.1. Objetivo Geral**

Aproveitar os resíduos do processamento da patinga e do pintado real<sup>®</sup> para obtenção de farinha e óleo de peixe em escala industrial, caracterizando qualitativamente e quantitativamente os produtos obtidos e avaliar a inclusão destes produtos na dieta de tilápias do Nilo.

### **6.2. Objetivos Específicos**

Caracterizar nutricionalmente as farinhas e óleos obtidos a partir de resíduos de peixes neotropicais.

Determinar a digestibilidade de nutrientes de farinhas de resíduos de peixes neotropicais para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).



Avaliar a digestibilidade, o desempenho e a hematologia dos juvenis de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com dietas contendo diferentes farinhas de peixe.

## 7. Referências

ABREU, L. F.; RIBEIRO, S. C. A.; ARAÚJO, E. A. F. **Processo agroindustrial:** elaboração de farinha de resíduos de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) para uso como ingrediente de rações de pescado. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. p. 1-5. (Circular Técnica, 47). Disponível em: <[AGUIAR, G. P. S.; LIMBERGER, G. M.; SILVEIRA, E. L. Alternativas tecnológicas para o aproveitamento de resíduos provenientes da industrialização de pescados. \*\*Interdisciplinar: Revista Eletrônica da UNIVAR\*\*, Barra das Graças, v. 1, n. 11, p. 229-225, 2014. Disponível em: <\[www.revista.univar.edu.br/index.php/interdisciplinar/article/view/294/275\]\(http://www.revista.univar.edu.br/index.php/interdisciplinar/article/view/294/275\)>. Acesso em: 13 mar. 2015.](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.infoteca.cnptia.embrapa.br%2Fbitstream%2Fdoc%2F951483%2F1%2FOrientalCirTec47.pdf&ei=LfUCVY_iMqXLsATyooDYDQ&usg=AFQjCNHRvkAURu-MW3MH7W4neOM-HF_ZkQ&sig2=cK-Esq17CoyPTnXKCIZiSQ&bvm=bv.88198703,d.cWc&cad=rja,>. Acesso em: 13 mar. 2015.</p></div><div data-bbox=)

ALBREKTSSEN, S.; MUNDHEIM, H.; AKSNES, A. Growth, feed efficiency, digestibility and nutrient distribution in Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed two different fish meal qualities at three dietary levels of vegetable protein sources. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 261, n. 2, p. 626-640, 2006.

ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal**. São Paulo: Nobel; Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1982.

ARRUDA, L. F. **Aproveitamento do resíduos do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos**. 2004. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

ARRUDA, L. F.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Silagem ácida- uma tecnologia alternativa para aproveitamento do resíduo do processamento do pescado. **Revista Aquicultura & Pesca**, São Paulo, v. 4, p. 10-14, 2005.

ASSANO, M.; RAMIREZ, A. P. M.; STECH, M. R.; HONORATO, C. A.; MALHEIROS, E. B.; CARNEIRO, D. J. Desempenho de tilápia do Nilo cultivadas em viveiros alimentadas com diferentes fontes e níveis proteicos. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Valinhos, v. 15, n. 5, p. 83-92, 2011.

BELLAVER, C. Limitações e vantagens do uso de farinha de origem animal na alimentação de suínos e de aves. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO ALTECH DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2. 2005, Curitiba. **Anais...** Araucária: Alltech, 2005. p. 1--5.

BLANCO, M.; SOTELO, C. G.; CHAPELA, M. J.; PÉREZ-MARTÍN, R. I. Towards sustainable and efficient use of fishery resources: present and future trends. **Trends in Food Science & Technology**, Kidlington, v. 18, n. 1, p. 29-36, 2007.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BONBARDELLI, A. R. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 8-13, 2004.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A.; SCHAEFER, A.; REIDEL, A. Farinha de resíduos da filetagem de Tilápia em rações para alevinos de Piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1819-1827, 2005.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. A.; COLDEBELLA, A.; BUENO, G. B.; FEIDEN, A. Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis da tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 686-692, 2010.

BRASIL. Decreto nº 1.255, de 25 de Junho de 1962. Altera o Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, que aprovou o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 jul. 1962. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=detalharAtoArvore&tipo=DEC&numeroAto=00001255&seqAto=000&valorAno=1962&orgao=NI&codTipo=&desltem=&desltemFim=#>>. Acesso em: 13 mar. 2015.

DIETERICH, F.; BOSCOLO, W. R.; PACHECO, BERTOLDO, M.T.; SIVA, V. S. N.; GONÇALVES, G.S.; VIDOTTI, R. M. Development and Characterization of Protein Hydrolysates Originated from Animal Agro Industrial Byproducts. **Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research**, v. 1, p. 12-19, 2014.

DIN, J. N.; NEWBY, D. E.; FLAPAN, A. D. Omega 3 fatty acids and cardiovascular disease - fishing for a natural treatment. **British Medical Journal – General Practice Edition**, London, v. 328, n. 7430, p. 30-35, 2004.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **2014, The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges**. Rome, 2014. 223 p. Sofia. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i3720e/index.html>>. Acesso em: 13 mar. 2015.

FRANCO, M. L. R. S. Transformação da pele do peixe em couro. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 407-425.

GODOY, L. C.; FRANCO, M. L. R. S.; FRANCO, N. P.; SILVA, A. F.; ASSIS, M. F.; SOUZA, N. E.; MATSHUSHITA, M.; VISENTATINER, J. V. Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: aplicação na merenda escolar. **Ciência & Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 30, p. 86-89, 2010. Suplemento 1.

GONÇALVES, E. G.; CARNEIRO, D. J. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 779-786, 2003.

GONÇALVES, L. U.; FERROLI, F.; VIEGAS, E. M. M. Effect of the inclusion of fish residue oils in diets on the fatty acid profile of muscles of males and females lambari (*Astyanax altiparanae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 9, p. 1967-1974, 2012.

HERNÁNDEZ, C.; OLVERA-NOVOA, M. A.; VOLTOLINA, D.; HARDY, R. W.; GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, B.; DOMINGUEZ-JIMENEZ, P.; VALVERDE-ROMERO, M.; AGRAMON-ROMERO, S. Use of tuna industry waste in diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fingerlings: effect on digestibility and growth performance. **Latin American Journal of Aquatic Research**, Valparaiso, v. 41, n. 3, p. 468-478, 2013.

HU, L.; YUN, B.; XUE, M.; WANG, J., WU, X., ZHENG, Y., HAN, F. Effects of fish meal quality and fish meal substitution by animal protein blend on growth performance, flesh quality and liver histology of Japanese seabass (*Lateolabrax japonicas*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 372-375, p. 52-61, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2013. **Produção da Pecuária Municipal**, v. 41, p. 1-108, 2013. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Producao\\_da\\_Pecuaria\\_Municipal/2012/ppm2012.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2012/ppm2012.pdf)>. Acesso em: 21 mar. 2015.

LIMA, L. K. F. **Reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2013.

LOGATO, P. V. R. **Nutrição e alimentação de peixes de água doce**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 2000. p. 128.

LÓPEZ-MOSQUERA, M. E.; FERNÁNDEZ-LEMA, E.; VILLARES, R.; CORRAL, R.; ALONSO, B.; BLANCO, C. Composting fish waste and seaweed to produce a fertilizer for use in organic agriculture. **Procedia Environmental Science**, Amsterdam, v. 9, p. 113–117, 2011.

MALUF, M. L. F.; HILBIG, C. C. Curtimento ecológico de peles de animais para agregação de valor através da confecção de artesanato. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v. 9, n. 15, p. 75-79, 2010.

MENEGAZZO, M. L.; PETENUCCI, M. E.; FONSECA, G. G. Production and characterization of crude and refined oils obtained from the co-products of Nile tilapia and hybrid sorubim processing. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 157, p. 100-104, 2014.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL –. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, DC: National Academy Press, 2011. 376 p.

NAYLOR, R.; HARDY, R. W.; BUREAU, D. P.; CHIU, A.; ELLIOTT, M.; FARELL, A.; FORSTER, I.; GATTLIN, D. M.; GOLDBURG, R. J.; HUA, K.; MICHOLS, P. Feeding aquaculture in an era of finite resources. **PNAS: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, DC, v. 106, n. 36, p. 15103-15110, 2009.

NUNES, M. L. C. Farinha de pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu, 2011. 608 p.

NUNES, R. M.; VIANA, A. M.; SON, C. B. M. W.; BRUM, L. R.; OLIVEIRA, L. P.; COSTA, H. G. Aproveitamento de resíduos de pescados na região dos lagos uma questão ambiental. **RESCAC Revista Saúde, Corpo, Ambiente & Cuidado**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 58-70, 2013.

OLIVEIRA, C. R. C.; LUDKE, M. C. M. M.; LUDKE, J. V.; LOPES, E. C.; PEREIRA, P. S.; CUNHA, G. T. G. Composição físico química e valores energéticos de farinhas de silagem de peixe para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 66, n. 3, p. 933-939, 2014.

OLSEN, R. L.; HASAN, M. R. A limited supply of fishmeal: impact on future increases in global aquaculture production. **Trends in Food Science & Technology**, Kidlington, v. 27, n. 2, p. 120-128, 2012.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Editora Agropecuária, 1998. p. 211.

PASTORE, C. G. P.; GAIOTTO, J. R.; RIBEIRO, F. A. S.; NUNES, A. J. P. Boas práticas de fabricação e formulação de rações para peixes. In: FRACALLOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. (Ed.). **Nutriaqua**: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2013. p. 295–346.

PETENUCCI, M. E.; STEVANATO, F. B.; VISENTAINER, E. L.; MATSUSHITA, M.; GARCIA, E. E.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Fatty acid concentration, proximate composition, and mineral composition in fishbone flour of Nile Tilapia. **ALAN: Archivos Latino Americanos de Nutrition**, Caracas, v. 58, n. 1, p. 87-90, 2008.

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

PIKE, I. H.; JACKSON, A. Fish oil: production and use now and in the future. **Lipid Technology**, Weinheim, v. 22, n. 3, p. 29-61, 2010.

PONTES, E. C.; OLIVEIRA, M. M.; VIEIRA e ROSA, P.; FREITAS, R. T. F.; PIMENTA, M. E. S. G.; RODRIGUES, P. B. Níveis de farinha de peixe em rações para juvenis de tilápia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 8, p. 1626-1632, 2010.

PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Óleo de Pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo. p.608. 2011.



PRIMAVERA, J. H. Overcoming the impacts of aquaculture on the coastal zone. **Ocean & Coastal Management**, Bromley, v. 49, n. 9-10, p. 531-545, 2006.

PROJETO PACU AQUICULTURA LTDA. O cultivo dos Surubins Pintado e Cachara. **Projeto Pacu Aquicultura**, Campo Grande, [p. 1-6, 200-?]. Informativo. Disponível em: < <http://projetopacu.com.br/public/paginas/198-informativo-projeto-pacu-criacao-dos-surubins-viveiros.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2014.

RIBEIRO, P. A. P.; LOGATO, P. V. R.; PAULA, D. A. J.; COSTA, A. C.; MURGAS, L. D. S. L.; FREITAS, R. T. F. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de Tilápias do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 8, p. 1331-1337, 2008.

ROSSATO, S.; LAZARRI, R.; FREITAS, L.; MASCHIO, D.; CORREIA, V.; RANDÚNZ NETO, J. Diferentes níveis de incorporação de farinha de resíduos de jundiás (*Rhamdia quelen*) cultivados na dieta. **Arquivos Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 66, n. 3, p. 894902, 2014.

ROSSATO, S.; PRETTO, A.; FREITAS, I. L.; BATTISTI, E. K.; LAZZARI, R.; RANDÚNZ NETO, J. Incorporação de farinhas de resíduos de Jundiá na dieta: bioquímica plasmática, parâmetros hepáticos e digestivos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 6, p. 1063-1069, jun. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n6/a16313cr6637.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2014.

SAMPAIO, F. G.; HISANO, H.; YAMAKI, R. A.; KLEEMANN, G. K.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. Digestibilidade aparente das farinhas de peixe nacional e importada e das farinhas de sangue tostada e *spray-dried*, pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 891-896, 2001.

SILVA, R. S. G.; BANDEIRA, S. F.; PETRY, F. C.; PINTO, L. A. A. Extração de gelatina a partir das peles de cabeças de carpa comum. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 904-909, maio 2011.

SETOR DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL: Boletim Informativo do Setor. São Paulo: Sindirações, dez. 2014. Disponível em: <[http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2014/12/boletim-informativo-do-setor\\_dezembro\\_2014\\_vs\\_portugues\\_final-site\\_baixa-10122014.pdf](http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2014/12/boletim-informativo-do-setor_dezembro_2014_vs_portugues_final-site_baixa-10122014.pdf)>. Acesso em: 31 jan. 2015.

SOUZA, M. L. R. Industrialização, comercialização e perspectivas. In: MOREIRA, H. L. M. (Ed.). **Fundamentos da moderna aquicultura**. Canoas: Ed. Ulbra, 2001. p. 149-181.

SOUZA, A. F. L.; INHAMUNS, A. J. Análise de rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializadas no Estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 41, n. 2, p. 289-296, 2011.

TEIXEIRA, E. A.; CREPALDI, D. V.; RIBEIRO, L. P.; SALIBA, E. O. S.; EUER, A. C. C.; FARIA, P. M. C.; MELO, D. C. Substituição de farinha de peixes em rações para peixes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 30, n. 3-4, p. 118-125, 2006.

TONINI, W. C. T.; POLESE, M. F.; ABREU, M. L. C.; MATOS, D. C.; VIDAL JUNIOR, M. V.; ANDRADE, D. R. Digestibilidade aparente de alimentos proteicos e energéticos para *Trichogaster leeri*. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 569-577, 2012.

TURCHINI, G. M.; FRANCIS, D. S.; SENADHEERA, S. P. S. D.; THANUTHONG, T.; De SILVA, S. S. Fish oil replacement with different vegetable oils Murray cod: evidence of an “omega-3 sparing effect” by other dietary fatty acids. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 315, n. 3-4, p. 250-259, 2011.

VIDOTTI, R. M.; BORINI, M. S. M. Aparas da filetagem da tilápia se transformam em polpa condimentada. **Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, v. 16, n. 96, p. 38-41, 2006.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S.; MARTINS, M. I. E. G. **Farinha e óleo de resíduos de Tilápia**: informações técnica e econômica. Jaboticabal: Funep, 2011. 24 p.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de Tilápia e sua utilização na alimentação animal**. [S.l.: s.n., 2006]. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/producao\_caracterizacao.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2014.

VIDOTTI, R. M. Silagem de pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado**: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 399-406.

VIGNESH, R.; SRINIVASAN, M. Nutritional quality of processed head and bone flours of Tilapia (*Oreochromis mossambicus*, Peters, 1852) from *Parangipettai estuary*, South East Coast of India. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, Beijing, v. 2, n. 1, 2012. p. S368-S372. Supplement.

YAJIMA, E. M.; FRANCO, M. L. R. S.; BORDIGNON, A. C. Produção de gelatina de Pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado**: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 426-434.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coord). **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4. ed. 1. ed. digit. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

## CAPÍTULO 2

### **Produção e caracterização nutricional de farinhas e óleos de resíduos de peixes neotropicais em dietas para tilápia do Nilo**

**Resumo:** O trabalho teve como objetivo estudar os resíduos do processamento de patinga e pintado real<sup>®</sup> para a produção de farinha e óleo de peixe em escala industrial, caracterizando-os qualitativamente, quantitativamente e determinando os coeficientes de digestibilidade das farinhas para a tilápia do Nilo. Para a produção de farinha e óleo foram utilizadas duas matérias primas: resíduos provenientes do processamento de patinga e de pintado real<sup>®</sup>. Para a caracterização das farinhas de peixes foram determinados: umidade, proteína bruta, lipídios totais, matéria mineral e perfil de aminoácidos; e para caracterização dos óleos de peixes foram analisados os índices: peróxido, acidez, iodo, e perfil dos ácidos graxos. Em seguida, foi realizado o ensaio de digestibilidade da proteína e energia bruta das farinhas para a tilápia do Nilo. Foram utilizados juvenis de tilápias com peso inicial médio de 148,08±0,06g, estocados em 9 caixas (500L) com 15 peixes/caixa. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e três repetições, sendo avaliadas as farinhas de patinga (FPA) e pintado real<sup>®</sup> (FPR). Foi formulada uma dieta referência para atender as exigências nutricionais da espécie. Os resultados dos percentuais de rendimento das farinhas e dos óleos foram em média 48,05% para a patinga, sendo: 22,97% farinha e 25,08% óleo; e 35,69% para o pintado real<sup>®</sup>, sendo: 23,95% farinha e 11,74% óleo. A FPA apresentou maiores teores de matéria seca, matéria mineral, carboidratos, energia, cálcio e fósforo, e a FPR maior teor de proteína bruta. Entre os aminoácidos essenciais, a FPR apresentou maiores teores de isoleucina (4,16 g/100g PB) e treonina (5,61 g/100g PB). Para os aminoácidos não essenciais, a FPR apresentou maior teor de cistina (0,45 g/100g PB) e a FPA maior de prolina (7,46 g/100g PB). Com base na avaliação do escore químico, os aminoácidos triptofano, metionina e fenilalanina foram os aminoácido limitantes, quando comparado com as proteínas padrões, para as duas farinhas avaliadas. Os valores de lipídios totais, índice de iodo, colesterol e peróxido, não diferiram entre

os óleos. Independente da origem do resíduo estudado, os óleos apresentaram os ácidos monoinsaturados, palmitoléico e o isômero oleico como predominantes. A FPR apresentou a maior digestibilidade da fração proteica (84,32%). A farinha de patinga apresentou os maiores valores de  $CDA_{EB}$  (76,18%) e ED (3833,61 kcal/kg). Conclui-se que os resíduos do processamento da patinga e pintado real<sup>®</sup> podem ser utilizados na produção de farinhas e óleos de peixes como fontes proteicas e energéticas de origem animal em dietas para tilápias do Nilo.

**Palavras chave:** avaliação de alimentos, escala industrial, farinha de resíduos, óleo de resíduos, *Oreochromis niloticus*.

## 1. Introdução

A utilização de resíduos alimentícios para a ração animal é uma alternativa de grande interesse, que além do benefício ambiental, reduz o custo de produção animal (Arvanitoyannis & Kassaveti, 2008). A alimentação representa mais de 50% do custo operacional da aquicultura (El-Sayed, 1999), sendo que os alimentos proteicos são responsáveis pela maior parte dos custos (Cheng; Hardy; Usry, 2003).

As indústrias de processamento de pescado geram grandes quantidades de resíduos e o aproveitamento destes é um desafio para o setor aquícola para não poluir o ambiente. Os principais resíduos sólidos resultantes do processamento de peixes são vísceras, peles, escamas, ossos e aparas, podendo representar entre 8 a 16% no caso de pescado eviscerado e 60 a 72% na produção de filés sem pele (Kubitza & Campos, 2006), tornando fundamental o processamento desses resíduos para redução do impacto ambiental.

Os resíduos gerados no processamento industrial do pescado são ricos em minerais (Stevanato et al., 2007), proteínas e lipídios (Nges; Mbatia; Bjornsson, 2012) com significativo conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente da série ômega-3 quando de peixes marinho (Feltus et al., 2010). Além disso, apresentaram grande potencial como fonte de energia (Kafle; Kim; Sung, 2012), tendo, portanto, importantes características para serem reaproveitados.

O rendimento dos resíduos varia de acordo com a tecnologia utilizada no processamento, anatomia e peso corporal do peixe. Souza & Inhamuns (2011) trabalhando com pacu (209 g) e tambaqui (1071 g) encontraram em torno de 46% e 45% de resíduos, respectivamente (vísceras, escamas, nadadeiras e ossos), comprovando o grande volume de resíduos gerados pela piscicultura dessas espécies. Em tambaqui (*Colossoma macropomum*) filetado, Abreu et al. (2012), obtiveram 67% de resíduos.

Para o *Pseudoplatystoma sp.* o rendimento de carcaça (sem vísceras e cabeça) e do filé (sem pele) foi em torno de 72 a 74% e 42 a 45%, respectivamente (Projeto Pacu, 2014). No aproveitamento desses resíduos de alta qualidade, pode-se obter diversos produtos, como as peles que podem ser

utilizadas na indústria de artefatos de couro (Maluf & Hilbig, 2010; Franco, 2011) e, também colágenos ou gelatinas (Yajima; Franco; Bordignon, 2011); a farinha (Nunes, 2011; Vidotti; Gonçalves; Martins, 2011; Hu et al., 2013), o óleo (Prentice-Hernández, 2011; Vidotti; Gonçalves; Martins, 2011; Gonçalves; Ferroli; Viegas, 2012); a silagem (Vidotti, 2011; Oliveira et al., 2014), e o hidrolisado (Dieterich, 2014).

A transformação de resíduos de peixes em farinha de peixe é uma alternativa para aproveitar esse material residual. É um alimento utilizado na formulação de dietas por conter em média 70% de proteína, 9% de lipídios e 8% de umidade (Blanco et al., 2007). Além disso, apresenta um perfil de aminoácidos essenciais, ácidos graxos da cadeia ômega-3, ácidos eicosapentaenoicos (EPA) e docosahexaenoicos (DHA), boa fonte de vitaminas como riboflavina, niacina, vitaminas A e D, também fontes de minerais, tais como, cálcio, fósforo, ferro, zinco, selênio e iodo (Olsen & Hasan, 2012). Entretanto, Boscolo et al. (2001) relataram dificuldades em se conseguir farinha de peixe de boa qualidade. A qualidade da farinha de peixe é influenciada por vários fatores, tais como, espécies de origem, frescor dos resíduos, processamento e condições de armazenamento.

A digestibilidade é um dos aspectos mais importantes na avaliação dos alimentos. O valor nutricional dos alimentos baseia-se não somente na composição química, mas também na quantidade de nutrientes que o peixe pode absorver e utilizar (NRC, 2011). Os animais aproveitam de forma diferente os alimentos, sendo esta variação quantificada através do coeficiente de digestibilidade aparente (Andrigueto et al., 1982).

Diante deste contexto, o objetivo do presente estudo foi aproveitar os resíduos do processamento de patinga e pintado real<sup>®</sup>, para produção de farinha e óleo em escala industrial, caracterizando-os qualitativamente e quantitativamente, e, ainda, determinar o coeficiente de digestibilidade das farinhas obtidas para tilápia do Nilo.



## 2. Material e Métodos

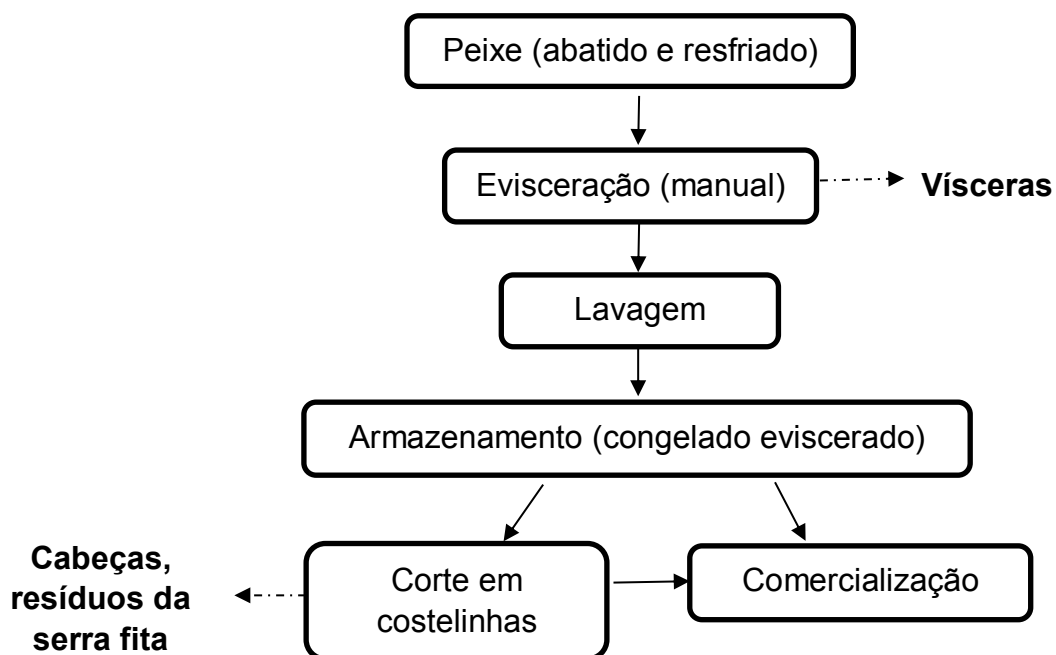
Os procedimentos experimentais foram aprovados no Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) – UNESP (Protocolo nº. 008329/2012).

### 2.1. Produção de Farinhas e Óleos

A produção das farinhas e óleos foi realizada na Unidade de Beneficiamento de Resíduos do Grupo Ambar Amaral, situado em Santa Fé do Sul - SP.

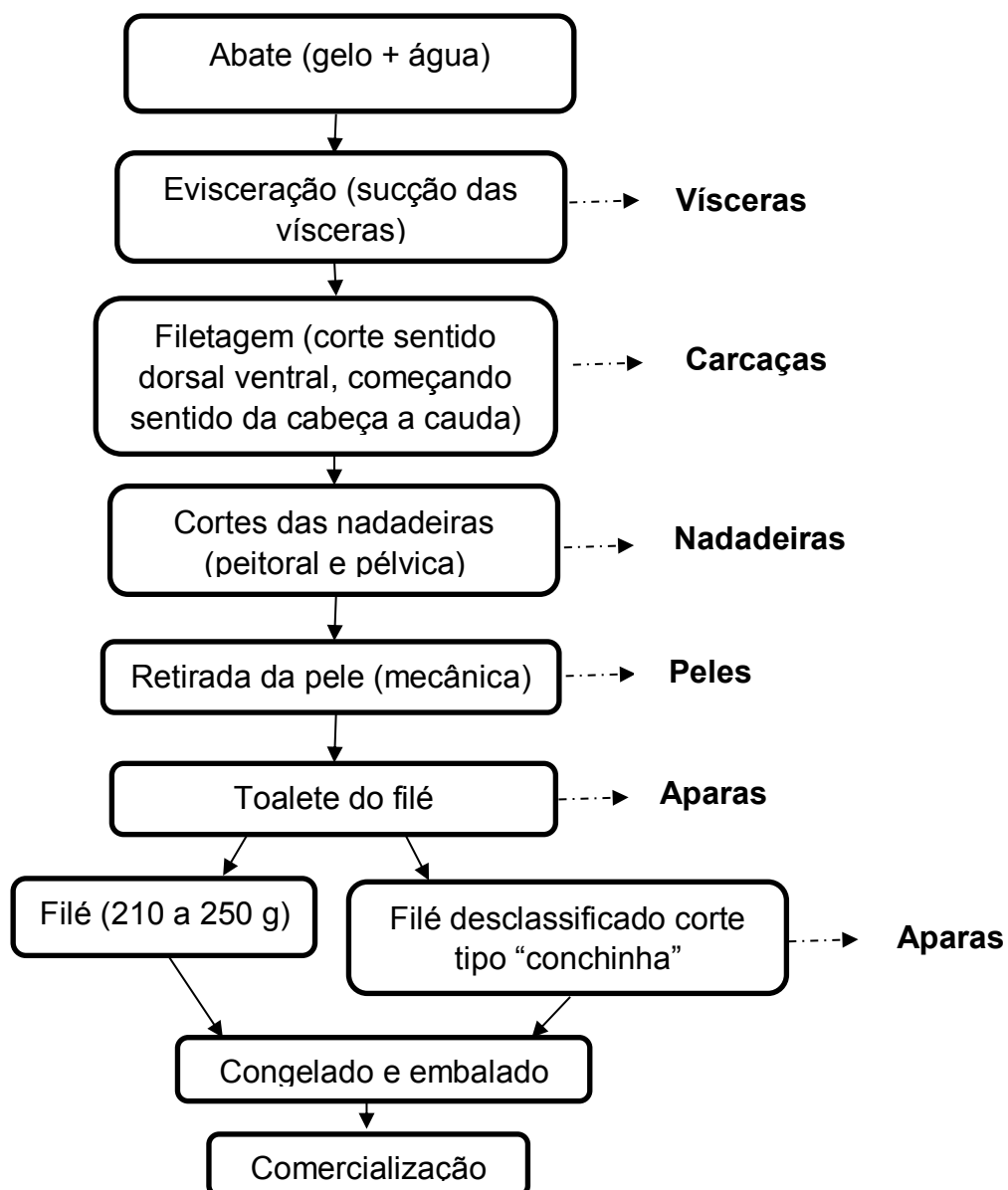
Os subprodutos de peixes utilizados foram os resíduos do processamento do híbrido patinga (*Piaractus mesopotamicus* x *Piaractus brachypomus*) (PA) e do pintado real<sup>®</sup> (PR). As matérias primas foram doadas pelos Frigoríficos Brazilian Fish situado em Santa Fé do Sul - SP e Mar & Terra em Itaporã - MS, respectivamente.

Os resíduos gerados no processamento da PA foram: vísceras, cabeças e resíduos de carne da serra fita (Fluxograma 1). Esse processamento ocorreu de forma parcelada, isto é, os peixes chegavam ao frigorífico abatidos, em seguida eram eviscerados, e as vísceras embaladas e armazenadas em freezer. Os peixes inteiros eviscerados, congelados em câmara de congelamento eram armazenados até a comercialização conforme a demanda de mercado. O armazenamento ocorreu por, no mínimo, 30 dias até a comercialização total do lote abatido. Foram realizadas três repetições de produção de farinha de PA, contendo 453,70 kg; 539,56 kg e 496,50 kg de resíduos, respectivamente.



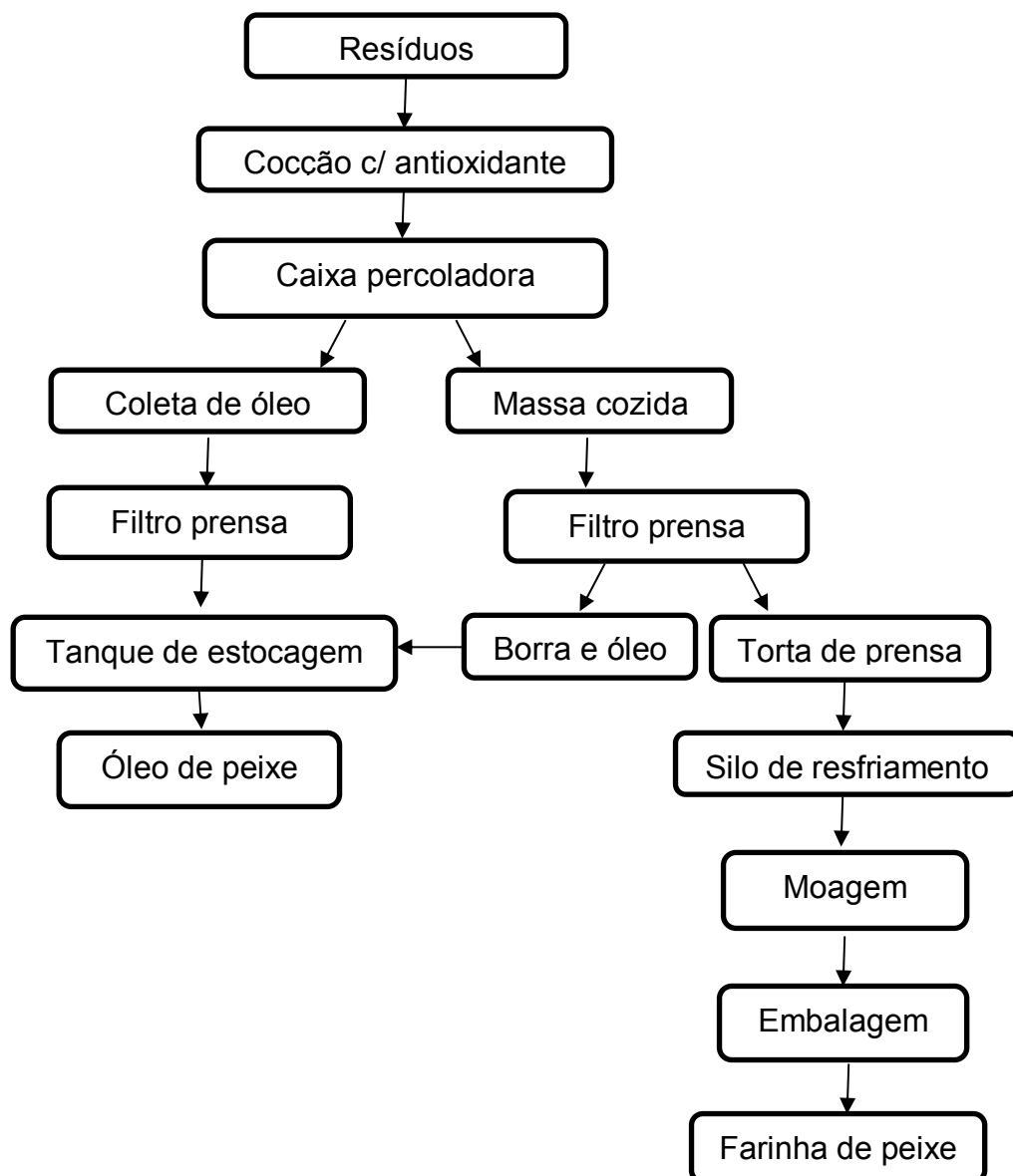
**Fluxograma 1:** Processamento parcelado da Patinga (PA) e dos resíduos gerados (setas pontilhadas).

Os resíduos do processamento do PR foram vísceras, cabeças, nadadeiras, peles e aparas (Fluxograma 2), os quais foram coletados no final do processamento diário e em quantidade suficiente para as três repetições da produção da farinha e óleo. Os resíduos foram embalados, separados por partes, em sacos plásticos, identificados com fitas coloridas para a manipulação na Unidade de Beneficiamento (UB), mantendo a proporcionalidade. Em seguida, foram colocados em caixas plásticas cobertas com gelo em escamas, para manter o frescor, e armazenados em caminhão baú equipado com o “*thermoking*” até a UB. A produção da farinha de PR foi realizada em um dia, com três repetições contendo 703,36 kg; 834,98 kg e 737,26kg de resíduos, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com duas matérias primas e três repetições.



**Fluxograma 2:** Processamento do pintado real® (PR) e dos resíduos gerados (setas pontilhadas).

A metodologia utilizada para o ensaio de produção industrial das farinhas e dos óleos foi a proposta por Vidotti; Gonçalves; Martins, (2011). As etapas do processo de produção estão representadas no Fluxograma 3.



**Fluxograma 3:** Etapas de produção da farinha e óleo de resíduos do processamento de filetagem (Vidotti; Gonçalves; Martins, 2011).

### 2.1.1. Coletas das amostras

As amostras das farinhas e óleos de peixes foram coletadas após a produção de cada repetição. As amostras de farinhas de peixe foram acondicionadas em potes plásticos e identificadas; armazenadas em freezer. As amostras de óleos de peixes foram acondicionadas em vidro âmbar e identificadas; armazenadas sem iluminação e local fresco. Após a coleta, foram

encaminhadas para análises físicas e químicas no Centro de Ciências e Qualidade de Alimentos (CCQA) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Campinas-SP.

a) Caracterização das farinhas de resíduos de peixe

As análises de umidade, proteína bruta (N x 6,25), lipídios totais e matéria mineral foram realizadas segundo os métodos oficiais da AOAC (2005).

A determinação de aminoácidos nas amostras foi realizada segundo Hagen; Frost; Augustin (1989). As amostras foram inicialmente hidrolisadas com ácido clorídrico 6N, seguida de reação pré-coluna com fenilisotilcianato (PITC) e quantificação em cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE) fase reversa, utilizando-se como padrão interno, o ácido  $\alpha$ -aminobutírico. As áreas dos picos obtidos a partir da amostra desconhecida foram quantificadas em comparação com as de uma mistura padrão de aminoácidos (Pierce, P/N 20088) e padrão interno a 254 nm. O triptofano foi determinado após hidrólise enzimática com pronase a 40°C durante 24 horas, seguido de reação colorimétrica com 4-dimetilaminobenzaldeído (DAB) em ácido sulfúrico 21.1 N e leitura em espectrofotômetro a 590 nm (Spies, 1967).

Em seguida, foi avaliado a ordem dos aminoácidos limitantes nas farinhas, calculando o escore químico (EQ) segundo Sgarbieri (1996):

$$EQ = \frac{\text{mg de aminoácido/g proteína teste}}{\text{mg de aminoácido/g proteína referência}}$$

Como referência, foram considerados os aminoácidos essenciais da exigência em proteína bruta para a tilápia do Nilo segundo o NRC (2011). Se uma proteína apresentar o escore químico maior que 1,0 para os aminoácidos esses são considerados de alto valor nutricional, se menor que 1,0 são denominados de aminoácido limitante (Pires et al., 2006).

## b) Caracterização dos óleos de resíduos de peixe

Após extração dos lipídios com éter de petróleo no extrator de Butt (Horwitz, 2010), as amostras foram esterificadas de acordo com Hartmann & Lago (1973) e Horwitz (2010). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram quantificados por cromatografia a gás (VARIAN Mod. 3900), coluna capilar CP-SIL 88, detector por ionização de chama (FID) e workstation com software STAR. Os picos foram identificados por comparação a padrões da SUPELCO IM 37 Component FAME MIX (Sigma Aldrich).

As análises: índice de peróxido (método Cd 8b-90), índice de acidez (método Ca 5a – 40) e índice de iodo (método Cd 1d – 92) foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Firestone (2009a; 2009b; 2009c); e a análise de colesterol segundo Mazalli; Saldanha; Bragagnolo (2003) e Schmarr; Gross; Shibamoto (1996).

A quantificação nutricional dos óleos foram determinadas calculando-se os índice de aterogenicidade (IA) (1), índice de trombogenicidade (IT) (2), segundo (Ulbrich & Southgate, 1991); e a razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) (3), segundo Santos-Silva; Bessa; Santos-Silva, (2002), utilizando-se os dados da composição em ácidos graxos.

$$(1) IA = [(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / (\sum AGMI + \sum \omega 6 + \sum \omega 3)$$

$$(2) IT = (C:14 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times \sum AGMI) + (0,5 \times \sum \omega 6 + (3 \times \sum \omega 3) + (\sum \omega 3 / \sum \omega 6)]$$

$$(3) HH = (C18:1cis9 + C18:2\omega 6 + C20:4\omega 6 + C18:3\omega 3 + C20:5\omega 3 + C22:5\omega 3 + C22:6\omega 3) / (C14:0 + 16:0)$$

## 2.2. Digestibilidade das farinhas

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura do Polo Regional Noroeste Paulista, localizado em Votuporanga-SP, pertencente a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA).

Foram utilizados 135 juvenis de tilápias do Nilo com peso médio de 148,08±0,06g, provenientes da Piscicultura Peixe Vivo (Santa Fé do Sul - SP),

estocados em 9 caixas (500 litros). As caixas eram abastecidas com água em sistema de recirculação contendo filtragem mecânico biológico e controle de temperatura analógico, com temperatura média de 26,7°C durante o período experimental.

Para a avaliação da digestibilidade da proteína e energia das farinhas foi utilizada a metodologia descrita por Silva & Anderson (1995). Para isso, foi formulada uma dieta referência para atender as exigências nutricionais da tilápia do Nilo segundo Furuya (2010) e NRC (2011) (Tabela 1).

**Tabela 1:** Fórmula e composição da dieta referência.

Ingredientes (%)	Dieta de Referência
Milho	28,34
Concentrado Proteico de Soja	25,39
Farelo de Trigo	20,00
Farinha de Vísceras de Aves	15,00
Quirera de Arroz	5,00
Sal (NaCl)	0,30
Calcário	0,95
Cloreto de Colina	0,10
Fosfato Bicálcico	1,27
Óleo de Soja	2,80
DL-Metionina	0,10
Antifúngico <sup>a</sup>	0,20
Antioxidante <sup>b</sup>	0,05
Premix <sup>c</sup>	0,50
<b>Composição Calculada</b>	
Matéria Seca (%)	89,46
Matéria Mineral (%)	7,49
Lipídios Totais (%)	7,57
Fibra Bruta (%)	3,86
Proteína Bruta (%)	30,00
Proteína Digestível (%)	25,16
Energia Digestível (kcal/kg)	3.075,00

<sup>a</sup>Fylax®, <sup>b</sup>Oxynyl Dry®, <sup>c</sup>Composição do Premix: Níveis de garantia por kg do produto: Vit.A=12.000,00 UI/kg; Vit. D3= 3.000,000 UI/kg; Vit. E= 150,0 mg; Vit. K3= 15,00 mg; Vit. B1= 20,00 mg; Vit. B2= 20,00 mg; Vit. B6= 17,50 mg; Vit. B12= 40,00 mcg; Vit. C= 300,000 mg; Ác. Nicotínico=100,00 mg; Pant. Cálcico= 50,00 mg; Biotina= 1,00 mg; Ác. Fólico= 6,00 mg; Antioxidante= 25,00 mg; S. Cobre= 17,50 mg; S. Ferro= 100,00 mg; S. Manganês= 50,00 mg; S. Zinco= 120,00 mg; I. Cálcio= 0,80 mg; S. Sódio= 0,50 mg; S. Cobalto= 0,40 mg; Inusitol= 125,00 mg; Colina= 500,00.

As dietas testes foram elaboradas contendo 70% da dieta referência e 30% das farinhas avaliadas, de acordo com as recomendações de McGoogan & Reigh (1996) e foi adicionado o óxido de cromo III ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) como marcador inerte, na proporção de 0,5% de acordo com a metodologia descrita por Nose (1966).

Os ingredientes foram finamente moídos, misturados e homogeneizados, e as dietas foram processadas na Fábrica de ração do CAUNESP - UNESP - Jaboticabal-SP, em extrusora (Exteec Ex Laboratório), com pellets de aproximadamente 4 mm de diâmetro e secos em estufa com ventilação forçada por 24 horas a 55°C. Após a secagem, as dietas foram peneiradas para a retirada de finos, e armazenadas sob refrigeração (5°C) durante todo o período experimental.

A metodologia utilizada para a coleta de fezes no ensaio de digestibilidade foi o sistema de Guelph modificado, que consiste na coleta das fezes por sedimentação em aquários afunilados. Foram utilizados três aquários com capacidade de 80 litros e com copo coletor na sua parte inferior, nos quais as fezes ficavam depositadas. Após a decantação, um registro de esfera localizado acima do copo coletor era fechado e as fezes coletadas.

Os peixes foram alimentados durante sete dias com as dietas experimentais contendo marcador inerte, até a saciedade aparente, quatro vezes ao dia (07h30min, 10h30min, 13h30min e 16h00min). No oitavo dia, os peixes foram alimentados às 07h30min, e após 30 minutos, transferidos para os aquários de coleta de fezes, por aproximadamente oito horas. A cada 30 min as fezes eram coletadas para evitar a lixiviação de nutrientes, e armazenadas com refrigeração em potes de plásticos, até completar o volume necessário para as análises. Esse procedimento foi repetido até finalizar as coletas das fezes das dietas experimentais. Após o término das coletas, as amostras de fezes foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 55°C por 72 h.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína e da energia das dietas experimentais foram estimados segundo Nose (1966):



$$CDA_{(n)}(\%) = 100 - \left[ 100 \left( \frac{\%Cr_2O_3 d}{\%Cr_2O_3 f} \right) \times \left( \frac{\% N f}{\% N d} \right) \right]$$

Sendo:

$CDA_{(n)}$  = Coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente na dieta;

$\%Cr_2O_3 d$  = % de óxido de cromo na dieta;

$\%Cr_2O_3 f$  = % de óxido de cromo nas fezes;

$\%N_d$  = Nutriente ou energia na dieta;

$\%N_f$  = Nutriente ou energia nas fezes.

A partir da determinação do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia das dietas testes e referência, foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e energia bruta do ingrediente avaliado de acordo com a fórmula proposta por Cho & Slinger (1979).

$$CDA = CDA_{DT} - CDA_{DR} * x/y$$

Sendo:

CDA = coeficiente de digestibilidade aparente;

$CDA_{DT}$  = coeficiente de digestibilidade aparente da dieta teste;

$CDA_{DR}$  = coeficiente de digestibilidade aparente da dieta referência;

x = % da dieta referência

y = % do alimento teste

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos (farinha de patinga e farinha de pintado real<sup>®</sup>) e três repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, com 5% de significância, por meio do programa estatístico AgroEstat - Sistema para análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos (Barbosa & Maldonado, 2014).

### 3. Resultados

Os percentuais de rendimento das farinhas e dos óleos obtidos a partir dos resíduos de patinga e pintado real<sup>®</sup>, com pesos médio inicial de 496,59kg e 758,53kg, respectivamente foram em média 48,05% para a patinga, sendo: 22,97% farinha e 25,08% óleo; e 35,69% para o pintado real<sup>®</sup>, sendo 23,95% farinha e 11,74% óleo. Os tempos médios de cocção foram 56 min e 129 min para FPA e FPR, respectivamente.

A composição centesimal das FPA e FPR apresentaram diferenças ( $P<0,05$ ) para os teores de matéria seca, proteína bruta, matéria mineral e cálcio (Tabela 2). A farinha de patinga apresentou os maiores níveis ( $P<0,05$ ) de matéria seca (96,20 g/100g), matéria mineral (27,89 g/100g) e cálcio (9902 mg/100g). O nível de proteína bruta foi maior ( $P<0,05$ ) na farinha de pintado real<sup>®</sup> (59,74 g/100g).

**Tabela 2:** Composição centesimal das farinhas de patinga (FPA) e de pintado real<sup>®</sup> (FPR).

Parâmetros <sup>2</sup>	FPA <sup>3</sup>	FPR <sup>4</sup>	Valores de F	Valores de P	CV (%) <sup>5</sup>
MS (g/100g)	96,19±0,12 <sup>a1/</sup>	91,80±1,05 <sup>b</sup>	51,30**	0,0020	0,79
PB (g/100g)	50,32±0,43 <sup>b</sup>	59,74±3,40 <sup>a</sup>	22,60**	0,0089	4,40
LT (g/100g)	14,43±0,63	11,39±2,60	3,87 <sup>ns</sup>	0,1205	14,68
MM (g/100g)	27,89±1,34 <sup>a</sup>	20,47±1,06 <sup>b</sup>	56,13**	0,0017	5,01
CHO (g/100g)	3,54±2,36	0,36±0,37	5,31 <sup>ns</sup>	0,0825	86,69
EB (kcal/kg) *	4200,50±83,40 <sup>b</sup>	4446,35±52,58 <sup>a</sup>	18,65*	0,0124	1,61
Ca (mg/100g)	9902,00±767,55 <sup>a</sup>	7217,66±560,52 <sup>b</sup>	23,93**	0,0081	7,85
P (mg/100g)	5090,66±685,15	4245,33±235,71	4,08 <sup>ns</sup>	0,1134	10,97

<sup>1/</sup>Valores médios ± DP (n=3). <sup>a,b</sup>Valores médios seguidos por letras diferentes na linha diferem pelo teste Tukey ( $P<0,05$ ). \*\* $P<0,01$ ; <sup>ns</sup> Não significativo.

<sup>2</sup>Parâmetros: MS: Matéria Seca; PB: Proteína Bruta; LT: Lipídios Totais; MM: Matéria Mineral; CHO: Carboidratos; EB: Energia Bruta; Ca: Cálcio; P: Fósforo.

<sup>3</sup>FPA: Farinha de patinga. <sup>4</sup>FPR: Farinha de pintado real<sup>®</sup>.

<sup>5</sup>CV: Coeficiente de Variação

\*Calculada: NRC (2011)

A composição dos aminoácidos essenciais e não essenciais das farinhas de patinga e de pintado real<sup>®</sup> encontram-se na Tabela 3. Dentre os aminoácidos essenciais, a farinha de pintado real<sup>®</sup> apresentou valores mais elevados de

isoleucina e treonina 4,16 e 5,61 g/100g PB, respectivamente. Dentre os não essenciais a FPR apresentou maior valor de cistina (0,45 g/100g PB) e a FPA maior valor de prolina (7,46 g/100g PB).

**Tabela 3:** Composição em aminoácidos (g/100g de PB) e teores de proteína bruta das farinhas de patinga (FPA) e de pintado real® (FPR).

Aminoácidos Essenciais	FPA <sup>2</sup>	FPR <sup>3</sup>	Valores de F	Valores de P	CV (%) <sup>4</sup>
Arginina	9,39±1,26 <sup>1/</sup>	8,75±0,32	0,71 <sup>ns</sup>	0,4479	10,17
Fenilalanina	3,46±0,82	2,69±0,05	2,63 <sup>ns</sup>	0,1805	18,99
Histidina	2,41±0,27	2,20±0,03	1,71 <sup>ns</sup>	0,2613	8,52
Isoleucina	3,73±0,08 <sup>b</sup>	4,16±0,14 <sup>a</sup>	20,48*	0,0106	2,99
Leucina	6,32±1,12	5,43±0,14	1,82 <sup>ns</sup>	0,2489	13,70
Lisina	8,14±1,07	8,71±0,47	0,73 <sup>ns</sup>	0,4411	9,80
Metionina	2,29±0,17	2,43±0,09	1,43 <sup>ns</sup>	0,2980	6,07
Treonina	4,32±0,39 <sup>b</sup>	5,61±0,14 <sup>a</sup>	29,03**	0,0057	5,91
Valina	4,07±0,28	3,85±0,05	1,71 <sup>ns</sup>	0,2605	5,18
Triptofano	0,53±0,06	0,60±0,07	2,04 <sup>ns</sup>	0,2262	11,56
<b>Aminoácidos Não Essenciais</b>					
Ácido Aspártico	8,69±2,20	10,04±0,66	1,03 <sup>ns</sup>	0,3671	17,37
Ácido Glutâmico	15,96±2,18	16,48±0,79	0,15 <sup>ns</sup>	0,7214	10,12
Alanina	8,15±0,91	7,26±0,13	2,80 <sup>ns</sup>	0,1698	8,48
Cistina	0,26±0,09 <sup>b</sup>	0,45±0,02 <sup>a</sup>	11,20*	0,0287	19,15
Glicina	13,58±0,26	12,96 ± 0,31	3,16 <sup>ns</sup>	0,1501	3,23
Prolina	7,46±0,28 <sup>a</sup>	6,85 ± 0,10 <sup>b</sup>	12,27*	0,0248	2,97
Serina	4,34±0,35	4,93±0,23	5,90 <sup>ns</sup>	0,0720	6,40
Tirosina	2,46±0,28	2,68±0,31	0,79 <sup>ns</sup>	0,4249	11,62
PB (%) <sup>5</sup>	50,32±0,43 <sup>b</sup>	59,74±3,40 <sup>a</sup>	22,60**	0,0890	4,40

<sup>1/</sup> Valores médios ± DP (n=3). <sup>a,b</sup> Valores médios seguidos por letras diferentes na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). \*\*P<0,01; <sup>ns</sup> Não significativo.

<sup>2</sup>FPA: Farinha de patinga. <sup>3</sup>FPR: Farinha de pintado real®.

<sup>4</sup>CV: Coeficiente de Variação

<sup>5</sup>PB: Proteína Bruta

A avaliação da ordem dos aminoácidos limitantes das diferentes farinhas por meio do escore químico encontra-se na Tabela 4. Os aminoácidos triptofano, metionina e fenilalanina foram os aminoácidos limitantes quando comparado com as proteínas padrões, para a FPA e FPR, conforme a proteína padrão adotada do NRC (2011).

**Tabela 4:** Valores de escore químico de aminoácidos essenciais (g/100g de PB) das farinhas de patinga (FPA) e de pintado real<sup>®</sup> (FPR) em relação a exigência em proteína bruta para a tilápia do Nilo.

Aminoácidos	FPA <sup>1</sup>	FPR <sup>2</sup>	PB Tilápia (2011) <sup>3</sup>
Triptofano	0,53	0,60	1,00
Leucina	1,86	1,60	3,40
Metionina	0,84	0,90	2,70
Isoleucina	1,20	1,34	3,10
Valina	1,45	1,38	2,80
Fenilalanina	0,91	0,70	3,80
Treonina	1,13	1,47	3,80
Histidina	1,42	1,29	1,70
Lisina	1,59	1,70	5,10

<sup>1</sup>FPA: Farinha de patinga. <sup>2</sup>FPR: Farinha de pintado real<sup>®</sup>. <sup>3</sup>Exigência em Proteína Bruta para a Tilápia do Nilo NRC (2011).

Os óleos de patinga (OPA) e pintado real<sup>®</sup> (OPR) foram caracterizados pelos índices de identificação e de qualidade (Tabela 5). O índice de iodo do OPA (76,66 Cgl/g) e do OPR (82,33 Cgl/g), não diferiram significativamente ( $P > 0,05$ ) e estão dentro da faixa permitida na legislação (75 a 94 Cgl/g). O teor de colesterol encontrado nos OPA e OPR também não diferiram ( $P > 0,05$ ) e foram 618,86 e 637,95 mg/100g, respectivamente.

Os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) predominaram na composição dos óleos estudados, sendo que OPA apresentou maior valor AGMI do que o OPR ( $P < 0,05$ ). Nos demais índices de identificação, OPR apresentou valores superiores ( $P < 0,05$ ) do que o OPA (Tabela 5).

O índice de acidez do óleo de patinga foi significativamente maior do que o óleo de pintado real<sup>®</sup> ( $P < 0,05$ ), porém ambos apresentaram valores mais altos do que o nível recomendado de  $\leq 0,5$ <sup>1</sup> (Tabela 5). O índice de peróxido não apresentou diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os óleos avaliados, e estão conforme o nível recomendado de  $\leq 20$ <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Legislação Brasileira, Instrução Normativa nº 166. Diário Oficial da União, seção 1, 30 de agosto de 2010.

**Tabela 5:** Índices de identificação e qualidade do óleo de patinga (OPA) e de pintado real<sup>®</sup> (OPR).

Índices de Identificação <sup>2</sup>	OPA <sup>3</sup>	OPR <sup>4</sup>	Valores de F	Valores de P	CV (%) <sup>5</sup>
Lipídios Totais (%)	95,57±0,07 <sup>1/</sup>	95,62±0,10	1,21 <sup>ns</sup>	0,3331	0,05
Índice de Iodo (Cgl/g)	76,66±3,51	82,33±2,88	4,66 <sup>ns</sup>	0,0970	4,04
Colesterol (mg/100g)	618,86±21,28	637,57±9,95	1,90 <sup>ns</sup>	0,2403	2,64
AGS (mg/g)	34,62±0,35 <sup>b</sup>	35,59±0,41 <sup>a</sup>	9,34 <sup>*</sup>	0,0378	1,10
AGMI (mg/g)	44,08±0,32 <sup>a</sup>	42,55±0,17 <sup>b</sup>	50,28 <sup>**</sup>	0,0021	0,61
AGPI (mg/g)	12,13±0,07 <sup>b</sup>	13,98±0,14 <sup>a</sup>	46,37 <sup>**</sup>	<0,0001	0,86
ω3 (mg/g)	1,08±0,07 <sup>b</sup>	1,92±0,03 <sup>a</sup>	304,88 <sup>**</sup>	<0,0001	3,88
ω6 (mg/g)	11,04±0,14 <sup>b</sup>	12,06±0,10 <sup>a</sup>	94,35 <sup>**</sup>	0,0006	1,10
ω3: ω6	0,10±0,01 <sup>b</sup>	0,16±2,53 <sup>a</sup>	108,00 <sup>**</sup>	0,0005	5,43
AGPI:AGS	0,35±5,57 <sup>b</sup>	0,39±0,01 <sup>a</sup>	42,25 <sup>**</sup>	0,0029	2,19
<b>Índices de Qualidade</b>					
Acidez (mg KOH/g)	7,83±0,28 <sup>a</sup>	2,80±0,12 <sup>b</sup>	801,66 <sup>**</sup>	<0,0001	4,09
Peróxido (meq/kg)	1,41±0,86	2,33±0,45	2,66 <sup>ns</sup>	0,1781	36,75

<sup>1/</sup> Valores médios ± DP (n=3). <sup>a,b</sup> Valores médios seguidos por letras diferentes na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). <sup>\*\*</sup>P<0,01; <sup>ns</sup> Não significativo.

<sup>2</sup>Índices de Identificação: AGS: Ácidos Graxos Saturados; AGMI: Ácidos Graxos Monoinsaturados; AGPI: Ácidos Graxos Polinsaturados; ω3: ômega-3; ω6: -ômega; ω3: ω6: Relação ômega-3: ômega-6; AGPI:AGS: Relação Ácidos Graxos Polinsaturados: Ácidos Graxos saturados.

<sup>3</sup>OPA: Óleo de patinga, <sup>4</sup>OPR: Óleo de pintado real<sup>®</sup>.

<sup>5</sup>CV: Coeficiente de Variação

As composições em ácidos graxos dos óleos estudados estão na Tabela 6. O ácido palmítico (16:0) foi o predominante entre os ácidos graxos saturados (AGS), não ocorrendo diferença significativa (P>0,05) entre o OPA (23,74 mg/g LT) e OPR (24,34 mg/g de LT). Independente do resíduo dos peixes estudados, os óleos apresentaram os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), palmitoléico (16:1 ω-7) e o isômero oleico (18:1 ω-9) como predominantes, variando de 4,12 a 5,24 mg/g de LT e 36,40 a 36,99 mg/g de LT para OPR e OPA, respectivamente.

Para o ácido graxo 22:6 ω-3 DHA, o OPR apresentou maior concentração (0,70 mg/g LT) do que o OPA (0,27 mg/g LT). O EPA somente foi encontrado no OPR. O ácido graxo 22:5 ω-3 DPA não apresentou diferença significativa (P<0,05) entre os óleos avaliados (Tabela 6).

**Tabela 6:** Composição de ácidos graxos do óleo de patinga (OPA) e de pintado real® (OPR) (expressos em mg/g de LT).

Ácidos Graxos	OPA <sup>2</sup>	OPR <sup>3</sup>	Valores de F	Valores de P	CV (%) <sup>4</sup>
12:0	0,07±0,04 <sup>1/</sup>	0,00±0,00	3,95 <sup>ns</sup>	0,1179	10,65
14:0	3,01±0,18 <sup>a</sup>	1,95±0,04 <sup>b</sup>	94,47 <sup>**</sup>	0,0006	5,34
15:0	0,21±0,02	0,22±0,01	0,18 <sup>ns</sup>	0,69118	8,83
16:0	23,74±0,18	24,34±0,43	4,83 <sup>ns</sup>	0,0930	1,39
17:0	0,34±0,02	0,36±0,01	1,75 <sup>ns</sup>	0,2564	6,14
18:0	6,93±0,49 <sup>b</sup>	8,34±0,02 <sup>a</sup>	23,73 <sup>**</sup>	0,0082	4,63
20:0	0,17±0,01 <sup>b</sup>	0,21±0,01 <sup>a</sup>	13,09 <sup>*</sup>	0,0224	7,00
22:0	0,22±0,04 <sup>b</sup>	0,11±0,00 <sup>a</sup>	9,77 <sup>*</sup>	0,0354	47,79
24:0	0,14±0,02	0,11±0,08	0,23 <sup>ns</sup>	0,6594	46,86
14:1 ω-5	0,21±0,01 <sup>a</sup>	0,11±0,00 <sup>b</sup>	112,50 <sup>**</sup>	0,0004	6,92
16:1 ω-7	5,24±0,20 <sup>a</sup>	4,12±0,01 <sup>b</sup>	89,60 <sup>**</sup>	0,0007	3,09
17:1	0,27±0,03	0,22±0,00	7,00 <sup>ns</sup>	0,0572	8,75
18:1 ω-9	36,99±0,53	36,40±0,14	3,38 <sup>ns</sup>	0,1399	1,07
20:1 ω-11	1,33±0,10 <sup>b</sup>	1,61±0,06 <sup>a</sup>	14,25 <sup>*</sup>	0,0195	6,01
22:1	0,02±0,04	0,07±0,00	5,12 <sup>ns</sup>	0,0864	57,73
18:2 ω-6	9,41±0,11 <sup>b</sup>	10,39±0,07 <sup>a</sup>	148,01 <sup>**</sup>	0,0003	0,99
18:3 ω-3	0,60±0,01 <sup>b</sup>	0,68±0,00 <sup>a</sup>	78,13 <sup>**</sup>	0,0009	1,79
20:2 ω-6	0,43±0,03	0,46±0,01	1,83 <sup>ns</sup>	0,2477	5,36
20:3 ω-6	0,52±0,01 <sup>b</sup>	0,65±0,01 <sup>a</sup>	103,14 <sup>**</sup>	0,0005	2,58
20:3 ω-3	0,08±0,00	0,07±0,01	1,80 <sup>ns</sup>	0,2508	11,65
20:4 ω-6	0,67±0,02 <sup>a</sup>	0,55±0,01 <sup>b</sup>	64,47 <sup>**</sup>	0,0013	2,90
20:5 ω-3 EPA	0,00±0,00 <sup>b</sup>	0,24±0,00 <sup>a</sup>	5476,00 <sup>**</sup>	<0,0001	3,31
22:5 ω-3 DPA	0,13±0,02	0,29±0,13	4,44 <sup>ns</sup>	0,1028	44,28
22:6 ω-3 DHA	0,27±0,05 <sup>b</sup>	0,70±0,02 <sup>a</sup>	145,97 <sup>**</sup>	0,0003	8,98
<b>Total N.I.<sup>5</sup></b>	<b>3,25±0,12<sup>a</sup></b>	<b>2,12±0,07<sup>b</sup></b>	<b>190,44<sup>**</sup></b>	<b>0,0002</b>	<b>3,74</b>

<sup>1/</sup> Valores médios ± DP (n=3). <sup>a,b</sup> Valores médios seguidos por letras diferentes na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). <sup>\*\*</sup>P<0,01; <sup>ns</sup> Não significativo.

<sup>2</sup>OPA: Óleo de patinga, <sup>3</sup>OPR: Óleo de pintado real®.

<sup>4</sup>CV: Coeficiente de Variação.

<sup>5</sup>N.I.: Ácidos Graxos Não Identificados.

A composição em ácidos graxos também permite avaliar o índice de qualidade nutricional da fração lipídica através da determinação dos índices de aterogenicidade (IA), trombogenicidade (IT) e as razões entre os ácidos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH). O OPR apresentou o IA e IT menor ( $P < 0,05$ ) do que o OPA (Tabela 7).

Os cálculos da razão ácidos graxos hipocolesterolêmicos e ácidos graxos hipercolesterolêmicos (HH) estão relacionados especificamente com o metabolismo do colesterol, não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados (Tabela 7).

**Tabela 7:** Índices de qualidade nutricional da fração lipídica dos óleos de patinga (OPA) e de pintado real<sup>®</sup> (OPR).

Índices <sup>2</sup>	OPA <sup>3</sup>	OPR <sup>4</sup>	Valores de F	Valores de P	CV (%) <sup>5</sup>
IA	0,63±0,01 <sup>b1/</sup>	0,56±0,01 <sup>a</sup>	40,09**	0,0032	2,25
IT	1,09±0,01 <sup>b</sup>	1,04±0,02 <sup>a</sup>	7,84*	0,0488	1,91
HH	1,79±0,01	1,87±0,04	7,69 <sup>ns</sup>	0,0502	1,61

<sup>1/</sup>Valores médios ± DP (n=3). <sup>a,b</sup>Valores médios seguidos por letras diferentes na linha diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). \*\* $P < 0,01$ ; <sup>ns</sup> Não significativo.

<sup>2</sup>Índices: IA: Índice Aterogenicidade; IT: Índice de Trombogenicidade; HH: Razões entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos.

<sup>3</sup>OPA: Óleo de patinga. <sup>4</sup>OPR: Óleo de pintado real<sup>®</sup>.

<sup>5</sup>CV: Coeficiente de Variação.

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) e os valores digestíveis da proteína e energia das farinhas para a tilápia do Nilo estão apresentados na Tabela 8. A FPR apresentou maior ( $P < 0,05$ ) coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDA<sub>PB</sub>) (84,32%) do que a FPA (71,24%).

Os CDA<sub>EB</sub> das farinhas de patinga e pintado real<sup>®</sup> não diferiram ( $P > 0,05$ ). A farinha de patinga apresentaram valores de CDA<sub>EB</sub> 76,18% e ED 3833,61 kcal/kg e a farinha de pintado real<sup>®</sup> apresentaram valores de CDA<sub>EB</sub> 74,82% e ED 3765,38 kcal/kg (Tabela 8).

**Tabela 8:** Coeficiente de digestibilidade aparente e valores digestíveis da proteína e energia das farinhas para a tilápia do Nilo.

Alimento <sup>2</sup>	Parâmetros <sup>3</sup>			
	Proteína		Energia	
	CDA <sub>PB</sub> (%)	PD (%)	CDA <sub>EB</sub> (%)	ED (Kcal/kg)
FPA	71,24±8,72 <sup>1/</sup>	35,85±4,39 <sup>b</sup>	76,18±12,97	3833,61±652,71
FPR	84,32±1,17	50,37±0,70 <sup>a</sup>	74,82±2,10	3765,38±106,19
Valores de P	0,0618	0,0048	0,8665	0,8669
Valores de F	6,62 <sup>ns</sup>	31,95 <sup>**</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
CV (%) <sup>4</sup>	8,00	7,29	12,30	12,30

<sup>1/</sup>Valores médios ± DP (n=3). <sup>a,b</sup>Valores médios seguidos por letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey (P<0,05). <sup>\*\*</sup>P<0,01; <sup>ns</sup>Não significativo.

<sup>2</sup>Alimento: FPA: Farinha de patinga, FPR: Farinha de pintado real<sup>®</sup>.

<sup>3</sup>Parâmetros: CDA<sub>PB</sub>: Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta; PD: Proteína Digestível; CDA<sub>EB</sub>: Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta; ED: Energia Digestível. <sup>4</sup>CV: Coeficiente de Variação.

#### 4. Discussão

Os resultados obtidos nos rendimentos das farinhas e óleos de patinga e pintado real<sup>®</sup>, foram superiores aos encontrados por Vidotti; Gonçalves; Martins, (2011) que registraram 28% de rendimento, produzindo farinha e óleo de resíduos da filetagem da tilápia do Nilo, com um tempo de cocção de 180 minutos, tempo esse superior ao presente estudo. Rocha et al. (2011), estudando farinha de peixe, elaborada com tronco limpo de tilápia do Nilo, produzida artesanalmente em cozinha residencial, encontraram rendimento médio de 29,71%, e composição centesimal de 2,22% de umidade; 77,96% de proteína bruta; 9,43% de lipídios totais e 13,98% matéria mineral.

Vidotti & Gonçalves (2006), demonstraram que a porcentagem de rendimento de farinha e óleo varia conforme o tamanho da tilápia do Nilo, peixes com peso de abate de até 750 g produzem em média um rendimento de 75% de farinha e 25% de óleo, enquanto que os peixes acima de 800 g podem gerar um percentual de 65% de farinha e 35% de óleo. Segura (2012) observou diferença significativa entre os rendimentos de óleos das vísceras de três espécies de peixe. O maior rendimento correspondeu ao pacu (42,53%), seguido pela truta arco íris (27,58%) e pelo curimatá (13,75%).



O fato de a FPA possuir menor teor de PB do que a FPR pode ser atribuído à composição das matérias prima, pois como o pintado real<sup>®</sup> foi processado em filés, os resíduos contêm aparas que conferem maior teor de proteína bruta, menor teor de matéria mineral e conseqüentemente menor teor de cálcio. Santos (2013) encontrou maior teor de proteína bruta na farinha de salmão. Abimorad & Carneiro (2004), Oliveira Filho & Fracalossi (2006), Boscolo et al. (2008) e Gonçalves et al. (2009) relataram que a farinha de peixe apresentaram teores de proteína bruta de 58,30%; 60,56%; 50,37% e 54,46%, respectivamente, valores próximos ao encontrado no presente trabalho.

A matéria mineral é um dos fatores limitantes do uso de farinha de peixe em dietas, pois quando incluída em altos níveis. Na FPA foram observados 27,89% de matéria mineral, teores próximos aos encontrados por Oliveira Filho & Fracalossi (2006), Gonçalves et al. (2009) e Santos (2013). Valores inferiores de matéria mineral foram observados por Boscolo et al. (2008) (18,75%) e Rostagno et al. (2005) (19,35%), em farinhas de peixes produzidas a partir de resíduos de tilápias.

A composição centesimal das farinhas de peixes é dependente dos resíduos utilizados como matéria prima (Rostagno, et al. 2005; Furuya, 2010; Vidotti; Gonçalves; Martins, 2011).

Ocorreram diferenças ( $P < 0,05$ ) entre as médias em alguns aminoácidos das farinhas estudadas neste trabalho (Tabela 3). Isso pode ser devido às matérias prima diferentes, ao frescor da matéria prima, condição de armazenamento, ou ainda a presença ou não dos diferentes resíduos (cabeça, brânquias, conteúdo do intestino, músculo) podendo influenciar na composição final do produto (Geron et al., 2006).

Comparando com outras farinhas de resíduos, Boscolo et al. (2008) relataram valores inferiores de aminoácidos para a farinha de resíduos de tilápia do Nilo. Overland et al. (2009) relataram valores superiores ao do presente trabalho, com farinha de peixe de alta qualidade. Subhadra; Lochmann; Chen, (2006) estudando farinha de resíduos de peixe marinho, observaram menores percentuais de aminoácidos essenciais, tais como, treonina (2,57g/100g de PB);

metionina (1,8 7g/100g de PB); arginina (3,8 7g/100g de PB) e isoleucina (2,7g/100g de PB).

A avaliação da ordem dos aminoácidos limitantes nas diferentes farinhas, por meio do escore químico tendo como referência a exigência em proteína bruta para a tilápia do Nilo segundo o NRC (2011), indicou que os aminoácidos triptofano, metionina e fenilalanina foram limitantes para ambas as farinhas avaliadas (Tabela 4). Pádua et al. (1997) e Portz (2001), também encontraram o triptofano como limitante em farinha de peixe (0,44 e 0,63 respectivamente).

Vidotti; Viegas, Carneiro (2003) avaliaram a composição em aminoácidos de silagens biológicas e ácidas preparadas com diferentes matérias-primas, mediante escore químico e usando como padrão as exigências em aminoácidos essenciais para tilápia do Nilo. Os autores consideraram a silagem como produto sem aminoácidos limitantes e, portanto, apropriada para ser usada em dietas para a tilápia.

Os índices de identificação e qualidade dos óleos (Tabela 5) foram superiores aos observados por Menegazzo; Petenuci; Fonseca (2014) em óleos de tilápias e surubins com índices de acidez de 1,12 e 0,34 mgKOH/g e índice de peróxido de 0,85 e 0,23 meq/kg, respectivamente. O teor de colesterol encontrado nos óleos avaliados deve-se a composição da matéria prima segundo o NRC (2011) o óleo de arenque (Pacífico) e o óleo de *menhaden* apresentaram valores de colesterol próximos aos encontrados no presente estudo (766 mg/100g e 521mg/100g, respectivamente).

O maior índice de acidez foi observado no óleo de patinga podendo ser atribuído ao processamento parcelado, pois foi necessário o armazenamento da matéria prima congelada por no mínimo 30 dias. O óleo de pintado real<sup>®</sup> apresentou um índice de acidez menor; porém mais alto que o recomendado ( $\leq 0,5$ ), isso pode ser atribuído ao armazenamento da matéria prima até o momento do processamento, indicando que, para que os óleos tenham melhor qualidade o aproveitamento dos resíduos deve ser o mais breve possível após o processamento dos peixes.

Vidotti; Gonçalves; Martins (2011), avaliando as características de qualidade do óleo de tilápia do Nilo, encontraram valores de índice de peróxido

superiores (6,80 meq/kg) ao do presente trabalho, mais dentro do limite permitido na legislação. No índice de peróxido verifica-se a presença de substâncias oxidantes, indicando o grau de oxidação dos lipídios. Bery et al. (2012) estudaram o óleo de vísceras de peixes marinho e encontraram valores inferiores ao presente trabalho para o índice de acidez (1,47 mgKOH/g) e de iodo (136  $\text{gl}_2/100\text{g}$ ).

Em outro estudo, Segura (2012) observou diferenças entre os índices de qualidade dos óleos de vísceras de três espécies de peixes (curimatá, truta arco iris e pacu). Os maiores índice de peróxido e de iodo foram obtidos para o curimatá (27,27 meq/kg e 112,25  $\text{cg/g}$ ), seguidos pelos das trutas-arco-íris (7,26 meq/kg e 91,02  $\text{cg/g}$ ) e pacu (6,81 meq/kg e 73,00  $\text{cg/g}$ ). O autor concluiu que o índice de peróxido do óleo de curimatá foi maior que nos outros óleos, possivelmente devido a forma como as vísceras foram armazenadas, em ambiente a uma temperatura de 18°C.

Gonçalves; Ferroli; Viegas (2012), estudando o óleo de tilápia do Nilo, observaram relação  $\omega 3:\omega 6$  de 0,10, que foi idêntica ao do OPA; no entanto, para o óleo de salmão observaram relação de 1,68. Para a relação de AGPI:AGS, observaram relação de 0,65 e 1,98 para o óleo de tilápia e óleo de salmão, respectivamente, superiores ao do presente estudo.

Devido a composição dos óleos de peixes apresentarem valores altos de AGPI, incluindo EPA e DHA, óleos de peixe são altamente susceptíveis a deterioração oxidativa e a taxa de oxidação é significativamente diferente de outros óleos (Boran; Karacam; Boran, 2006).

A composição de ácidos graxos dos óleos do presente trabalho foram inferiores aos encontrados por Gonçalves; Ferroli; Viegas, (2012) para óleos de resíduos de peixes (tilápia e salmão). O óleo de tilápia apresentou os maiores valores para os ácidos graxos 16:0 (192,65  $\text{mg/g}$ ), 18:0 (50,20  $\text{mg/g}$ ), 18:1n-9 (386,70  $\text{mg/g}$ ) e 18:2n-6 (139,60  $\text{mg/g}$ ) e, para o óleo de salmão, os maiores valores de ácidos graxos foram para 16:0 (125,25  $\text{mg/g}$ ), 18:1n-9 (215,55  $\text{mg/g}$ ), 18:2n-6 (110,40  $\text{mg/g}$ ) e 22:6n-3 (117,60  $\text{mg/g}$ ).

Estudando óleo de silagem fermentada e ácida de resíduos de tilápia do Nilo Vidotti; Pacheco; Gonçalves (2011), observaram maiores valores de ácidos

graxos para o ácido palmítico (24,03 e 23,58 mg/g), ácido oleico (32,13 e 32,13 mg/g), ácido linoleico (10,62 e 10,08 mg/g), ácido mirístico (3,14 e 3,15 mg/g) e ácido esteárico (4,77 e 5,04 mg/g, respectivamente).

Os valores dos índices de aterogenicidade e trombogenicidade dos óleos estudados (Tabela 7) estão acima dos encontrados por Gonçalves; Ferroli; Viegas (2012) para óleos de resíduos de tilápia e salmão, com os valores de IA 0,45 e 0,35; IT 0,74 e 0,20 e HH 0,06 e 1,52, respectivamente para os óleos de tilápia e salmão. De acordo com Assunção (2007), não há valores recomendados para os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, mas considera-se que os valores mais baixos exprimem uma relação de ácidos graxos mais favoráveis em termos de saúde. Sendo assim, a redução nos valores destes índices representa um efeito benéfico para a saúde humana, uma vez que previnem o surgimento de doenças coronarianas (Turan; Sönmez; Kaya, 2007).

Ramos Filho et al. (2008) estudando a fração lipídica de filés de cachara, pintado, pacu e dourado, obtiveram resultados inferiores ao presente trabalho, apresentando valores médios de índices de aterogenicidade de 0,54; 0,49; 0,86 e 0,70 e índice de trombogenicidade de 0,59; 0,33; 1,16 e 0,35, respectivamente.

Os valores médios da razão de HH do presente estudo (Tabela 7), estão próximos dos valores apresentados por Ramos Filho et al. (2008) que encontraram valores de 1,75; 1,84; 1,66 e 1,49 para filés de cachara, pintado, pacu e dourado, respectivamente. Quanto maior for o índice HH, mais adequado nutricionalmente é o óleo ou a gordura, sendo que para produtos cárneos o ideal é que este valor esteja próximo de 2.0 (Santos-Silva; Bessa; Santos-Silva, 2002).

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente das farinhas do presente estudo (Tabela 8), estão abaixo dos valores registrados por Pezzato et al. (2002) e Tonini et al. (2012), que encontraram valores de 78,55% de  $CDA_{PB}$  para a tilápia do Nilo e 89,25% de  $CDA_{PB}$  e 87,30% de  $CDA_{EB}$ , para o *Trichogaster leerii*, respectivamente. Entretanto, a digestibilidade da proteína bruta para ambas as farinhas de peixe estudadas, mostrou-se superior à da farinha de resíduos de tilápia (67,09%) para a tilápia do Nilo (Boscolo et al., 2004). Esses autores obtiveram também, resultados distintos para o  $CDA_{PB}$  e  $CDA_{EB}$  que foram

de 70,67% e 54,45% para farinha de corvina e 88,79% e 68,38% para farinha de camarão, respectivamente.

Furuya et al. (2001) e Gonçalves et al. (2009) demonstraram resultados superiores ao presente trabalho para  $CDA_{PB}$  e  $CDA_{EB}$  da farinha de peixe para a tilápia do Nilo. Esses autores obtiveram valores de 84,95 e 87,19%; 82,59 e 95,29%; para  $CDAPB$  e  $CDAEB$ , respectivamente. Hajen et al., (1992) e Köprücü & Özdemir (2005) citados por NRC (2011) também obtiveram valores superiores de  $CDA_{PB}$  (91%) e  $CDA_{EB}$  (92%). Albrektsen; Mundheim; Aksnes, (2006) estudaram FP de alta qualidade para o bacalhau (*Gadus morhua*), encontraram valores médios de coeficiente de digestibilidade aparente de 87,20%; 86,50% e 91,40% para PB, EB e LT, respectivamente.

Em outro trabalho, Wang et al. (2012) estudaram a digestibilidade aparente da farinha de peixe para o robalo japonês (*Lateolabrax japonicus*). Observaram valores superiores ao presente estudo,  $CDA_{PB}$  de 91,18% e  $CDA_{EB}$  91,14%. Silva et al. (2013) estudaram a digestibilidade da farinha de peixe para o surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e encontraram valores próximos ao presente trabalho,  $CDA_{PB}$  82,84% e  $CDA_{EB}$  78,59%.

Allan et al. (2000) observaram que a farinha de peixe quando é fabricada com o peixe inteiro ou contendo aparas apresentam valores de digestibilidade altos (acima de 80%), tanto para os peixes onívoros quanto para os carnívoros.

Oliveira Filho & Fracalossi (2006) estudaram o  $CDA_{EB}$  da farinha de peixe de resíduos da filetagem para o jundiá e obtiveram resultados inferiores aos do presente trabalho. O jundiá, apesar de seu hábito alimentar onívoro, apresentou baixa digestibilidade da EB (47,1%).

Köprücü & Özdemir (2005) estudando farinha de anchova para tilápia do Nilo, encontraram valores elevados de coeficiente de digestibilidade, 90,5%; 97,5% e 92,1% de PB, LT e EB, respectivamente. A farinha de peixe possui elevado nível de lipídios em relação aos demais ingredientes, e sua oxidação resulta em maior produção de energia em relação aos carboidratos, o que por sua vez resulta em maior valor de ED. Além disso, a FP não possui antinutrientes (fibra bruta e polissacarídeos não-amiláceos) que possam reduzir o seu valor energético (Furuya et al., 2001).

## 5. Conclusão

Os resíduos do processamento da patinga e pintado real<sup>®</sup> podem ser aproveitados para produção de farinhas de peixes. Podendo ser utilizados em dietas para tilápias do Nilo. Destaca-se a utilização da farinha de pintado real<sup>®</sup> pois apresentou maior teor de proteína bruta, menores valores de cálcio e fósforo, maior presença de aminoácidos essenciais (isoleucina e treonina) e ainda, maior coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, e conseqüentemente melhor proteína digestível.

Os óleos de patinga e pintado real<sup>®</sup> apresentaram índices de acidez acima do permitido. Recomenda-se que o processamento dos resíduos ocorra imediatamente após o beneficiamento dos peixes, aumentando a qualidade do óleo. Dentre os óleos, o de pintado real<sup>®</sup> apresentou a melhor relação  $\omega 3:\omega 6$  e as maiores concentrações de ácidos graxos poliinsaturados.

## 6. Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro concedido, viabilizando a execução do trabalho. Ao Laboratório de Aquicultura Polo Regional Noroeste Paulista, Votuporanga-SP (APTA). Ao Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP), por permitir a realização desse trabalho. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa. Ao Grupo Ambar Amaral pela doação dos resíduos de patinga, disponibilidade da Graxaria e funcionários para realização da produção de farinhas/óleos e ao Frigorífico Mar & Terra pela doação dos resíduos de pintado real<sup>®</sup>.

## 7. Referências

ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração proteica e da energia de alimentos para o Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 1101-1109, 2004.

ABREU, L. F.; RIBEIRO, S. C. A.; ARAÚJO, E. A. F. **Processo agroindustrial: elaboração de farinha de resíduos de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) para uso como ingrediente de rações de pescado**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. p. 1-5. (Circular Técnica, 47). Disponível em: <[ALBREKTSEN, S.; MUNDHEIM, H.; AKSNES, A. Growth, feed efficiency, digestibility and nutrient distribution in Atlantic cod \(\*Gadus morhua\*\) fed two different fish meal qualities at three dietary levels of vegetable protein sources. \*\*Aquaculture\*\*, Amsterdam, v. 261, n. 2, p. 626-640, 2006.](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.infoteca.cnptia.embrapa.br%2Fbitstream%2Fdoc%2F951483%2F1%2FOrientalCirTec47.pdf&ei=LfUCVY_iMqXLsATyooDYDQ&usg=AFQjCNHRvkAURu-MW3MH7W4neOM-HF_ZkQ&sig2=cK-Esq17CoyPTnXKCIZiSQ&bvm=bv.88198703,d.cWc&cad=rja,>. Acesso em: 13 mar. 2015.</p></div><div data-bbox=)

ALLAN, G. L.; PARKINSON, S.; BOOTH, M. A.; STONE, D. A. J.; ROWLAND, S. J.; FRANCES, J.; WARNER-SMITH, R. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 186, n. 3-4, p. 293-310, 2000.

ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal**. São Paulo: Nobel; Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1982.

ARVANITTOYANNIS, I. S.; KASSAVETI, A. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. **International Journal of Food Science and Technology**, Chichester, n. 43, p. 726–745, 2008.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the AOAC**, 18th ed. Gaithersburg, MD, USA, 2005.

ASSUNÇÃO, J. M. P. **Contribuição para o estudo da composição lipídica e do valor nutricional de leites e produtos lácteos dos Açores**. 2007. 133 f. Dissertação (Mestrado em Controlo da Qualidade e Toxicologia de Alimentos) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2007.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaaios Agronômicos**. Versão 1.1.0.711. Jaboticabal, 2014.

BERY, C. C. S.; NUNES, M.; SILVA, G. F.; SANTOS, J. A. B.; BERY, C. S. Estudo da viabilidade do óleo de vísceras de peixes marinhos *Seriola Dumerlii* (arabaiana), *Thunnus ssp* (atum), *Scomberomorus cavala* (cavala) e *Carcharrhinus spp* (cação) comercializados em Aracaju-Se para a produção de biodiesel. **Revista GEINTEC**, São Cristovão, v. 2, n. 3, p. 297-306, 2012.

BLANCO, M.; SOTELO, C. G.; CHAPELA, M. J.; PÉREZ-MARTÍN, R. I. Towards sustainable and efficient use of fishery resources: present and future trends. **Trends in Food Science & Technology**, Kidlington, v. 18, n. 1, p. 29-36, 2007.

BORAN, G.; KARACAM, H.; BORAN, M. Changes in the quality of fish oils due to storage temperature and time. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 98, n. 4, p. 693-698, 2006.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; SOARES, M.; SOARES, C. M. Farinhas de peixe, carne e ossos, vísceras e crisálida como atractantes em dietas para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 1397-1402, 2001.



BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BONBARDELLI, A. R. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 8-13, 2004.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A. A. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de Tilápias, para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2579-2586, 2008.

CHENG, Z. J.; HARDY, R. W.; USRY, J. L. Effects of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 215, n. 1-4, p. 255-265, 2003.

CHO, S. Y.; SLINGER, S. J. Apparent digestibility measurements in feedstuffs for rainbow trout. In: HALVER, J. E.; TIEWS, K. (Ed.). **Finfish nutrition and fishfeed technology**. Berlin: Heenemann, 1979. p. 234-247.

DIETERICH, F.; BOSCOLO, W. R.; PACHECO, BERTOLDO, M.T.; SIVA, V. S. N.; GONÇALVES, G.S.; VIDOTTI, R. M. Development and Characterization of Protein Hydrolysates Originated from Animal Agro Industrial Byproducts. **Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research**, v. 1, p. 12-19, 2014.

EL-SAYED, A. F. M. Alternative dietary protein sources for farmed Tilápia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, Amsterdam, n. 179, p. 49-168, 1999.

FELTES, M. M.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, L. H.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 6, p. 669-677, 2010.

FIRESTONE, D. (Ed). **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. 6<sup>th</sup>. ed. Urbana: AOCS, 2009a. met Cd 8b-90.

FIRESTONE, D. (Ed). **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. 6<sup>th</sup>. ed. Urbana: AOCS, 2009b. met Ca 5a-40, p. 12.

FIRESTONE, D. (Ed). **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. 6<sup>th</sup>. ed. Urbana: AOCS, 2009c. met Cd 1d-92.

FRANCO, M. L. R. S. Transformação da pele do peixe em couro. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado**: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 407-425.

FURUYA, M. F.; PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; FURUYA, V. R. B.; BARROS, M. M. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.) (linhagem tailandesa). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 465-469, 2001.

FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de Tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100 p.

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; VIDOTTI, R. M.; GUIMARÃES, K. C.; KAZAMA, R.; OLIVEIRA, F. C. L. Digestibilidade e parâmetros ruminais de rações contendo silagens de resíduos da filetagem de tilápia. **Acta Science Animal Science**, Cidade, v. 28, n. 4, p. 437-445, 2006.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. ROCHA, D. F.; KLEEMAN, G. K.; SANTA ROSA, M. J. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para a tilápia do Nilo. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 201-213, 2009.

GONÇALVES, L. U.; FERROLI, F.; VIEGAS, E. M. M. Effect of the inclusion of fish residue oils in diets on the fatty acid profile of muscles of males and females lambari (*Astyanax altiparanae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 9, p. 1967-1974, 2012.

HAGEN, S. R.; FROST, B.; AUGUSTIN, J. Precolumn phenylisothiocyanate derivatization and liquid chromatography of aminoacids in food. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 72, p. 912–916, 1989.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, London, v. 22, n. 6, p. 475-476, 1973.

HORWITZ, W. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18<sup>th</sup>. ed. Current through revision 3. Gaithersburg: AOAC, 2010.

HU, L.; YUN, B.; XUE, M.; WANG, J., WU, X., ZHENG, Y., HAN, F. Effects of fish meal quality and fish meal substitution by animal protein blend on growth performance, flesh quality and liver histology of Japanese seabass (*Lateolabrax japonicas*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 372-375, p. 52-61, 2013.

KAFLE, G. K.; KIM, S. H.; SUNG, K. I. Ensiling of fish industry waste for biogas production: A lab scale evaluation of biochemical methane potential (BMP) and kinetics. **Bioresource Technology**, v. 127, p. 326-336, 2012.

KÖPRÜCÜ, K.; ÖZDEMİR, Y. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 250, n. 1-2, p. 308-316, 2005.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. **Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, v. 16, n. 94, p. 23-29, 2006.

MALUF, M. L. F.; HILBIG, C. C. Curtimento ecológico de peles de animais para agregação de valor através da confecção de artesanato. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v. 9, n. 15, p. 75-79, 2010.

MAZALLI, M. R.; SALDANHA, T.; BRAGAGNOLO, N. Determinação de colesterol em ovos: comparação entre um método enzimático e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista do IAL**, São Paulo, v. 62, n. 1, p. 49-54, 2003.

McGOOGAN, B. B.; REIGH, R. C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 141, p. 233-244, 1996.

MENEGAZZO, M. L.; PETENUCCI, M. E.; FONSECA, G. G. Production and characterization of crude and refined oils obtained from the co-products of Nile tilapia and hybrid sorubim processing. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 157, p. 100-104, 2014.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, DC: National Academy Press, 2011. 376 p.

NGES, I. A.; MBATIA, B.; BJORNSSON, L. Improved utilization of fish waste by anaerobic digestion following omega-3 fatty acids extraction. **Journal of Environmental Management**, v. 110, p. 159-165, 2012.

NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. In: SIMPOSIUM ON FINFISH NUTRITION AND FISH FEED TECHNOLOGY, 1966, Belgrade. **Proceedings...** Belgrade: EIFAC/FAO, 1966. p. 15.

NUNES, M. L. C. Farinha de pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu, 2011. 608 p.

OLIVEIRA, C. R. C.; LUDKE, M. C. M. M.; LUDKE, J. V.; LOPES, E. C.; PEREIRA, P. S.; CUNHA, G. T. G. Composição físico química e valores energéticos de farinhas de silagem de peixe para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 66, n. 3, p. 933-939, 2014.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; FRACALOSSO, D. M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1581-1587, 2006. Suplemento.

OLSEN, R. L.; HASAN, M. R. A limited supply of fishmeal: impact on future increases in global aquaculture production. **Trends in Food Science & Technology**, Kidlington, v. 27, n. 2, p. 120-128, 2012.

OVERLAND, M.; SORENSEN, M.; STOREBAKKEN, T.; PENN, M.; KROGDAHL, A.; SKREDE, A. Pea protein concentrate substituting fish meal or soybean meal in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*) – Effect on growth performance, nutrient digestibility, carcass composition, gut health, and physical feed quality. **Aquaculture**, Amsterdam, n. 288, p. 35-311, 2009.

PÁDUA, D. M. C.; URBINATI, E. C.; CARNEIRO, D. J.; PÁDUA, J. T.; SILVA, P. C. Determinação da composição em aminoácidos das proteínas da levedura de álcool (*Saccharomyces cerevisiae*) seca e da farinha de peixe como ingredientes para rações de peixes de água doce. **Anais das Escolas de Agronomia e de Veterinária: órgão oficial das Escolas de Agronomia e Veterinária, Universidade Federal de Goiás**, [Goiânia], v. 27, n. 2, p. 85-97, 1997.

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

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.

PORTZ, L. **Utilização de diferentes fontes proteicas em dietas formuladas pelo conceito de proteína ideal para o “black bass” (*Micropterus salmoides*)**. 2001. 111 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Óleo de pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu, 2011. 608 p.

PROJETO PACU AQUICULTURA LTDA. O cultivo dos Surubins Pintado e Cachara. **Projeto Pacu Aquicultura**, Campo Grande, [p. 1-6, 200-?]. Informativo. Disponível em: < <http://projetopacu.com.br/public/paginas/198-informativo-projeto-pacu-criacao-dos-surubins-viveiros.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2014.

RAMOS FILHO, M. M.; RAMOS, M. I. L.; HIANE, P. A.; SOUZA, E. M. T. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 361-365, 2008.

ROCHA, J. B. S.; SILVEIRA, C. S.; LEDO, C. A. S.; BARRETO, E. N. S. Composição e estabilidade de farinha de tilápia (*Oreochromis niloticus*) produzida artesanalmente para o consumo humano. **Magista**, Cruz das Almas, v. 23, n. 4, p. 215-22, 2011.

ROSTAGNO, H. S. (Ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa, MG: UFV-DZO, 2005. p. 186. Disponível em: <[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.agencia.cnptia.embrapa.br%2FRepositorio%2FTabelas%2Bbrasileiras%2B-%2BRostagno\\_000gy1tqvm602wx7ha0b6gs0xfzo6pk5.pdf&ei=82gHVcOVIZHyap\\_SgYAB&usg=AFQjCNEyyLVMOPpF1Cch1PN2aeRTOWNIjQ&sig2=qTXCst2k8Rci6yRWUiOsXQ&bvm=bv.88198703,d.d2s&cad=rja](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.agencia.cnptia.embrapa.br%2FRepositorio%2FTabelas%2Bbrasileiras%2B-%2BRostagno_000gy1tqvm602wx7ha0b6gs0xfzo6pk5.pdf&ei=82gHVcOVIZHyap_SgYAB&usg=AFQjCNEyyLVMOPpF1Cch1PN2aeRTOWNIjQ&sig2=qTXCst2k8Rci6yRWUiOsXQ&bvm=bv.88198703,d.d2s&cad=rja)>. Acesso em 16 mar. 2015.

SANTOS, P. H. G. **Avaliação de subprodutos do abate de animais terrestres e de resíduos do processamento de peixes como fonte de proteína em rações para o camarão branco do pacífico, *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931)**. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, Roma, v. 77, n. 2/3, p. 187-194, 2002.

SCHMARR, H.; GROSS, H. B.; SHIBAMOTO, T. Analysis of polar cholesterol oxidation products: evaluation of a new method involving transesterification, solid phase extraction, and gas chromatography. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, p. 512-517, 1996.

SEGURA, J. G. **Extração e caracterização de óleos de resíduos de peixes de água doce**. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos proteicos**: propriedades – degradações – modificações. São Paulo: Varela, 1996. p. 517.

SILVA, S. S.; ANDERSON, T. A. **Fish nutrition aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1995. p. 319.

SILVA, T. S. C.; MORO, G. V.; SILVA, T. B. A.; DAIRIKI, J. K.; CYRINO, J. E. P. Digestibility of feed ingredients for the striped surubim *Pseudoplatystoma reticulatum*. **Aquaculture Nutrition**, v. 19, p. 491-498, 2013.

SOUZA, A. F. L.; INHAMUNS, A. J. Análise de rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializadas no Estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 41, n. 2, p. 289-296, 2011.

SPIES, J. R. Determination of tryptophan in proteins. **Analytical Chemists**, n. 39, p. 1412-1415, 1967.

STEVANATO, F. B.; PETENUCCI, M. E.; MATSUSHITA, M.; MESOMO, M. C.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. E. L.; ALMEIDA, V. V.; VISENTAINER, J. V. Avaliação química e sensorial da farinha de resíduo de tilápias na forma de sopa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 567-571, 2007.

SUBHADRA, B., LOCHMANN, S. R.; CHEN, R. Effect of dietary lipid source on the growth, tissue composition, and hematological parameters of large-mouth *Micropterus salmoides*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 255, p. 210-222, 2006.

TONINI, W. C. T.; POLESE, M. F.; ABREU, M. L. C.; MATOS, D. C.; VIDAL JUNIOR, M. V.; ANDRADE, D. R. Digestibilidade aparente de alimentos proteicos e energéticos para *Trichogaster leeri*. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 569-577, 2012.

TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fisheries Sciences**, Istanbul, v. 1, n. 2, p. 97-103, 2007.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease seven dietary factors. **Lancet**, London, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.



VIDOTTI, R. V.; VIEGAS, E. M. M.; CARNEIRO, D. J. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, n. 105, p. 199-204, 2003.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de Tilápia e sua utilização na alimentação animal**. [S.l.: s.n., 2006]. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/producao\_caracterizacao.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2014.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, S. G.; MARTINS, M. I. E. G. **Farinha e óleo de resíduos de Tilápia**: informações técnica e econômica. Jaboticabal: Funep, 2011. 24 p.

VIDOTTI, R. M.; PACHECO, M. T. B.; GONÇALVES, G. S. Characterization of the oils present in acid and fermented silages produced from tilapia filleting residue. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 2, p. 240-244, 2011.

VIDOTTI, R. M. Silagem de pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado**: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 399-406.

WANG, J.; YUN, B.; XUE, M.; WU, X.; ZHENG, Y., LI, P. Apparent digestibility coefficients of several protein sources, and replacement of fishmeal by porcine meal in diets of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*, are affected by dietary protein levels. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 43, p. 117–127, 2012.

YAJIMA, E. M.; FRANCO, M. L. R. S.; BORDIGNON, A. C. Produção de gelatina de Pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado**: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 426-434.

### CAPÍTULO 3

#### Uso de diferentes fontes proteicas na dieta de juvenis de Tilápia do Nilo

**Resumo:** Avaliou-se a influência do uso de diferentes farinhas de peixes sobre o desempenho produtivo, composição corporal, parâmetros hematológicos, determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA), custo e eficiência econômica de juvenis de tilápia do Nilo. Foram utilizados 320 juvenis ( $3,28 \pm 0,47$ g), distribuídos aleatoriamente em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (farinha de patinga, farinha de pintado real<sup>®</sup>, farinha de peixe marinho e farinha de vísceras de aves) e quatro repetições. Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) no desempenho produtivo, parâmetros hematológicos e bioquímicos. No entanto, para a composição corporal das tilápias os peixes que receberam a dieta contendo farinha de vísceras de aves, apresentaram maior teor de lipídios totais (9,33%), entretanto não diferiram dos peixes que receberam a dieta contendo FPR e FPM. A dieta contendo farinha de peixe marinho apresentou a menor digestibilidade da fração proteica ( $P < 0,05$ ) do que a FPR não diferindo estatisticamente das dietas com a farinha de patinga e da farinha de vísceras de aves. A dieta contendo farinha de peixe marinho apresentou a menor digestibilidade da fração lipídica do que as demais farinhas testadas. A dieta com farinha de patinga apresentou o melhor aproveitamento da energia (82,33%), não diferindo das dietas contendo farinha de pintado real<sup>®</sup> e farinha de vísceras de aves. Os melhores resultados econômicos, medidos pelos índices de eficiência econômica e de custo, foram obtidos com a dieta contendo farinha de pintado real<sup>®</sup> (R\$ 1,27/kg), seguida pela dieta contendo farinha de vísceras de aves (R\$ 1,29). As farinhas de resíduos de peixes podem ser utilizadas em dietas para juvenis de tilápias do Nilo sem prejudicar o desempenho produtivo e hematológico. Destaca-se a utilização da farinha de pintado real<sup>®</sup> em dietas para tilápia do Nilo pois apresentou menor custo, melhor eficiência econômica, e ainda o melhor valor de digestibilidade da proteína bruta e do lipídio total.

**Palavra Chave:** composição de carcaça, crescimento, nutrição, subprodutos

## 1. Introdução

A utilização de produtos alternativos na formulação das dietas é uma estratégia que garante rações que atendam às exigências dos animais e ainda reduzam os custos de produção (Eyng et al., 2011). No aproveitamento de resíduos de origem animal, além da importância econômica, atende a preocupação com ambiente, propondo um destino correto aos resíduos gerados. Ao contrário do que acontecia no passado, quando os resíduos de peixe eram aterrados ou empregados sem tratamento para ração animal ou adubo, hoje inúmeros estudos abordam a minimização, recuperação, aproveitamento de subprodutos e bioconversão de resíduos para a sustentabilidade das cadeias agroindustriais (Ferraz de Arruda, et al., 2009).

No processamento do pescado grande parte deste produto termina sob a forma de resíduos industriais, que poderia ser utilizadas para a produção de alimentos nutritivos, sendo a obtenção da farinha de peixe (FP) uma alternativa viável de exploração comercial e reduzindo a geração de resíduos orgânicos. Apenas 30% do pescado é utilizada para a produção de filé, sendo que o restante os 70% são resíduos (Vidotti & Gonçalves, 2006). Para a tilápia, por exemplo, a cabeça, carcaça e as vísceras constituem 54% dos resíduos em matéria prima, a pele 10%, as escamas 1% e as aparas dorsais e ventrais e do corte em “v” do filé, 5% (Vidotti & Borini, 2006).

A farinha de peixe é uma das principais fontes de proteína utilizada em dietas para organismos aquáticos, as farinhas oriundas da pesca marinha apresentam uma melhor qualidade como as produzidas no Chile e Peru (NRC, 2011), no entanto o setor aquícola vem enfrentando um problema com a demanda por farinha de peixe marinho, devido ao crescimento do setor da aquicultura, vem ocorrendo uma menor disponibilidade da farinha e conseqüentemente um maior custo. A substituição da farinha de peixe de origem marinha por farinha de resíduos de peixe é uma forma de reduzir o custo de produção e ainda redução do impacto ambiental.

A farinha de resíduos de peixe é um produto de alto valor nutricional, possui equilíbrio em aminoácidos e ácidos graxos (NRC, 2011), altos teores de sais minerais (cálcio e fósforo), presença de vitaminas lipossolúveis e

hidrossolúveis, atuando também como palatilizante (Arruda et al., 2006). Dentre vários fatores da criação de peixes, a alimentação representa normalmente a maior parte do custo de produção, sendo os ingredientes proteicos responsáveis pela maior parte dos custos (Cheng; Hardy; Usry, 2003).

Os animais aproveitam de forma diferente os alimentos. Uma maneira de avaliar é através da determinação do coeficiente de digestibilidade de uma dieta que pode ser definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contida na mesma (Andrigueto et al., 1982). Além da preocupação em conhecer a digestibilidade dos ingredientes, existe a necessidade de estudar a influência da dieta fornecida no desempenho dos animais. O crescimento é um dos critérios mais importante e comumente utilizado para medir a resposta dos peixes às dietas e ingredientes experimentais (NRC, 2011).

O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho produtivo, composição corporal, parâmetros hematológicos, digestibilidade das dietas e avaliação de custo de juvenis de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes fontes proteicas: farinha de patinga, farinha de pintado real<sup>®</sup>, farinha de peixe marinho e farinha de vísceras de aves.

## **2. Material e Métodos**

Os procedimentos experimentais foram aprovados no Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) – UNESP (Protocolo nº. 008329/2012).

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura do Polo Regional Noroeste Paulista, Votuporanga-SP, pertencente a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), com duração de 76 dias.

Foram utilizados 320 juvenis de tilápias do Nilo com peso médio inicial de  $3,28 \pm 0,47$ g alocados em 16 caixas (500 litros), com sistema de recirculação de água, aeração, aquecimento controlado por termostato analógico ( $27,0 \pm 0,5$ °C) e filtragem mecânico biológica da água por meio de biofiltro.

Diariamente, foram monitorados o oxigênio dissolvido e temperatura com potenciômetros portátil YSI PROODO. Semanalmente, foi monitorado o pH com equipamento portátil HANNA HI 8424. Os valores médios observados para os parâmetros de qualidade de água durante a fase experimental foram:  $7,57 \pm 0,11$ ;  $27,7 \pm 0,12^\circ\text{C}$  e  $7,44 \pm 0,17 \text{ mg L}^{-1}$  para pH, temperatura e oxigênio dissolvido, respectivamente.

Os peixes foram alimentados com quatro dietas experimentais contendo diferentes fontes proteicas: farinha de patinga, farinha de pintado real<sup>®</sup>, farinha de peixe marinho e farinha de vísceras de aves. As dietas foram formuladas por meio do Programa Optimal Fórmula 2000<sup>®</sup> (Tabela 1), de acordo com sua exigência (Furuya, 2010 e NRC, 2011).

Os ingredientes utilizados foram triturados em moinho de martelo com peneira de 0,7 mm, em seguida homogeneizados mecanicamente e extrusado em extrusora comercial Ferraz<sup>®</sup> E62, com capacidade de 80 kg/h. As dietas foram processadas no Laboratório de Nutrição do Instituto de Pesca de São José do Rio Preto – SP, e após extrusão, as dietas foram secas em estufa com ventilação forçada por 24 horas a  $55^\circ\text{C}$ .

O arraçoamento foi à vontade até a saciedade dos juvenis, quatro vezes ao dia (7h30min, 10h30min, 13h30min e 16h00min).

**Tabela 1:** Fórmula, composição centesimal, química e custos das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	PB (%) <sup>1</sup>	Dietas <sup>2</sup>				Custo MP <sup>3</sup>
		FPA	FPR	FPM	FVA	
Milho	8,36	15,93	14,48	14,73	12,87	0,48
Farinha de Vísceras de Aves	58,69	-	-	-	17,50	1,60
Farinha de Resíduo Patinga	50,32	21,00	-	-	-	1,60
Farinha de Resíduo Pintado Real <sup>®</sup>	59,74	-	17,50	-	-	1,60
Farinha de Peixe Marinho	54,00	-	-	18,50	-	2,60
Farelo de Soja	46,00	24,00	21,25	19,66	20,98	1,15
Concentrado Proteico de Soja	60,00	8,45	9,00	10,00	9,75	2,30
Glúten de Milho	60,00	5,00	5,00	5,00	5,00	2,30
Farelo de Trigo	16,00	18,06	23,62	23,61	22,05	0,47
Levedura de Álcool	37,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20
Quirera de Arroz	7,39	4,00	4,00	4,00	6,00	0,80
Sal (NaCl)	-	0,30	0,30	0,30	0,30	0,44
Calcário	-	-	-	-	1,00	0,14
Fosfato Bicálcico	-	0,70	0,84	0,79	0,68	1,40
Óleo de Soja	-	0,37	1,99	1,24	1,83	2,00
DL-Metionina	-	0,29	0,27	0,28	0,29	30,00
L-Lisina	-	0,15	-	0,14	-	6,30
Oxynyl Dry <sup>a</sup>	-	0,05	0,05	0,05	0,05	3,75
Fylax <sup>b</sup>	-	0,20	0,20	0,20	0,20	5,30
Premix <sup>c</sup>	-	0,50	0,50	0,50	0,50	9,40
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	-
Preço de Fórmula (R\$/kg)		1,31	1,27	1,48	1,29	-
Composição Calculada						
Matéria Seca (%)	-	89,98	89,93	89,83	90,25	-
Fibra Bruta (%)	-	3,57	3,87	4,07	4,01	-
Proteína Bruta (%)	-	34,69	34,19	34,33	34,00	-
Proteína Digestível (%)	-	28,00	28,80	28,80	29,00	-
Extrato Etéreo (%)	-	5,50	6,00	5,50	6,57	-
Matéria Mineral (%)	-	10,27	7,94	7,43	7,61	-
Energia Digestível (kcal kg <sup>-1</sup> )	-	3.128,78	3.067,34	3.040,31	3.000,00	-

<sup>a</sup>Antioxidante; <sup>b</sup>Antifúngico, <sup>c</sup>Composição do Premix: Níveis de garantia por kg do produto: Vit.A=12.000,00 UI/kg; Vit. D3= 3.000,000 UI/kg; Vit. E= 150,0 mg; Vit. K3= 15,00 mg; Vit. B1= 20,00 mg; Vit. B2= 20,00 mg; Vit. B6= 17,50 mg; Vit. B12= 40,00 mcg; Vit. C= 300,000 mg; Ác. Nicotínico=100,00 mg; Pant. Cálcico= 50,00 mg; Biotina= 1,00 mg; Ác. Fólico= 6,00 mg; Antioxidante= 25,00 mg; S. Cobre= 17,50 mg; S. Ferro= 100,00 mg; S. Manganês= 50,00 mg; S. Zinco= 120,00 mg; I. Cálcio= 0,80 mg; S. Sódio= 0,50 mg; S. Cobalto= 0,40 mg; Inusitol= 125,00 mg; Colina= 500,00.

<sup>1</sup>PB: Proteína Bruta dos Ingredientes.

<sup>2</sup>Dietas: FPA: Farinha de Patinga; FPR: Farinha de Pintado Real<sup>®</sup>; FPM: Farinha de Peixe Marinho; FVA: Farinha de Vísceras de Aves.

<sup>3</sup>Custo da Matéria Prima R\$/kg março/2015. Preço FOB Santa Fé do Sul SP.

Os parâmetros de desempenho produtivo avaliados ao final do período experimental foram: ganho em peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de crescimento específico (TCE), sobrevivência (SO), índice hepatossomático (IHS) e índice lipossomático (ILS).

Além dos parâmetros zootécnicos, durante o período experimental, foram realizadas coletas de material fecal para avaliação da digestibilidade aparente da proteína, lipídios e energia das dietas experimentais. Para isso, aos 50 dias de experimento, iniciou-se a alimentação com as dietas experimentais contendo 0,5% do marcador inerte óxido de cromo III ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) (NRC 2011).

Para a coleta de fezes foi utilizado o sistema de Guelph modificado. Foram utilizados quatro aquários, com capacidade de 80 litros, com copo coletor na sua parte inferior, nos quais as fezes ficavam depositadas. Após a decantação, um registro de esfera localizado acima do copo coletor era fechado e as fezes coletadas.

Os peixes foram alimentados durante sete dias até a saciedade aparente, para a adaptação com a dieta com óxido de cromo, seguindo o mesmo horário de alimentação. No oitavo dia os peixes foram alimentados às 07h30min, e após 30 minutos, transferidos para os aquários de coleta de fezes, permanecendo por aproximadamente oito horas, onde a cada 30 min as fezes foram coletadas para evitar a lixiviação de nutrientes, e armazenadas com refrigeração em potes de plásticos, até completar o volume necessário para as análises. Esse procedimento foi repetido quatro vezes, até finalizar as coletas das fezes das dietas experimentais. Após o término das coletas, as amostras de fezes foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 55°C por 72 h.

A determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da energia e nutrientes das dietas experimentais foram calculadas de acordo com a fórmula descrita por Nose (1966):

$$CDA_{(n)}(\%) = \left[ 100 - 100 \left( \frac{\%Cr_2O_3 r}{\%Cr_2O_3 f} \right) \times \left( \frac{\%N f}{\%N r} \right) \right]$$

Sendo:

$CDA_{(n)}$  = Coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente na dieta;

$\%Cr_2O_{3r}$  = % de óxido de crômio na ração;

$\%Cr_2O_{3f}$  = % de óxido de crômio nas fezes;

$\%N_d$  = Nutriente ou energia na ração;

$\%N_f$  = Nutriente ou energia nas fezes.

As análises de proteína bruta, lipídios totais e energia bruta das fezes e das dietas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) e Laboratório de Ruminantes da UNESP - Jaboticabal-SP, de acordo com as normas da AOAC (2005).

Ao final do período experimental, os peixes foram anestesiados em eugenol<sup>®</sup> (solução 5,0%) na proporção de 1 mL/L de água, e pesados individualmente em balança semi analítica. Em seguida, nove peixes de cada unidade experimental foram sacrificados com água e gelo (1:1), sendo sete peixes para avaliação do índice hepatossomático e índice lipossomático, e dois peixes para a determinação dos parâmetros hematológicos e composição centesimal corporal.

Para a determinação da composição corporal inicial foram sacrificados 20 peixes no início do experimento, sendo realizadas as seguintes análises: umidade, matéria mineral, proteína bruta e lipídios totais nas carcaças de peixes inteiros. Os peixes foram moídos inteiros para análises de composição química, segundo a metodologia descrita pela AOAC (2005) no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) e Laboratório de Ruminantes da UNESP – Jaboticabal - SP.

Para as análises hematológicas foram coletados 2 mL de sangue de cada peixe por punção caudal, com auxílio de seringa heparinizada, sendo 1mL de sangue com anticoagulante e 1mL sem anticoagulante. O sangue com anticoagulante destinou-se a avaliação hematológica, e o sangue sem anticoagulante, foi centrifugado a 2.500 rpm por 5 minutos, separando o soro e o



plasma, e congelado a  $-20^{\circ}\text{C}$  para as análises dos parâmetros bioquímicos realizadas no Laboratório de Enfermidades do Polo Regional do Noroeste Paulista/APTA- Votuporanga-SP.

Os parâmetros eritrocitários avaliados foram: o hematócrito, pelo método do microhematócrito (Goldenfarb et al., 1971); a contagem do número de eritrócitos, realizado segundo o método do hemocitômetro em câmara de Neubauer sob microscópio óptico com objetiva de 40 vezes, após diluição do sangue total com líquido de Hayem (Collier, 1944); e o volume corpuscular médio (VCM),  $\text{VCM} = (\text{hematócrito} \times 10) / \text{Eritrócitos} \times 10^6$  (Vallada, 1997).

Os parâmetros bioquímicos avaliados foram proteína total, triglicerídeos e colesterol total. Essas análises foram realizadas utilizando “kits” específicos “*Gold Analisa Diagnóstica*®” e leitura realizada por espectrofotômetro.

Na formulação e processamento das dietas experimentais foram realizadas as análises de custo e eficiência econômica (custos de ração por kg de peso dos peixes) de acordo com a fórmula abaixo, proposta por Bellaver et al. (1985) (1) e após a obtenção destes valores, realizou-se o índice de eficiência econômica (IEE) de acordo com Barbosa et al. (1992) (2).

$$(1) \quad Y_i = \frac{Q_i \times P_i}{G_i}$$

Sendo:

$Y_i$  = custo médio de alimentação por quilograma de peso vivo

$Q_i$  = quantidade de ração consumida no tratamento

$P_i$  = preço da ração consumida no tratamento

$G_i$  = ganho de peso no tratamento verificado no período

$$(2) IEE = \frac{MCM_e}{CM_{ei}} \times 100$$

Sendo:

$MCM_e$  = menor custo total médio da alimentação observada entre os tratamentos

$CM_{ei}$  = custo total médio do tratamento

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e quatro repetições, perfazendo um total de 16 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída de 20 juvenis (peso médio inicial  $3,28 \pm 0,47g$ ) de tilápia do Nilo (GIFT) provenientes da Piscicultura Peixe Vivo<sup>®</sup>. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, com 5% de significância, por meio do programa estatístico AgroEstat – Sistema para análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos (Barbosa & Maldonado, 2014).

Os resultados da composição físico química de tilápias do Nilo alimentadas com as dietas experimentais foram submetidos à análise de variância, avaliados pela análise de contrastes ortogonais, por meio do programa estatístico AgroEstat (Barbosa & Maldonado, 2014). Os contrastes estabelecidos foram:

I) Dieta controle (farinha de vísceras de aves) vs Demais (DM) (FPA, FPR, FPM).

II) Entre tratamentos FPA, FPR, FPM.

### 3. Resultados e Discussão

Na Tabela 2, encontram-se os valores médios de peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de crescimento específico (TCE), sobrevivência (SO), índice hepatossomático (IHS) e lipossomático (ILS) de juvenis de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes fontes proteicas. Não foram observados diferenças ( $P > 0,05$ ) para os parâmetros de desempenho produtivos avaliados.

**Tabela 2:** Desempenho de tilápias do Nilo alimentadas com as dietas experimentais.

Variáveis <sup>2</sup>	Tratamentos <sup>3</sup>				Valores de F	Valores de P	CV (%) <sup>4</sup>
	FPA	FPR	FPM	FVA			
PI (g)	3,43±0,12 <sup>1/</sup>	3,74±0,27	3,31±0,06	3,43±0,34	2,51 <sup>ns</sup>	0,1087	6,66
PF (g)	115,85±10,72	117,09±13,13	119,06±8,85	99,39±6,59	3,21 <sup>ns</sup>	0,0616	8,96
GP (g)	112,42±10,73	113,34±13,22	115,75±8,87	95,96±6,83	3,15 <sup>ns</sup>	0,0646	9,31
CR (g)	127,65±2,98	126,08±7,11	128,21±4,63	128,36±8,47	0,11 <sup>ns</sup>	0,9500	4,84
CAA	1,14±0,09	1,12±0,14	1,11±0,07	1,34±0,14	3,33 <sup>ns</sup>	0,0565	10,19
TEP	2,80±0,29	2,69±0,45	2,92±0,30	2,37±0,31	1,84 <sup>ns</sup>	0,1943	12,92
TCE	4,62±0,13	4,52±0,19	4,71±0,10	4,43±0,19	2,26 <sup>ns</sup>	0,1342	3,53
SO (%)	96,25±2,50	90,00±7,07	97,50±2,88	95,00±7,07	1,51 <sup>ns</sup>	0,2624	5,65
IHS (%)	2,59±0,67	2,50±0,40	2,27±0,30	1,97±0,38	1,41 <sup>ns</sup>	0,2875	19,80
ILS (%)	1,18±0,62	1,28±0,35	1,04±0,18	2,03±0,75	2,81 <sup>ns</sup>	0,0844	38,18

<sup>1/</sup> Valores médios ± DP (n=3). <sup>a,b</sup> Valores médios seguidos por letras diferentes na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). <sup>ns</sup> Não significativo.

<sup>2</sup> Variáveis: PI= Peso Inicial. PF= Peso Final; Ganho em peso (GP) = (peso final - peso inicial). CR: Consumo de Ração. Conversão alimentar aparente (CAA) = consumo de alimento / ganho em peso total. Taxa de eficiência proteica (TEP) = ganho em peso/consumo de proteína bruta. Taxa de crescimento específico (TCE (% dia<sup>-1</sup>)) = ln(peso total final) – ln(peso total inicial) x 100/dias. Sobrevivência (%). Índice hepatossomático (IHS) = 100\* (peso do fígado/peso corporal total). Índice lipossomático (ILS) = 100\* (peso da gordura visceral/peso corporal total)

<sup>3</sup> Tratamentos: FPA: Farinha de Patinga; FPR: Farinha de Pintado Real<sup>®</sup>; FPM: Farinha de Peixe Marinho; FVA: Farinha de Vísceras de Aves.

<sup>4</sup> CV: Coeficiente de Variação.

Os resultados obtidos nessa pesquisa corroboram os resultados apresentados por Pontes et al. (2010), estudando níveis de inclusão de farinha de peixe para juvenis de tilápias do Nilo e por Boscolo et al. (2005) estudando níveis de inclusão de farinha de resíduos da filetagem de tilápias do Nilo na alimentação de tilápias. As farinhas de peixes não influenciaram no peso e no comprimento final, no fator de condição, na sobrevivência e no índice de reversão sexual.

Boscolo et al. (2001) utilizando diferentes fontes de proteína animal como atractantes para o desempenho de alevinos de tilápias do Nilo, obtiveram melhores resultados de ganho de peso, conversão alimentar e sobrevivência nos peixes que receberam farinha de vísceras e farinha de peixe. Em outro estudo, Hernández et al. (2013), observaram que a farinha de resíduos de atum para alevinos de tilápias do Nilo, proporcionou resultados inferiores ao do presente trabalho, apresentando menores valores para o peso final (20,8 g), ganho de peso (19,9 g) e taxa de conversão alimentar (1,1).

Com relação aos dados de taxa de eficiência proteica (Tabela 2) pode-se observar que a maior TEP encontrada foi para os peixes alimentados com farinha de peixe marinho (2,92), e a menor TEP foi para os peixes alimentados com a farinha de vísceras de aves (2,37). Os valores observados para tilápias foram superiores aquelas encontradas por Pontes et al. (2010), os quais variaram de 1,44 a 1,93 para juvenis de tilápia do Nilo alimentados com diferentes níveis de farinha de peixe. Em outro estudo, García-Romero et al. (2014) estudando a substituição da farinha de peixe pela farinha de resíduos de caranguejo marinho, encontraram uma taxa de eficiência proteica de 1,22 para os pargos (*Pagrus pagrus*), alimentados com dietas contendo a farinha de peixe, valores esses inferiores ao presente estudo.

Os resultados evidenciaram que não houve diferenças significativas para a taxa de crescimento específico entre os tratamentos. Assano et al. (2011), ao utilizar diferentes fontes proteicas em dietas para juvenis de tilápia do Nilo cultivadas em viveiros, observaram valores inferiores ao presente estudo para a taxa de crescimento específico de 1,1, porém a taxa de eficiência proteica foi superior a encontrada neste estudo, TEP de 3,7 para os peixes alimentados com dietas contendo a farinha de peixe.

Os resultados da composição físico química dos peixes inteiros de tilápias do Nilo alimentadas com dietas experimentais estão apresentados na Tabela 3. Os teores de umidade, matéria mineral e proteína bruta não apresentaram diferenças ( $P>0,05$ ) (Tabela 3).

Os peixes que receberam a dieta contendo farinha de vísceras de aves, apresentaram maior teor de lipídios totais (9,33%). Entretanto não diferiram dos peixes que receberam a dieta contendo FPR (8,65%) e FPM (7,48%). O menor teor de lipídios totais foi observado nos peixes que receberam a dieta contendo FPA (7,03%) (Tabela 3). Os resultados de lipídios totais da carcaça deste estudo foram semelhantes aos observados por Pontes et al. (2010) que encontraram valores de lipídios variando de 6,04 a 8,23% em juvenis de tilápia do Nilo alimentados com farinha de peixe. Hernández et al. (2013), em um estudo com alevinos de tilápia do Nilo alimentadas com resíduos da indústria de atum, encontraram valores de lipídios inferiores ao presente estudo (5,4%).

Os resultados do VPP e PGP (Tabela 3) não apresentaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ). As menores porcentagens de proteína retida na carcaça foram observadas nas tilápias que receberam as dietas controle, isenta de farinha de peixe. Hu et al. (2013) estudando a qualidade de duas farinhas de peixe de anchova e *Chinesa* para o robalo, encontraram valores de VPP superiores ao presente estudo, 36,8 e 36,1 respectivamente.

Relacionando a porcentagem de gordura no ganho de peso (GGP) e a porcentagem de proteína no ganho de peso (PGP) verificou-se que o tratamento com farinha de peixe marinho proporcionou o melhor depósito de proteína e baixa deposição de gordura.

Os resultados da composição física e química apresentaram diferenças ( $P<0,05$ ) para os lipídios totais segundo os valores de F para a análise de variância. Esse resultado foi desdobrado pelo contraste ortogonal, apresentou diferença ( $P<0,01$ ) quando comparada com o controle (FVA) e os demais tratamentos (FPA, FPR, FPM).

**Tabela 3:** Composição física e química dos peixes inteiros de tilápias do Nilo alimentadas com dietas experimentais.

Tratamentos <sup>3</sup>	Características Avaliadas <sup>2</sup>						
	UM	MM	PB	LT	VPP	PGP	GGP
FPA	73,88±0,57 <sup>1/</sup>	3,86±0,24	15,27±0,28	7,03±0,56 <sup>b</sup>	17,01±1,72	16,66±1,76	7,77±0,33
FPR	72,03±1,88	3,36±0,84	15,77±0,64	8,65±1,09 <sup>ab</sup>	16,65±2,61	16,26±2,67	8,99±0,97
FPM	72,86±1,61	3,62±0,26	15,44±0,53	7,48±1,10 <sup>ab</sup>	17,91±1,50	17,58±1,53	8,56±0,71
FVA	71,48±1,28	3,60±0,13	15,56±0,34	9,33±1,09 <sup>a</sup>	14,73±2,06	14,31±2,13	8,75±1,40
Valores de F para a análise de variância							
Valores de F	1,41 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	4,52 <sup>*</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>
Valores de P	0,2880	0,5214	0,5182	0,0242	0,2081	0,2072	0,3331
CV (%) <sup>4</sup>	1,96	12,76	3,05	12,18	12,18	12,78	11,07
Valores de F para os contrastes							
FVA vs DM <sup>5</sup>	2,40 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	7,87 <sup>**</sup>	4,45 <sup>ns</sup>	4,43 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>
FPA, FPR, FPM <sup>6</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	1,19 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	2,85 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	1,72 <sup>ns</sup>

<sup>1/</sup>Valores médios ± DP (n=3). <sup>a,b</sup>Valores médios seguidos por letras diferentes na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). <sup>ns</sup>Não significativo.

<sup>2</sup>Variáveis: UM: Umidade, MM: Matéria Mineral, PB: Proteína Bruta, LT: Lipídios Totais. Valor Proteico Produtivo (VPP) = (PBfinal x Peso final) – (PBinicial x Peso inicial)/PBingerida. Porcentagem de Proteína no Ganho de Peso (PGP)= (PBfinal x Peso final) – (PBinicial x Peso inicial)/(Pesofinal – Peso inicial). Porcentagem de Gordura no Ganho de Peso (GGP)= (EEfinal x Peso final) – (EEinicial x Peso inicial)/(Pesofinal – Peso inicial).

<sup>3</sup>Tratamentos: FPA: Farinha de Patinga; FPR: Farinha de Pintado Real<sup>®</sup>; FPM: Farinha de Peixe Marinho; FVA: Farinha de Vísceras de Aves.

<sup>4</sup>CV: Coeficiente de Variação.

<sup>5</sup>Farinha de vísceras de aves vs Demais (DM) (FPA, FPR, FPM).

<sup>6</sup>Entre tratamentos FPA, FPR, FPM.

Os valores médios dos parâmetros hematológicos dos peixes alimentados com as diferentes fontes proteicas não apresentaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) (Tabela 4). Salienta-se que as variáveis hematológicas são essenciais para avaliar o estado de saúde dos animais, principalmente se existe anemia, definida como a presença de eritrócitos, concentração de hemoglobina ou hematócrito abaixo dos valores normais de referência (Lopes; Biondo; Santos, 2007). Nestes níveis de inclusão, a homeostase dos peixes não é afetada pelos ingredientes testados, o que garante a manutenção da saúde.

Pontes et al. (2010) não observaram diferenças nos valores de hematócrito em tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis de farinha de peixe, apresentando níveis variando de 19,15 a 26,38%, valores próximos ao do presente trabalho.

Os resultados evidenciaram que não houve diferenças ( $P>0,05$ ) para os parâmetros bioquímicos dos peixes alimentados com as diferentes dietas (Tabela 4). Foram encontrados valores médios e uma amplitude de variação de 4,11 a 5,05 g/dL para proteína total; 290,70 a 330,15 mg/dL para triglicerídeos e 98,88 a 123,95 mg/dL para o colesterol. Os resultados corroboram com os de Rossato et al. (2013) que não observaram diferença nas variáveis triglicerídeos, aminoácidos livres, albumina, colesterol total e proteínas totais em tilápias do Nilo alimentadas com farinha de jundiá.

A composição bioquímica do plasma sanguíneo demonstra a situação metabólica dos tecidos animais; por meio delas é possível detectar alterações no funcionamento dos órgãos e a adaptação do animal diante dos desafios nutricionais, fisiológicos e desequilíbrios metabólicos, específicos ou de origem nutricional (Higuchi et al., 2011).

**Tabela 4:** Variáveis hematológicas e bioquímicas de tilápias do Nilo alimentadas com dietas experimentais.

Variáveis	Tratamentos <sup>4</sup>				Valores de F	Valores de P	CV (%) <sup>5</sup>
	FPA	FPR	FPM	FVA			
<b>Parâmetros Eritrocitários</b>							
Eritrócitos <sup>1</sup>	1,83±0,86 <sup>1/</sup>	1,23±0,15	1,25±0,25	1,71±0,25	1,70 <sup>ns</sup>	0,2201	31,59
Hematócrito <sup>2</sup>	25,50±3,02	25,18±0,47	25,75±2,52	27,00±2,97	0,41 <sup>ns</sup>	0,7484	9,58
Volume Corpuscular Médio	160,13±60,86	206,56±30,25	214,73±59,11	160,33±27,44	1,54 <sup>ns</sup>	0,2528	25,39
<b>Parâmetros Bioquímicos</b>							
Proteína Total <sup>2</sup>	4,11±0,29	4,38±0,54	4,88±1,01	5,05±1,15	1,10 <sup>ns</sup>	0,3855	17,98
Triglicerídeos <sup>3</sup>	290,70±118,43	322,11±149,34	323,12±172,15	330,15±67,14	0,07 <sup>ns</sup>	0,9748	41,93
Colesterol <sup>3</sup>	98,88±25,29	123,95±46,11	103,21±29,58	111,96±41,90	0,36 <sup>ns</sup>	0,7811	33,54

<sup>1/</sup> Valores médios ± DP (n=3). <sup>a,b</sup> Valores médios seguidos por letras diferentes na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05). <sup>1</sup>(x10<sup>6</sup>/μL). <sup>2</sup>(g/dL). <sup>3</sup>(mg/dL).

<sup>4</sup>Tratamentos: FPA: Farinha de Patinga; FPR: Farinha de Pintado Real<sup>®</sup>; FPM: Farinha de Peixe Marinho; FVA: Farinha de Vísceras de Aves.

<sup>5</sup>CV: Coeficiente de Variação.



Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ), dos lipídios totais ( $CDA_{Lip}$ ) e da energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) das dietas experimentais, estão apresentados na Tabela 5. A dieta contendo farinha de peixe marinho apresentou a menor digestibilidade da fração proteica ( $P < 0,05$ ) do que a FPR não diferindo estatisticamente das dietas contendo a farinha de patinga e da farinha de vísceras de aves. A dieta contendo farinha de peixe marinho apresentou a menor digestibilidade da fração lipídica do que as demais farinhas testadas.

**Tabela 5:** Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia para a tilápia do Nilo alimentada com as dietas experimentais.

Tratamentos <sup>2</sup>	Parametros <sup>3</sup>		
	$CDA_{PB}$	$CDA_{Lip}$	$CDA_{EB}$
FPA	89,01±,089 <sup>ab1/</sup>	95,90±0,85 <sup>a</sup>	82,33± 1,17 <sup>a</sup>
FPR	89,45±1,64 <sup>a</sup>	96,14±1,09 <sup>a</sup>	79,53±2,00 <sup>ab</sup>
FPM	86,14±1,11 <sup>b</sup>	92,46±1,26 <sup>b</sup>	77,33±1,39 <sup>b</sup>
FVA	88,24±1,90 <sup>ab</sup>	96,26±0,61 <sup>a</sup>	80,26±1,40 <sup>ab</sup>
Valores de F para a análise de variância			
Valores de F	4,11*	13,63**	7,31**
Valores de P	0,0321	0,0004	0,0048
CV (%) <sup>4</sup>	1,64	1,04	1,91

<sup>1/</sup> Valores médios ± DP (n=3). <sup>a,b</sup> Valores médios seguidos por letras diferentes na linha diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). \*\* $P < 0,01$ ; <sup>ns</sup> Não significativo.

<sup>2</sup>Tratamentos: FPA: Farinha de Patinga; FPR: Farinha de Pintado Real®; FPM: Farinha de Peixe Marinho; FVA: Farinha de Vísceras de aves.

<sup>3</sup>Parâmetros: CDAPB: Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDALT: Coeficiente de digestibilidade de lipídios totais; CDAEB: Coeficiente de digestibilidade de energia bruta.

<sup>4</sup>CV: Coeficiente de Variação.

Os resultados do  $CDA_{PB}$  do presente trabalho, foram próximos aos encontrados por Meurer; Hayashi; Boscolo, (2003) (90,66%) e Vidotti; Gonçalves; Martins, (2011) (89,55%), que estudaram tilápias do Nilo alimentadas com farinha de resíduos do processamento de peixes, indicando que a fração proteica da farinha de peixe pode apresentar boa digestibilidade. Boscolo et al. (2008) avaliando o CDA da farinha de resíduos da indústria de filetagem da tilápia do Nilo, observaram valores de 88,13% e 84,74% para  $CDA_{PB}$  e  $CDA_{EB}$ , respectivamente.

A dieta com farinha de patinga apresentou o melhor aproveitamento da energia (82,33%), não diferindo das dietas com farinha de pintado real<sup>®</sup> (79,53%) e farinha de vísceras de aves (80,26%) (Tabela 5), Gonçalves et al. (2009), observaram resultados superiores (95,29%) ao do presente trabalho, estudando tilápias do Nilo alimentadas com farinha de peixe. Sampaio et al. (2001) observaram valores inferiores para as farinhas de peixe brasileira e importada para a tilápia do Nilo, apresentando médias de  $CDA_{EB}$  de 40,20% e 58,09%, e de  $CDA_{PB}$  de 71,44% e 80,57%, respectivamente. Concluíram que apesar dos valores, as diferentes farinhas de peixes podem ser equivalentes, uma vez que a tendência de melhor digestibilidade da farinha de peixe importada não exclui a utilização de farinha de peixe nacional em dietas para a tilápia.

Os índices de custo, de eficiência econômica e de custo médio de ração por quilograma de ganho de peso vivo para os tratamentos utilizados estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6:** Comparação de preço e custo de arraçamento das dietas experimentais.

Tratamentos <sup>1</sup>	Preço (R\$/kg) <sup>2*</sup>	Custo de Arraçamento (R\$/GP) <sup>3</sup>	IEE (%) <sup>4</sup>
FPA	1,31	1,50	78,55
FPR	1,27	1,43	100,00
FPM	1,48	1,64	71,50
FVA	1,29	1,74	68,07

<sup>1</sup>Tratamentos: FPA: Farinha de Patinga; FPR: Farinha de Pintado Real<sup>®</sup>; FPM: Farinha de Peixe Marinho; FVA: Farinha de Vísceras de Aves.

<sup>2</sup> Preço (R\$/kg): Custo por kg de ração.

<sup>3</sup>R\$/GP: Custo de ração por kg de ganho em peso.

<sup>4</sup>IEE: Índice de eficiência econômica.

\*Os valores das matérias primas foram obtidos de empresas processadoras de rações.

Os melhores resultados econômicos medidos pelos índices de eficiência econômica e de custo foram obtidos com a dieta contendo farinha de pintado real<sup>®</sup> (R\$ 1,27/kg), seguida pela dieta contendo farinha de vísceras de aves (R\$ 1,29). Ressalta-se, contudo, a dinâmica dos preços dos ingredientes, que continuamente têm seus valores modificados, e também que o preço comercial da farinha de peixe marinho é superior ao das farinhas de peixe de água doce.

Destaca-se a utilização da farinha de pintado real<sup>®</sup> como fonte proteica e de baixo custo para juvenis de tilápias do Nilo, pois apresentou menor preço, melhor relação do custo de ração / kg de ganho de peso e o maior índice de eficiência econômica (100%) para tilápias do Nilo. Além disso, não foi observado diferenças significativas no desempenho zootécnico dos peixes alimentados com as diferentes dietas.

O custo da dieta não deve ser o único fator considerado para decidir o seu uso; deve-se associar os índices zootécnicos com os índices econômicos (Souza et al., 2011). Segundo Carneiro; Martins; Cyrino (1999), o custo final de produção é afetado diretamente por fatores como a conversão alimentar (CAA), custos e qualidade da ração que dependendo da origem, pode afetar a lucratividade do cultivo.

#### **4. Conclusão**

As farinhas de resíduos de peixes estudadas podem ser utilizadas em dietas para juvenis de tilápias do Nilo sem prejudicar o desempenho produtivo e hematológico. Destaca-se, a utilização da farinha de pintado real<sup>®</sup> em dietas para tilápias, pois essa apresentou menor custo, melhor eficiência econômica, e ainda o melhor valor de digestibilidade da proteína bruta e do lipídio total.

#### **5. Agradecimentos**

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro concedido. Ao Laboratório de Aquicultura Polo Regional Noroeste Paulista, Votuporanga-SP (APTA). A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa. Ao Grupo Ambar Amaral pela doação dos resíduos de patinga, disponibilidade da Graxaria. Ao Frigorífico Mar & Terra pela doação dos resíduos de pintado real<sup>®</sup>.

## 6. Referências

ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal**. São Paulo: Nobel; Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1982.

ASSANO, M.; RAMIREZ, A. P. M.; STECH, M. R.; HONORATO, C. A.; MALHEIROS, E. B.; CARNEIRO, D. J. Desempenho de tilápia do Nilo cultivadas em viveiros alimentadas com diferentes fontes e níveis proteicos. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Valinhos, v. 15, n. 5, p. 83-92, 2011.

ARRUDA, L. F. BORGHESI, R.; BRUM, A.; REGITANO D'ARCE, M.; OETTERER, M. Nutritional aspects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 749-756, 2006.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the AOAC**, 18th ed. Gaithersburg, MD, USA, 2005.

BARBOSA, H. P.; FIALHO, E. T.; FERREIRA, A. S.; LIMA, G. J. M. M.; GOMES, M. F. M. Triguilho para suínos na fase inicial, de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 5, p. 827-837, 1992.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos**. Versão 1.1.0.711. Jaboticabal, 2014.

BELLAVER, C.; FIALHO E. T.; PROTAS, J. F. S.; GOMES, P. C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 8, p. 969-74, 1985.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; SOARES, M.; SOARES, C. M. Farinhas de peixe, carne e ossos, vísceras e crisálida como atractantes em dietas para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 1397-1402, 2001.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R. A.; REIDEL, A. Farinha de resíduos da filetagem de tilápias na alimentação de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1807-1812, 2005.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A. A. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2579-2586. 2008.

CARNEIRO, P. C. F.; MARTINS, M. I. E. G.; CYRINO, J. E. P. Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em tanque rede – avaliação econômica. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 29, n. 9, p. 52-61, 1999.

CHENG, Z. J.; HARDY, R. W.; USRY, J. L. Effects of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 215, n. 1-4, p. 255-265, 2003.

COLLIER, H. B. Standardization of blood hemoglobin determinations. **Canadian Medical Association Journal**, Ottawa, v. 50, n. 6, p. 550-552, 1944.

EYNG, C.; NUNES, C. G. V.; NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; VIEITES, F. M.; POZZA, P. C. Composição química, valores energéticos e digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de carne e ossos e de peixe para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 3, p. 575-580, 2011.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; PORTZ, L.; CYRINO, J. E. P.; OETTERER, M. Fish silage in black bass (*Micropterus salmoides*) feed as alternative to fish meal. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 5, p. 1261-1266, 2009.

FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de Tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100 p.

GARCÍA-ROMERO, J.; GINÉS, R.; IZQUIERDO, M.S.; HAROUN, R.; BADILLA, R.; ROBAINA, L. Effect of dietary substitution of fish meal for marine crab and echinoderm meals on growth performance, ammonia excretion, skin color, and flesh quality and oxidation of red porgy (*Pagrus pagrus*). **Aquaculture**, v. 422, p. 239-248, 2014.

GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F. P.; HALL, E.; BROSIOUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 56, n. 1, p. 35-39, 1971.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. ROCHA, D. F.; KLEEMAN, G. K.; SANTA ROSA, M. J. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para a tilápia do Nilo. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 201-213, 2009.

HERNÁNDEZ, C.; OLVERA-NOVOA, M. A.; VOLTOLINA, D.; HARDY, R. W.; GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, B.; DOMINGUEZ-JIMENEZ, P.; VALVERDE-ROMERO, M.; AGRAMON-ROMERO, S. Use of tuna industry waste in diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fingerlings: effect on digestibility and growth performance. **Latin American Journal of Aquatic Research**, Valparaiso, v. 41, n. 3, p. 468-478, 2013.

HIGUCHI, L. H.; FEIDEN, A.; MALUF, M. L. F.; DALLAGNOL, J. M.; ZAMINHAN, M.; BOSCOLO, W. R. Avaliação eritrocitária e bioquímica de jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos a dieta com diferentes níveis proteicos e energéticos. **Ciências Animais Brasileiras**, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 70-75, 2011.

HU, L.; YUN, B.; XUE, M.; WANG, J., WU, X., ZHENG, Y., HAN, F. Effects of fish meal quality and fish meal substitution by animal protein blend on growth performance, flesh quality and liver histology of Japanese seabass (*Lateolabrax japonicas*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 372-375, p. 52-61, 2013.

LOPES, S. T. A.; BIONDO, A. W.; SANTOS, A. P. **Manual de patologia clínica veterinária**. 3. ed. Santa Maria: UFSM, 2007. p. 107.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos proteicos pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1801-1809, 2003.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, DC: National Academy Press, 2011. 376 p.

NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. In: SIMPOSIUM ON FINFISH NUTRITION AND FISH FEED TECHNOLOGY, 1966, Belgrade. **Proceedings...** Belgrade: EIFAC/FAO, 1966. p. 15.

PONTES, E. C.; OLIVEIRA, M. M.; VIEIRA e ROSA, P.; FREITAS, R. T. F.; PIMENTA, M. E. S. G.; RODRIGUES, P. B. Níveis de farinha de peixe em rações para juvenis de tilápia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 8, p. 1626-1632, 2010.

ROSSATO, S.; PRETTO, A.; FREITAS, I. L.; BATTISTI, E. K.; LAZZARI, R.; RANDÜNZ NETO, J. Incorporação de farinhas de resíduos de Jundiá na dieta: bioquímica plasmática, parâmetros hepáticos e digestivos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 6, p. 1063-1069, jun. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n6/a16313cr6637.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2014.

SAMPAIO, F. G.; HISANO, H.; YAMAKI, R. A.; KLEEMANN, G. K.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. Digestibilidade aparente das farinhas de peixe nacional e importada e das farinhas de sangue tostada e *spray-dried*, pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 891-896, 2001.

SOUZA, J. H.; FRACALOSSO, D. M.; GARCIA, A. S.; RIBEIRO, F. F.; TSUZUKI, M. Y. Desempenho zootécnico e econômico de juvenis de robalo-peva alimentados com dietas contendo diferentes concentrações proteicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 2, p. 190-195, 2011.

VALLADA, E.P. **Manual de Técnicas Hematológicas**. São Paulo: Atheneu; Editora ATHENEU. p.423, 1997.

VIDOTTI, R. M.; BORINI, M. S. M. Aparas da filetagem da tilápia se transformam em polpa condimentada. **Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, v. 16, n. 96, p. 38-41, 2006.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de Tilápia e sua utilização na alimentação animal**. [S.l.: s.n., 2006]. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/producao\_caracterizacao.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2014.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, S. G.; MARTINS, M. I. E. G. **Farinha e óleo de resíduos de Tilápia**: informações técnica e econômica. Jaboticabal: Funep, 2011. 24 p.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos oriundos do processamento da filetagem de patinga e pintado real<sup>®</sup> pode ser utilizados na produção de farinhas e óleos de peixes, pois constituem matéria prima de alta qualidade para obtenção de diferentes subprodutos da cadeia produtiva da piscicultura. Além disso, seu aproveitamento evita os desperdícios, reduz os custos de produção do pescado e a poluição ambiental, gerenciando os resíduos de pescado para um desenvolvimento sustentável da aquicultura continental.

Essas farinhas podem ser utilizados como fontes proteicas de origem animal em dietas para tilápia do Nilo. Destaca-se a utilização da farinha de pintado real<sup>®</sup>, pois a mesma apresentou melhor teor de proteína bruta, menores valores de cálcio e fósforo, maior presença de aminoácidos essenciais (isoleucina e treonina) e ainda, maior coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e, conseqüentemente melhor proteína digestível.

Os óleos de patinga e pintado real<sup>®</sup> apresentaram índices de acidez acima do permitido. Para que os óleos possam ser utilizados como fontes energéticas em dietas para organismos aquáticos, é imprescindível que o processamento dos resíduos ocorra o imediatamente após o beneficiamento dos peixes, aumentando a qualidade do óleo. Dentre os óleos, o de pintado real<sup>®</sup> apresentou a melhor relação  $\omega 3:\omega 6$  e as maiores concentrações de ácidos graxos poliinsaturados.