

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE**

**CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**JOANA KARIN FINKLER**

**FARINHA DE PENAS EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2013**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE**

**CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**JOANA KARIN FINKLER**

**FARINHA DE PENAS EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO**

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

Orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo

Co-orientador: Prof. Dr. Aldi Feiden

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2013**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE**

**CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**FARINHA DE PENAS EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO**

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

Marechal Cândido Rondon, 19 de fevereiro de 2013

**BANCA EXAMINADORA:**

---

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

---

Prof. Dr. Fábio Bittencourt  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

---

Prof. Dr. Leandro Portz  
Universidade Federal do Paraná

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade oferecida para realização do mestrado.

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

Ao Grupo de Estudos e Manejo em Aquicultura (GEMaQ), pela estrutura disponibilizada para realização do experimento.

Ao meu orientador Wilson Rogério Boscolo, pelos ensinamentos e incentivo.

Ao professor e co-orientador Aldi Feiden, pelas dicas no desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas Odair Diemer e Dacley Neu, pelo auxílio nas análises estatísticas.

À banca examinadora desta dissertação.

À minha família, pelo apoio e incentivo.

Aos colegas que auxiliaram na instalação e término do experimento: Alis Bittarello, Júnior Decarli, Vinicius Sividanés, Edionei Fries, Vanessa Levandowski, Micheli Zaminhan, Ana Karina Marquioro, Dihego Fernandes, meu muito obrigada. À Fairús Ane Finkler, pela ajuda nas traduções.

E acima de tudo, agradeço a Deus.

## RESUMO

### FARINHA DE PENAS EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO

**Resumo:** Esse estudo teve por objetivo avaliar o efeito da inclusão de farinha de pena em dietas com e sem suplementação de aminoácidos sobre o desempenho, composição centesimal, parâmetros hematológicos e custos de alimentação de alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. Para isso, foram utilizados 1.400 alevinos de tilápia do Nilo com peso inicial médio de  $4,98 \pm 0,08$  g distribuídos em 28 hapas de 1 m<sup>3</sup> com 50 peixes cada. Durante 65 dias foram avaliados três níveis de inclusão de farinha de pena hidrolisada (FP) (8, 16 e 24%) e dois grupos, um com e outro sem suplementação de aminoácidos sintéticos (AAs). Além disso, foi utilizado um tratamento controle, cuja dieta não continha nem farinha de pena e nem suplementação de aminoácidos, totalizando sete tratamentos com quatro repetições. Ao final do experimento foram realizadas análises de desempenho produtivo (comprimento total (CT), ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), sobrevivência (SO), fator de condição (FC) e taxa de eficiência proteica (TEP) e dos parâmetros corporais, (índice de gordura visceral (IGV) e índice hepatossomático (IHS)). As mostras de sangue foram coletadas para contagem de eritrócitos e determinação de hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM). Foram utilizados peixes inteiros para a análise da composição centesimal (umidade (UM), proteína (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM)). Também foi avaliado o custo das dietas por quilo de GP. Os tratamentos não influenciaram ( $p > 0,05$ ) na SO, IHS, FC, UM e MM. Os melhores resultados de PF e GP foram dos tratamentos com 8% de FP com ou sem suplementação de AAs. A CA foi maior e a TEP menor no tratamento com 24% de FP sem suplementação. A PB foi menor no tratamento com inclusão de 24% FP sem suplementação em relação ao controle, e o EE aumentou com níveis mais altos de inclusão em relação ao controle. Os parâmetros hematológicos mativeram-se dentro da faixa de variação normal para a espécie. O tratamento com 8% de FP com suplementação apresentou o menor custo de alimentação. Conclui-se que a farinha de penas pode ser utilizada em dietas para tilápia do Nilo em até 8% de inclusão, com ou sem suplementação de AAs, sem prejuízos no desempenho, composição química e higidez, sendo que a suplementação deste nível de inclusão com AAs é economicamente mais viável.

**Palavras-chave:** piscicultura, nutrição, alimentos alternativos, desempenho produtivo, tanques-rede, fonte proteica.

## ABSTRACT

### FEATHER MEAL IN DIETS FOR THE NILE TILAPIA

**Abstract:** Current analysis evaluates the inclusion effect of feather meal in diets with and without aminoacids supplementation on the performance, centesimal composition, hematological parameters and feeding costs of Nile tilapia fingerlings, *Oreochromis niloticus*. One thousand and four hundred Nile tilapia fingerlings, initial average weight  $4.98 \pm 0.08$  g, distributed in 28 small cages of  $1\text{m}^3$ , with 50 fish each, were used. Three levels (8, 16 and 24%) of hydrolyzed feather meal (FM) inclusion and two groups, one with and the other without synthetic aminoacids supplementation (AAs), were evaluated during 65 days. Control treatment with neither feather meal nor aminoacids supplementation was also employed, totalizing seven treatments and four replications. Productive performance analysis including total length (TL), weight gain (WG), apparent food conversion (AFC), survival (SU), condition factor (CF) and protein efficiency rate (PER) was performed at the end of the experiment, coupled to body parameters such as visceral fat index (VFI) and hepatosomatic index (HIS). Blood samples were collected for erythrocytes counting and determination of hemoglobin, hematocrit, average corpuscular volume (ACV) and average corpuscular hemoglobin concentration (ACHC). The entire fish was used for the analysis of centesimal composition, namely, moisture (MO), protein (P), ether extract (EE) and mineral matter (MM). Diet costs per kilo of WG were also assessed. Treatments did not influence ( $p > 0.05$ ) SU, HIS, CF, MO and MM and best results for FM and WG were those of treatments with 8% FM with or without AAs supplementation. AFC was higher and PER lower in treatments with 24% FM without supplementation. P rate was lower in treatment with inclusion of 24% FM without supplementation when compared to control, whereas EE had higher levels of inclusion when compared to control. Hematologic parameters were kept within the species's normal variation level. Treatment with 8% FM with supplementation presented lower feeding costs. Results show that feather meal may be used in diets for Nile tilapia up to 8% inclusion, with or without supplementation of AAs, without any liability in performance, chemical composition and hígidity. In fact, supplementation at the above inclusion level with AAs is economically more viable.

**Keywords:** aquaculture, nutrition, alternative feeding, productive performance, cages, protein source

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição percentual e química calculada das dietas experimentais.....	28
Tabela 2. Composição química das rações experimentais e da farinha de penas.....	30
Tabela 3. Médias dos parâmetros de desempenho produtivo e parâmetros corporais das tilápias alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas em dietas com e sem suplementação com aminoácidos sintéticos. ....	33
Tabela 4. Médias dos parâmetros de desempenho produtivo e parâmetros corporais das tilápias alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas em dietas com e sem suplementação com aminoácidos sintéticos comparadas com o tratamento controle. ....	34
Tabela 5. Valores médios de contagem total de eritrócitos (Erit), hematócrito (Hct), taxa de hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) dos peixes alimentados com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas com e sem suplementação de aminoácidos sintéticos. ....	38
Tabela 6. Valores médios de contagem total de eritrócitos (Erit), hematócrito (Hct), taxa de hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) dos peixes alimentados com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas com e sem suplementação de aminoácidos sintéticos. ....	38
Tabela 7. Valores médios da composição química dos peixes inteiros alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas em dietas com e sem suplementação com aminoácidos sintéticos.....	40
Tabela 8. Valores médios da composição química dos peixes inteiros alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas em dietas com e sem suplementação com aminoácidos sintéticos comparados com o tratamento controle.....	40
Tabela 9. Custo por unidade de ganho de peso (kg) de tilápias alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas em dietas com e sem suplementação com aminoácidos sintéticos nos meses de janeiro, agosto e dezembro.....	42

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Custo médio por unidade de ganho de peso (kg) de tilápias alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas em dietas com e sem suplementação com aminoácidos sintéticos. ....	43
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	7
2.2 Piscicultura em tanques-rede .....	8
2.3 Alimentação e nutrição de peixes .....	10
2.4 Alimentos alternativos .....	12
2.5 Farinha de penas .....	14
2.6 Parâmetros sanguíneos .....	15
<b>3. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>17</b>
<b>4. FARINHA DE PENAS EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO.....</b>	<b>26</b>
<b>5. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>6. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
6.1 Desempenho produtivo e parâmetros corporais .....	32
6.2 Parâmetros hematológicos .....	37
6.3 Composição química da carcaça.....	39
6.4 Custo da alimentação.....	42
<b>8. CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>9. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da aquicultura provoca uma tendência à intensificação dos sistemas de produção e emprego cada vez maior de novas tecnologias, implicando em aumento da demanda por rações balanceadas que permitam a elevada densidade de estocagem de peixes e seu máximo desempenho.

Entretanto, a ração representa a maior parcela dos custos de produção na aquicultura, sendo que os alimentos proteicos são os mais caros das formulações. As fontes proteicas tradicionalmente utilizadas, como a farinha de peixe e o farelo de soja são amplamente empregadas na piscicultura pelo seu ótimo valor nutricional, mas seu uso tem se tornado excessivamente oneroso.

Em vista disso, o emprego de alimentos alternativos em substituição às fontes proteicas tradicionais em rações para peixes passou a ser uma forte tendência, buscando-se atender às exigências nutricionais dos animais com menor custo. Para isso, torna-se necessário o conhecimento do valor nutricional destes alimentos, assim como seu aproveitamento pelos animais e a consequente resposta zootécnica dos mesmos.

Neste contexto, a farinha de penas representa uma fonte de proteína alternativa mais barata, com possibilidade de utilização em formulações de rações para peixes. Esse alimento, oriundo do abate e processamento de aves, apresenta elevado teor de proteína bruta. Entretanto, existem limitações para sua utilização em dietas para peixes em razão da sua baixa digestibilidade, baixo valor biológico e da deficiência de aminoácidos essenciais.

Como se sabe, os peixes, assim como os demais animais, tem uma exigência em quantidades e proporções de aminoácidos, e não, como se pensava, em proteína propriamente dita. Por isso, a formulação de dietas mais adequadas deve levar em consideração as exigências em aminoácidos para as espécies bem como o perfil de aminoácidos dos alimentos e seu valor biológico.

Por esse motivo, o uso de aminoácidos industriais em rações para peixes tem ganhado cada vez mais importância, em virtude da utilização de alimentos proteicos alternativos à farinha de peixe. A suplementação dos aminoácidos visa otimizar a utilização da proteína, prevenindo o desbalanço de aminoácidos nas dietas.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inclusão da farinha de penas em dietas com e sem suplementação de aminoácidos sobre o

desempenho, composição centesimal, parâmetros hematológicos e custos de alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) vem se destacando como uma espécie economicamente importante em muitos países, principalmente aqueles de clima tropical e subtropical, sendo atualmente o segundo grupo de peixes mais cultivados no mundo, perdendo apenas para a produção das carpas chinesa e comum (FAO, 2011). Além disso, a tilapicultura tem contribuído significativamente para a segurança alimentar e redução da pobreza na Ásia, pois representa uma fonte proteica de alta qualidade, rica em ácidos graxos poli-insaturados, vitaminas e minerais, contribuindo com cerca de 20% da proteína animal para mais de 2,6 bilhões de pessoas no mundo (Tardivo, 2011).

Essa espécie, pertencente à família dos ciclídeos, é originária da bacia do rio Nilo, no Leste da África, encontrando-se distribuída em países como em Israel, no Sudeste Asiático (Indonésia, Filipinas e Formosa) e no Continente Americano (USA, México, Panamá e toda a América do Sul) (CARVALHO, 2006). Foi introduzida no Brasil no início da década de 1970 pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) na região Nordeste, a partir de onde foi difundida para todo o país (PROENÇA e BITTENCOURT, 1994; CASTAGNOLLI, 1996). Durante a década de 1980, os avanços tecnológicos na área de produção e de seleção genética alavancou a produção de tilápias no mundo, iniciando-se a partir dessa época o desenvolvimento das linhagens de alta produtividade (Tardivo, 2011).

As tilápias se destacam pelo crescimento rápido quando comparada às demais espécies utilizadas na piscicultura brasileira (Furuya *et al*, 2010). A faixa de temperatura ideal para seu desenvolvimento vai de 25 a 30°C, apresentando redução no crescimento em temperaturas abaixo de 15°C. (CASTAGNOLLI, 1992; ONO e KUBITZA, 2003; CYRINO e CONTE, 2006). Diversas características fazem da tilápia um peixe com grande potencial para a aquicultura: precocidade, utilização de itens básicos da cadeia

trófica como alimento, capacidade de adaptação fisiológica em diferentes ambientes e sistemas de produção, resistência a doenças, altas densidades de estocagem e taxas reduzidas de oxigênio dissolvido (AYROZA, 2009).

Acrescente-se a isso a elevada capacidade de utilização da energia e proteína tanto de alimentos de origem tanto animal como vegetal pela tilápia (KUBARIK, 1997) que permite o emprego de rações comerciais de custo mínimo e elevado valor nutritivo nos sistemas de produção da espécie (FURUYA et al., 2010).

Além das características favoráveis ao cultivo, a tilápia do Nilo apresenta carne com baixo teor de gordura (0,9 g.100 g<sup>-1</sup> de carne) e de calorías (117 kcal.100 g<sup>-1</sup> de carne), alto rendimento de filé (35 a 40%) (AYROZA, 2009), boas características organolépticas, sendo passível de processamento industrial para obtenção de filés sem espinhas e de grande versatilidade industrial e culinária (FURUYA et al., 2010) e elevado valor comercial, principalmente nos países desenvolvidos (CASTAGNOLLI, 1992; ONO e KUBITZA, 2003; CYRINO e CONTE, 2006).

## **2.2 Piscicultura em tanques-rede**

O cultivo de peixes em tanques-rede permite a utilização de amplos ambientes aquáticos, podendo ser alocados em mares, estuários, lagos, represas e reservatórios de hidrelétricas. Trata-se de uma técnica de produção intensiva que necessita de alta e contínua renovação de água para manter a qualidade do ambiente de cultivo (COLT & MONTGOMERY, 1991; BEVERIDGE, 2004). A utilização deste sistema de cultivo exige especial atenção para os metabolitos, já que é caracterizado pelo emprego de altas densidades de estocagem e rações completas, com elevados teores de energia e proteína (ARANA, 1997).

A piscicultura em tanques-rede evoluiu muito nos últimos 20 anos e está atualmente em rápido crescimento em resposta às pressões da globalização e do crescente consumo de pescado no mundo (TACON e HALWART, 2007). Em países como China, Indonésia e Brasil, esse sistema de criação de peixes tende a tornar-se o mais importante, pelas vantagens que apresenta sobre os sistemas convencionais de cultivo (ZANIBONI FILHO et al., 2005).

Em comparação ao sistema produtivo que utiliza viveiros escavados, a criação de peixes em tanques-rede proporciona muitas vantagens: menor oscilação dos parâmetros físicos e químicos da água, maior facilidade de manejo como despesca e repicagem, investimento inicial cerca de 60 a 70% menor em relação aos viveiros escavados, intensificação da produção, facilidade de observação e redução do manuseio dos peixes. (BEVERIDGE, 2004; SILVA e SIQUEIRA, 1997; SCHMITTOU, 1995)

Entretanto, este sistema também apresenta algumas desvantagens, como a necessidade de fluxo constante de água dentro dos tanques, total dependência do alimento artificial, possibilidade de incrustamento e rompimento das malhas acarretando na perda da produção e o acúmulo de fezes e restos alimentares sob os tanques-rede, podendo causar impacto ambiental (BEVERIDGE, 2004, BORGHETTI e CANZI, 1993; SCHMITTOU, 1995; EL-SAYED, 2006).

Os primeiros parques aquícolas em atividade no Brasil estão nos reservatórios de Itaipu (PR), Castanhão (CE), Ilha Solteira (MS, MG e SP), Furnas (MG), Três Marias (MG) e Tucuruí (PA) (Brasil, 2010). A delimitação destes parques permite o planejamento e o ordenamento da utilização dos reservatórios para a aquicultura, sendo uma maneira de evitar impactos ambientais e garantir o uso múltiplo das águas, previsto na legislação brasileira (TARDIVO, 2011).

No Brasil, a piscicultura vem evoluindo no que se refere aos sistemas de criação durante os últimos anos. Até a década de 1990, a atividade ainda era representada por pequenos e médios produtores utilizando sistemas semi-intensivos em viveiros escavados ou barragens (Tardivo, 2011). Entretanto, a partir do ano 2000, a criação de tilápias em tanques-rede ganhou espaço, principalmente em águas da União. Isso promoveu adaptações na cadeia de produção, que passou a exigir insumos compatíveis ao sistema (Scorvo Filho et al., 2010).

Diversas espécies vêm sendo cultivadas em tanques-rede no Brasil, sendo as principais: tilápias do Nilo, (*Oreochromis niloticus*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambacu, tambaqui (*Colossoma macropomum*) e algumas espécies da família dos *brycons*. Por ser uma atividade muito recente, torna-se necessária a realização de pesquisas que fomentem o desenvolvimento de novas tecnologias de produção para cada espécie com o objetivo de otimizar a produção, levando em consideração as particularidades de cada ambiente (ALEXANDRE FILHO, 2008).

### 2.3 Alimentação e nutrição de peixes

A qualidade da ração utilizada na produção intensiva é essencial, pois está relacionada com questões econômicas e ambientais. Segundo Huguenin (1997), a ração representa cerca de 30% a 60% dos custos operacionais da criação de peixes em tanques-rede. Em estudos com pacu em tanques-rede, Silva (2008) relata que a ração pode variar de 50% a 70% dos custos. Essas variações se devem, em parte, pela oscilação dos preços dos insumos utilizados na fabricação das rações, conforme a safra.

Como em sistemas de criação intensiva, os peixes são completamente dependentes do alimento artificial, as rações utilizadas devem atender às exigências nutricionais das espécies, além de proporcionar a menor quantidade possível de excedentes de nutrientes (AYROZA, 2009). A otimização do aproveitamento das rações pelos peixes permite minimizar os impactos sobre os sistemas de criação e meio ambiente, alcançar melhor desempenho zootécnico dos animais e reduzir os custos de produção (VALENTI, 2000).

Segundo Midlen e Redding (1998), o desenvolvimento das dietas com baixa carga de poluentes deve levar em consideração a digestibilidade dos ingredientes, a aceitabilidade da ração pelos peixes e o balanço adequado dos nutrientes. De acordo com Pezzato et al. (2004), a confecção de uma dieta adequada às exigências nutricionais dos animais dependerá de fatores como a espécie, fase de desenvolvimento, sexo e estágio de maturação gonadal, sistema de produção, temperatura da água, frequência de arraçamento e qualidade da dieta.

Segundo Portz (2001), as proteínas são os principais constituintes orgânicos dos tecidos dos peixes, perfazendo 65 a 75% da matéria seca corporal, além de ser um nutriente utilizado preferencialmente como fonte de energia pelos mesmos (TORREZ, 2001). Por isso, uma quantidade de proteína adequada na dieta é necessária para o crescimento, reprodução e reposição das proteínas que são degradadas pelo organismo.

Entretanto, os alimentos que constituem fonte de proteína nas formulações correspondem aos ingredientes mais onerosos, principalmente aqueles de origem animal, e são requeridos em grandes proporções na dieta dos peixes. Por esse motivo, a

utilização de rações com teor de proteína acima do exigido pelo peixe gera desperdício, acarretando em custos mais elevados de produção.

Além disso, o alto teor de proteína nas rações nem sempre garante o melhor desempenho produtivo nos peixes, uma vez que, segundo GONÇALVES et al. (2009), o mais importante é o valor biológico da proteína, determinada pelo seu conteúdo de aminoácidos, e o correto balanço de proteína e energia na dieta.

Assim, o uso de fontes alternativas de energia, como lipídios e carboidratos, e o correto balanceamento desses nutrientes para atender à exigência da espécie permite melhor utilização dos aminoácidos para crescimento das fibras musculares e manutenção metabólica. (GONÇALVES et al., 2009)

O perfil dos aminoácidos de cada proteína é diferenciado, sendo que a capacidade dos alimentos em suprir os requisitos de aminoácidos para peixes é muito variável. Além disso, as fontes de baixo valor biológico apresentam altos níveis de proteína na forma de nitrogênio não proteico. Quando ingeridos pelos peixes, esses alimentos aumentam a produção e excreção de amônia, levando à baixa produtividade e queda na qualidade da água (CHO, 1992).

O contínuo crescimento da aquicultura aumenta a demanda por fontes de proteínas nutricionalmente equilibradas e de baixo custo para a alimentação dos peixes. A fim de melhorar a relação custo-benefício das dietas, a farinha de peixe vem sendo substituída por fontes de proteína alternativas mais econômicas, como farelo de soja, carne e farinha de osso, farinha de sangue, farinha de penas e farinha de vísceras de aves, sendo dada maior atenção ao valor biológico e à composição de aminoácidos destes alimentos. (FURUYA e FURUYA, 2010).

A utilização de alimentos alternativos como fontes de proteína na ração concomitantemente com suplementação de aminoácidos limitantes pode ser uma opção para redução dos custos de produção, diminuindo a excreção de nitrogênio no meio ambiente sem prejudicar o desempenho dos peixes (BOISEN, 2003; YAMAMOTO et al., 2005).

No entanto, estudos indicam que níveis excessivos de aminoácidos livres nas rações pode não garantir a mesma eficiência de utilização dos aminoácidos oriundos da proteína intacta (COWEY, 1994; DABROWSKI et al., 2003), pela maior lixiviação no

ambiente aquático, maior taxa de evacuação estomacal e rápida absorção em relação aos aminoácidos da “proteína intacta” do alimento. Isso pode provocar o desbalanço no *pool* de aminoácidos e/ou em quantidades incompatíveis à velocidade de síntese da proteína nos tecidos especializados (BONFIM et al., 2008).

Deste modo, são necessárias mais pesquisas que abordem o valor econômico de fontes alternativas de proteínas e a resposta do uso concomitante de aminoácidos sintéticos em condições variáveis, com o objetivo de melhorar o desempenho dos peixes e reduzir o custo de produção.

## **2.4 Alimentos alternativos**

A utilização de alimentos proteicos alternativos passou a ter importância para a indústria aquícola de rações em decorrência da redução da oferta da farinha de peixe e dos grandes volumes requeridos, o que torna sua utilização onerosa. Com isso, cresce a tendência do emprego de diferentes fontes proteicas na tentativa de se reduzir os custos com alimentação dos peixes (BELLAVÉR, 2002).

Como se sabe, a formulação das rações depende da qualidade e do preço dos ingredientes. Fontes proteicas de boa qualidade apresentam em geral alto custo, por isso, pesquisas têm sido realizadas em torno de ingredientes alternativos, visto que o uso destes depende do conhecimento de sua qualidade, da sua relação custo/benefício e do desempenho animal (BELLAVÉR et al., 2001).

Os ingredientes proteicos alternativos devem apresentar um bom perfil nutricional capaz de suprir as exigências dos animais, mantendo assim a qualidade da dieta. Além disso, quando utilizado nas rações, devem igualar-se ou superar os alimentos tradicionalmente utilizados em relação ao desempenho produtivo dos peixes e serem economicamente viáveis.

Estudos nesse sentido têm avaliado a utilização de diversos ingredientes na alimentação de tilápias. Dentre os ingredientes de origem vegetal, o farelo de soja é considerado a melhor fonte proteica em termos de teor de proteína e de perfil de aminoácidos, sendo considerado uma alternativa à farinha de peixe (EL-SAYED, 1999).



Entretanto, segundo o mesmo autor, sua utilização é limitada pela presença de fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina e ácido fítico.

Por esse motivo, outras fontes proteicas vegetais têm sido avaliadas na alimentação de tilápias, tais como farelo de algodão, girassol, gergelim, macadâmia e palma. El-Saidy e Saad (2011), em estudo com a tilápia do Nilo, relataram que a substituição do farelo de soja por farelo de algodão em até 41,25% pode ser feita sem causar prejuízos no desempenho, utilização dos alimentos, composição corporal e parâmetros hematológicos dos animais.

Carvalho et al. (2012) avaliaram a inclusão de subprodutos da mandioca, cacau e torta de dendê em dietas para tilápias do Nilo, verificando que esses alimentos podem ser incluídos em até 150 g/kg de dieta, proporcionando bom desempenho produtivo e viabilidade econômica. A utilização de torta de dendê e farinha de algaroba em dietas para a tilápia do Nilo, na proporção de 150 g/kg ração também se mostrou viável em termos de custo e desempenho dos animais (CARVALHO et al., 2012).

A substituição da farinha de peixe por fontes de proteína de origem vegetal em dieta para a tilápia do Nilo foi avaliada por Agbo et al. (2011) que concluíram que é viável a substituição de 50% e 20% deste ingrediente por torta de amendoim e farelo de casca de amendoim, respectivamente.

Já os subprodutos de origem animal são alternativas cada vez mais utilizadas em rações para tilápias por possuírem vantagens nutricionais e econômicas, desde que assegurada a qualidade das mesmas (BELLAVÉR, 2001; BELLAVÉR, 2002). A falta de uniformidade desses produtos constitui um entrave para seu uso, pois sua qualidade em relação ao valor biológico oscila muito apesar de possuírem um padrão de aminoácidos adequado às necessidades dos animais (ROSTAGNO et al., 2005). Por essa razão é necessário avaliar o conteúdo e disponibilidade dos nutrientes e o valor energético desses alimentos, a fim de alcançar melhor balanceamento de rações (LABOISSIÈRE, 2008).

FASAKIN et al.(2005) testaram diferentes fontes de proteína animal em substituição à farinha de peixe em dietas para tilápias, concluindo que a farinha de subprodutos de aves proporcionou mesmo desempenho dos peixes que a farinha de peixe, enquanto que as farinhas de penas e de sangue mostraram resultados inferiores.

Pezzato et al., (2012), avaliando a utilização de farinha de sangue em dietas para tilápias do Nilo, verificaram que as farinhas de sangue atomizadas e de tambor são eficientemente utilizadas por tilápias do Nilo, enquanto que a farinha de sangue convencional apresenta valor biológico inferior.

## **2.5 Farinha de penas**

A farinha de penas é um subproduto de origem animal que vem sendo testado como alimento alternativo em rações para peixes (BISHOP et al., 1995). Vários estudos sobre a utilização de farinha de penas foram realizados, dentre eles destacam-se os de Moura et al, (1994) com suínos, Nascimento et al, (2002) com aves, Fontaneli et al, (2002), Pezzato et al, (2002) com bovinos de corte e com tilápias e Bilio et al, (1979 ) com enguias.

Segundo Moura et al, (1994), as farinhas obtidas do processamento de abate de aves apresentam cerca de 90% de proteína, sendo utilizadas em substituição aos farelos em rações para monogástricos. Apesar de elevado teor de proteína bruta da farinha de penas, sabe-se que 85 a 90% dessa proteína é formada por queratina, que apresenta baixa solubilidade e alta resistência à ação de enzimas (GRAEFF e MONDARDO, 2006).

A baixa digestibilidade e insolubilidade da queratina é consequência do firme empacotamento da cadeia proteica ( $\alpha$ -queratina), estrutura pregueada ( $\beta$ -queratina) e o superenrolamento da cadeia polipeptídica. O alto conteúdo de cisteína possibilita a formação de um grande número de pontes de dissulfeto, apresentando assim, alto índice de ligações intercadeias. Além disso, pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas também conferem força, estabilidade e resistência proteolítica à queratina (ONIFADE, 1998).

A qualidade da farinha de penas dependerá do processamento ao qual as penas são submetidas. Nesse sentido, atenção especial deve ser dada ao tempo de processamento nos digestores, pois o processamento excessivo gera um produto com baixo teor proteico, pelas perdas dos aminoácidos sulfurados (DAVIS et al., 1961;

PAPADOPOULOS et al., 1986). Por outro lado, o processamento insuficiente ocasionará uma hidrólise incompleta das penas, que não serão digeridas pelos animais.

Vários métodos de processamento têm sido avaliados com o objetivo de produzir farinha com altos níveis de PB, e melhores coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos (PAPADOPOULOS et al., 1986; MORITZ & LATSHAW, 2001; SCAPIM et al., 2003).

Segundo Holanda (2009), alguns aspectos importantes que influenciam a produção e qualidade do produto final devem ser considerados, como o sinergismo entre temperatura e pressão empregadas, o tipo de matéria-prima disponível e os equipamentos utilizados no processamento.

Em geral, as empresas nacionais utilizam o mesmo tipo de equipamento, digestores cilíndricos com camisa de vapor, sob pressão que varia de 4,0 a 4,5 kgf/cm<sup>2</sup> e o tempo de cozimento das penas variando de 30 a 45 min (HOLANDA, 2009).

Apesar de a farinha de penas apresentar elevados níveis de proteína bruta (83,30%), o coeficiente de digestibilidade aparente dessa proteína é de, aproximadamente, 68,45% (LIMA et al., 1990). Guimarães *et al* (2008) relataram um valor de 78,5% de digestibilidade aparente da proteína da farinha de penas para a tilápia. Abimorad e Carneiro (2004) e Yu *et al.* (2012), em estudos com o pacu e com o *snakehead*, observaram valores de 75,73 e 64%, respectivamente, para a digestibilidade aparente da proteína deste ingrediente.

Em comparação com outros ingredientes, esse coeficiente é considerado baixo. Um exemplo disso é o farelo de soja, com 45% de proteína bruta que apresenta um coeficiente de digestibilidade bastante elevado, 91,9% (ROSTAGNO et al., 2005).

Desta forma, tornam-se necessários mais estudos relativos ao uso deste ingrediente na formulação de rações para peixes e sua utilização pelos animais.

## **2.6 Parâmetros sanguíneos**

O estudo das características hematológicas dos peixes é uma importante ferramenta que fornece subsídios para o diagnóstico e prognóstico das condições de

saúde dos animais, além de contribuir para a melhor compreensão das condições alimentares e outros parâmetros ecológicos (TAVARES DIAS E MATAQUEIRO, 2004).

A composição do sangue reflete alterações fisiológicas no organismo, indicadas pela modificação dos parâmetros bioquímicos e hematológicos (Hrubec et al., 1997). De acordo com Hrubec et al., (2001), com base na avaliação dos parâmetros sanguíneos é possível identificar disfunções relacionadas à nutrição, à qualidade da água, à presença de toxinas e doenças, entre outros fatores.

Segundo Ranzani-Paiva, (2007), o sangue contém 90% de água que compõe o plasma e 7% de proteínas, as globulinas e albumina, importantes na manutenção da pressão oncótica. Além disso, são encontrados no sangue metabólitos como hormônios, enzimas e eletrólitos variados. Em peixes, os componentes da porção figurada do sangue (eritrócitos, leucócitos e trombócitos) ainda têm sua origem, desenvolvimento e funções pouco conhecidas, como relatam TAVARES–DIAS E MORAES, 2004.

De acordo com Silva et al. (2012), a situação metabólica dos tecidos dos peixes pode ser conhecida pela composição bioquímica do plasma sanguíneo o que, segundo Sheridan e Mommsen (1991), possibilita a avaliação no funcionamento de determinados órgãos, adaptações mediante desafios nutricionais e fisiológicos e desequilíbrios metabólicos de origem nutricional.

O eritrograma é o conjunto das análises que incluem contagem de eritrócitos, dosagem da hemoglobina, e determinação do hematócrito (ou micro-hematócrito). Dessas análises, obtêm-se os índices hematimétricos, como o Volume Corpuscular Médio e a Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (TAVARES-DIAS e MORAES, 2004). As variáveis relativas ao eritrograma permitem a identificação de anemias, enquanto o leucograma auxilia no diagnóstico de processos infecciosos e desequilíbrio homeostático (BARTON e IWAMA, 1991).

A redução da contagem de hemácias e do hematócrito é um indicativo de anemia e piora do estado de saúde do peixe (VOSYLIENÉ, 1999). A produção de eritrócitos, trombócitos e leucócitos pode sofrer redução pela deficiência de nutrientes, enquanto que a ocorrência de parasitas sanguíneos, vírus, bactérias, doenças metabólicas e intoxicações podem levar à destruição acelerada dos eritrócitos. Tavares-Dias e Moraes

(2004) relatam que o estresse pode ocasionar hemoconcentração ou hemodiluição do hematócrito.

Os índices hematimétricos demonstram o estado fisiológico do animal, sendo úteis no controle do estresse e identificação de anemias. Segundo Vosyliené (1999), em situação de estresse, os peixes podem ter o nível de cortisol no sangue aumentado, o que provoca alterações fisiometabólicas, observadas com o aumento do número de eritrócitos e da queda no Volume Corpuscular Médio.

Sendo assim, a hematologia é uma ferramenta capaz de auxiliar na identificação de estresse animal, desequilíbrio causado por alterações ambientais ou deficiências nutricionais ou pela presença de agentes infecciosos.

### 3. REFERÊNCIAS

- ABIMORAD, E.G., CARNEIRO, D.J. (2004) Métodos de Coleta de Fezes e Determinação dos Coeficientes de Digestibilidade da Fração Protéica e da Energia de Alimentos para o Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.5, p.1101-1109.
- AGBO, N.W.; ADJEI-BOATENG, D.; JAUNCEY, K. 2011. The Potential of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) By-Products as Alternative Protein Sources in the Diet of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Applied Aquaculture**, 23:4, 367-378.
- ALEXANDRE FILHO, L. **Desempenho produtivo e econômico da Tilápia do nilo (*O. niloticus*) cultivada em tanques-rede nos períodos de inverno e verão, no rio do Corvo-Paraná.** 2008, 45p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- ARANA, L.V. **Princípios químicos de qualidade de água em aqüicultura.** Florianópolis: UFSC, 1997.

- AYROZA, L.M.S. **Criação de tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, na usina hidrelétrica de Chavantes, Rio Paranapanema, SP/PR.** 2009. Tese (Doutorado) - Unesp, Jaboticabal.
- BARTON, B., IWAMA, G. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Annual Review of Fish Diseases.** 1, 3 –26. 1991.
- BELLAVER, C. Substituição parcial do farelo de soja pela farinha de vísceras de aves em dietas balanceadas com base na proteína e em aminoácidos totais ou digestíveis para frangos de corte. Revista **Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.3, p.233-240, 2001.
- BELLAVER, C. Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA 2., 2002. **Anais ...** Chapecó: ACAV-EMBRAPA, 2002. p. 6-22.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage culture.** 3ª ed. Fishing News Books Ltd, Surrey, England, 2004, 351p.
- BILIO, M.; SPREAFICO, E.; GNES, A.; BIGNAMIS, S. & GELLI, F. **Growth and feed conversion of the European eel (*Anguilla anguilla* L.) in relation to protein level and size composition.** In: Finfish nutrition and fish feed technology. Halver, J.E. y Tiews, K. Eds. Heeneman Verlag, Berlin, vol. I, 1979. pp. 525-536
- BISHOP, C.D.; ANGUS, R.A. & WATS, S.A. (1995) The use of feather meal as a replacement for fish meal in the diet of *Oreochromis niloticus* fry. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 54, p. 291-295.
- BOISEN, S. ideal dietary amino acid profiles for pigs. In: D'MELLO, J.P.F. (Ed.) Amino acid in farm animal nutrition. Wallingford: CAB International, 2003. p.157-168
- BOMFIM, M.A.D, Lanna, E.A.T., Donzele, J.L., Abreu, M.L.T, Ribeiro, F.B., Quadros, M. (2008). Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia do Nilo. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.10, p.1713-1720.

- BORGHETTI, J. R.; CANZI, C. The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. **Aquaculture**, The Netherlands, 114: 93-101.1993.
- BRASIL (2010). **Ministério da Pesca e Aquicultura. Parques Aqüícolas Continentais**. Disponível em <http://www.mpa.gov.br/#aquicultura/aguas-da-uniao/parques-aquicolas-continentais>. Acesso em 31 de maio de 2011.
- CARVALHO, J.S.O.; AZEVEDO, R.V.; RAMOS, A.P.S; BRAGA, L.G.T. 2012. Agroindustrial byproducts in diets for Nile tilapia juveniles. **R. Bras. Zootec.**, v.41, n.3, p.479-484.
- CARVALHO, E.D. **Avaliação dos impactos da piscicultura em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do alto Paraná (Tietê e Paranapanema): o pescado, a ictiofauna agregada e as condições limnológicas**. Relatório Científico (FAPESP). Botucatu, 2006. SP46p.
- CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP. 1992.189p.
- CASTAGNOLLI, N. **Aqüicultura para o ano 2000**. Brasília: CNPq, 1996. 95p.
- COLT,J.;MONTGOMERY, J.M. Aquaculture production systems. **Journal of Animal Science**, EUA, v.69,p.4183-4192,1991.
- COWEY, C.B. Amino acid requirements of fish: a critical appraisal of present values. **Aquaculture**, v.124, p.1-11, 1994.
- CYRINO, J.E.; CONTE, L.; **Tilapicultura em Gaiolas: produção e economia**. In: José Eurico Possebon Cyrino e Elisabeth Criscuolo Urbinati (Eds.). AquaCiência 2004: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, cap.12, p.151-171, 200
- DABROWSKI, K.; LEE, K.; RINCHARD, J. The smallest vertebrate, teleost fish, can utilize synthetic dipeptide-based diets. **Journal Nutrition**, v.133, p.4225-4229, 2003
- DAVIS, J. G.; MECCHI, E. P.; LINEWEAVER, H. **Processing of poultry by-products and their utilization in feeds**. In: Utilization Research Report. n 3.

Science and Education Administration, US Department of Agriculture, Washington, DC, p. 1-40, 1961.

EL-SAIDY, D.M.S.D.; SAAD, A.S. 2011. Effects of partial and complete replacement of soybean meal with cottonseed meal on growth, feed utilization and haematological indexes for mono-sex male Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. **Aquaculture Research**, 42, 351-359.

EL-SAYED, A.- F.M. **Intensive Culture**. In: Abdel-Fattah M. El-Sayed (Ed.) Tilapia Culture, London, Cap.5, p.70-94, 2006.

FAO – **Food and Agriculture Organization of the United Nations Fishery Statistical Database** (Fishstat Plus, atualizado em março/2011). Disponível em [http://www.fao.org/fishery/statistics\\_programme/3,1,1,2012](http://www.fao.org/fishery/statistics_programme/3,1,1,2012) .

FONTANELI, R.S.; PRATES, E.R.; RAMOS, P. & BARCELLOS, J.O. Suplementação da silagem de sorgo com diferentes fontes de proteína para bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia** 31(1): 183-191, 2002

FURUYA, W.M.; FURUYA, V.R.B. Nutritional innovations on amino acids supplementation in Nile tilapia diets. **R. Bras. Zootec.**, v.39, p.88-94, 2010 (supl. especial).

GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition*, v.14, p.396-404, 2008.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; HISANO, H.; ROSA, M.J.S. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápias-do Nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.12, p.2289-2298, 2009.

GRAEFF, A., MONDARDO, A. (2006) Substituição da farinha de peixes pela farinha de penas hidrolizada na alimentação da carpa comum (*Cyprinus carpio*) na fase de recria. **Revista Ceres**, 53(305):7-13.

GRAEFF, A. (1998) Efeito da substituição da proteína vegetal pelo uso de colágeno na alimentação de carpas (*Cyprinus carpio* L.). In: Simposio Brasileiro de



Aquicultura, 10° Congresso Sul-Americano de Aquicultura,1, Recife-PB. **Anais...Recife, ABRAq, p.79-91.**

HOLANDA, M.A.C. **Avaliação nutricional da farinha de penas hidrolisadas na alimentação de frangos de corte.** Dissertação - Universidade Federal Rural de Pernambuco – Recife, 2009.

HRUBREC, T.C; ROBERTSON, J.L.; SMITH, S.A. 1997. Effects of the temperature on hemmatologic and serum bichemical profiles of hybrid stripped bass (*M. chrysops x M. saxatilis*). **American Journal Veterinary Research**, 58(2):126-130.

HRUBREC, T.C; SMITH, S.A.; ROBERTSON, J.L. 2001. Age-related changes in hematologic and plasma chemistry values of hybrid stripped bass (*M. chrysops x M.saxatilis*). **Veterinary Clinical Pathology**, 30(1): 8-15.

HUGUENIN, J. The desing, operations and economics of cage culture systems. **Aquacultural Engineering**, v. 16, p.167-203, 1997.

KUBARIK, J. **Tilapia on highly flexible diets.** Feed International, v.6, p.16-18, 1997.

LABOISSIÈRE, M. **Farinhas de resíduos de abatedouros avícolas em diferentes graus de processamento em rações pré-iniciais e iniciais de frangos de corte.** Dissertação - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás – Goiânia, 2008.

LIMA, G. J. M. M.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; LAZZARETTTI, D.; CRIPPA, J. **Valores de digestibilidade e composição química e bromatológica de alguns alimentos para suínos.** EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, Concórdia-SC. CT 152 /EMBRAPA-CNPSA. p.1-3 1990.

MIDLEN, A., REDDING, T. **Environmental Management for Aquaculture.** Netherlands: Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 1998. 223p.

MORITZ, J. S.; LATSHAW, J. D. Indicators of nutritional value of hydrolyzed feather meal. **Poultry Science**. v. 80, p. 79-86, 2001.

- MOURA, C.C., DONZELE, J.L., MELLO, H.V., COSTA, P.M.A. & TAFURI, M.L. Farinha de Penas e Sangue em rações para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia** 23(06):940-948, 1994.
- NASCIMENTO, A.H. do; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. & TORRES, R.A. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinadas por diferentes metodologias para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia** 31(3): 1409-1417, 2002
- ONIFADE, A. A. A review: potentials for biotechnological applications of keratin degrading microorganisms and their enzymes for nutritional improvement of feathers and other keratins as livestock feed resources. *Bioresource Technology*, n. 66, p.1-11, 1998
- ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3ªed. Jundiaí: Eduardo A. Ono, 2003. 112p.
- PAPADOPOULOS, M. C.; EL BOUSHY, A. R.; ROODBEEN, A. E.; KETELAARS, E. H. Effect of processing time and moisture content on amino acid composition and nitrogen characteristics of feather meal. **Animal Feed Science Technology**. v.14, p.279-290, 1986.
- PEZZATO, A.C.; NARVÁEZ-SOLARTE, W.V.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; KOCH, J.F.A.; JUNIOR, A.C.F. 2012. Avaliação nutricional, em tilápias-do-Nilo, de farinhas de sangue bovino obtidas por três métodos de processamento. **R. Bras. Zootec.**, v.41, n.3, p.491-500.
- PEZZATO, L.E., MIRANDA, E.C., BARROS, M.M., PINTO, L.G.Q., FURUYA, W.M. & PEZZATO, A.C. (2002) Digestibilidade aparente de ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 31(04): 1595-1604.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.; **Nutrição de peixes**. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Editores). Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática: Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce. São Paulo, cap.05, p.75-169, 2004.

- PORTZ, L. **Utilização de diferentes fontes protéicas em dietas formuladas pelo conceito de proteína ideal para o “Black Bass” (*Micropterus salmoides*)**. 2001a. 111f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- PROENÇA, C.E.M.; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA, 1994.196p.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T. He matologia como ferramenta para avaliação da saúde de peixes. In: 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, 2007. **Anais... 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes**. Botucatu, São Paulo. Universidade Estadual Paulista, 74p. 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F. T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D. C. ; BARRETO, S.L.T. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186 p.
- SCAPIM, M. R. S; LOURES, E. G.; ROSTAGNO, H. S.; CECOM, P. R.; SCAPIM, C. A. Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v.25, n.1, p.91-98, 2003.
- SCHMITTOU, H.R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume**. Tradução de Eduardo Ono. ASA - Associação Americana de Soja. Editado por Silvio Romero Coelho, Mogiana Alimentos S.A., 1995, 78p.
- SCORVO FILHO, J.D.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.;ALVES, J.M.C.; SOUZA, F.R.A. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.112-118, 2010
- SHERIDAN, M. A., MOMMSEN, T. P. Effects of nutritional state on in vivo lipid and carbohydrate metabolism of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Gen. Comp. Endocrinol.*,v. 81, p. 473-483, 1991.
- SILVA, A.S.E.; LIMA, J.T.A.X.; BLANCO, B.S. 2012. Hematologia em peixes (Revisão bibliográfica). **Revista Centauro**, Versão On-line, v.3, n.1, p24 - 32.

- SILVA, A.L.N. da; SIQUEIRA, A. T. **Piscicultura em tanques-rede: princípios básicos**. Recife: SUDENE:UFRPE- Imprensa Universitária, 1997, 72p.
- SILVA, J.R. **Análise da viabilidade econômica da produção de peixes em tanques-rede no reservatório de Itaipu**. Santa Maria – RS, 2008. 142p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Maria.
- TACON, A.G.J.; HALWART, M. **Cage aquaculture: a global overview**. In M. Halwart, D. Soto and J.R. Arthur (Editors). Cage aquaculture – Regional reviews and global overview, pp. 1–16. FAO Fisheries Technical Paper. No. 498. Rome, FAO. 2007. 241p.
- TARDIVO, T.F. **Manejo alimentar e retorno econômico de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada em tanques-rede, no período de inverno, no rio do Corvo-Paraná**. 2011. Dissertação (Zootecnia) -Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.
- TORREZ, W.V. **Nutrición y alimentación de peces**. In: GOMEZ, H.R.; DAZA, P.V.; AVILA, M.C.C. In: Fundamentos de Acuicultura Continental. Bogotá: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, cap.V. p. 125-145. 2001.
- TAVARES-DIAS, M.; MATAQUEIRO, M.I. 2004. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (*Osteichthyes:Characidae*) oriundos de cultivo intensivo. I Congresso da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Vitória, Espírito Santo, p.260.
- TAVARES-DIAS, M., MORAES, F. R. Hematologia de peixes teleósteos. Ed. Eletrônica e Arte Final. Ribeirão Preto-SP. 144 páginas, 2004.
- VALENTI, W.C. **Aqüicultura no Brasil; bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000, 399p.
- VOSYLIENÉ, M.Z., The effects of heavy metals on haematological indices of fish (Survey). Acta Zoologica Lituanica. v. 9, p.76-82, 1999.
- YAMAMOTO, T.; SUGITA, T.; FURUITA, H. Essential amino acid supplementation to fish meal-based diets with low protein to energy ratios improves the protein

utilization in juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.246, n.1-4, p.379-391, 2005.

YU, H., ZHANG, Q., CAO, H., WANG, X., HUANG, G., ZHANG, B., FAN, J.J., LIU, S., LI, W., CUI, Y. (2012) Apparent digestibility coefficients of select feed ingredients for juvenile snakehead, *Ophiocephalus argus*. **Aquaculture Nutrition**.

ZANIBONI FILHO, E.; NUÑER, A.P.O.; GUERESCHI, R. M.; HERMES-SILVA, S. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, v. único. p.57-80, 2005.

#### 4. FARINHA DE PENAS EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO

#### 5. INTRODUÇÃO

A piscicultura é a atividade da produção animal que apresenta maior crescimento no Brasil. Com a expansão da atividade, houve uma tendência à intensificação dos sistemas de produção e evolução das tecnologias utilizadas, o que aumentou a demanda por rações balanceadas que permitam a elevada densidade de estocagem de peixes. As rações têm evoluído muito no Brasil, existindo, entretanto, a necessidade de rações de boa qualidade e preço acessível. Alimentos ricos em proteínas são geralmente mais caros que aqueles que as possuem em menor quantidade (GRAEFF E MONDARDO 2006).

A farinha de peixe é uma das principais fontes de proteína utilizadas na piscicultura pelo seu ótimo valor nutricional com bom perfil de aminoácidos essenciais (PEZZATO et al., 2002). Entretanto, a redução na produção mundial deste produto, decorrente da sobre exploração dos estoques pesqueiros marinhos, e o aumento na demanda pelas fábricas de rações têm aumentado o custo deste ingrediente, onerando os custos de produção em sistemas aquícolas intensivos (FARIA et al., 2001). Dessa forma, alimentos alternativos vêm sendo avaliados em rações para várias espécies de peixes, buscando atender suas exigências nutricionais com menor custo (BOSCOLO et al., 2002; FINKLER et al., 2010; BISHOP et al., 1995; GRAEFF, 1998; GRAEFF E MONDARDO, 2006).

Dentre as fontes alternativas de proteína de origem animal testadas para peixes, está a farinha de penas. Entre vários estudos da sua utilização na piscicultura destacam-se os realizados com carpa (*Cyprinus carpio*) (GRAEFF E MONDARDO, 2006), com tilápias (BISHOP et al., 1995; PEZZATO et al., 2002) e com enguia (*Anguilla Anguilla*) (BILIO et al., 1979).

As farinhas obtidas do abate e processamento de aves em geral apresentam elevado teor de proteína, sendo utilizadas como fonte proteica em substituição aos farelos, principalmente em rações para monogástricos (MOURA et al. 1994). As penas correspondem a cerca de 7% do peso de abate das aves, resultando em grande disponibilidade de farinha no mercado (GRAEFF E MONDARDO, 2006).

Apesar de a farinha de penas ser uma fonte abundante de proteínas, existem limitações para sua utilização em dietas para peixes em razão da sua baixa digestibilidade, baixo valor biológico e da deficiência de aminoácidos essenciais como a metionina, lisina e triptofano (GUIMARÃES et al., 2008). O conteúdo dos aminoácidos deste alimento é variável, dependendo de fatores como idade dos animais e o tipo de processamento, que pode destruir estes pelo calor. (PAPADOPOULUS et al., 1986; DALEV et al., 1997).

Além disso, a maior parte da proteína da farinha de penas é constituída por queratina, uma proteína insolúvel, pela sua estrutura rígida, estável e resistente à quebra por enzimas proteolíticas. A exigência em proteína para peixes não é propriamente em teor de proteína total da dieta, mas em quantidades e proporções de aminoácidos para a deposição de músculo e formação de proteínas corporais essenciais ao metabolismo, como enzimas, hormônios, neurotransmissores e células de defesa (WILSON, 2002).

O uso de aminoácidos industriais em rações para peixes tem ganhado importância em estudos recentes, em virtude da utilização de alimentos proteicos alternativos à farinha de peixe que podem apresentar deficiência em alguns aminoácidos, como a farinha de penas. A suplementação dos aminoácidos visa maximizar a utilização da proteína, mantendo a taxa de absorção contínua para prevenir desbalanços de aminoácidos (FURUYA et al., 2010).

Normalmente, as rações são formuladas para atender às exigências em proteína dos peixes, o que tem elevado o teor de nitrogênio excretado no meio ambiente, já que estas rações contêm elevados níveis de aminoácidos não limitantes (BOMFIM, 2008). Por esse motivo, estudos recentes têm sido realizados com o intuito de reduzir a concentração de proteína utilizando aminoácidos sintéticos para balancear as dietas (BOISEN 2003; LANNA et al., 2005; YAMAMOTO et al., 2005).

Sendo a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) uma das espécies de maior importância econômica no país, tornam-se importantes os estudos relativos ao uso de alimentos alternativos em conjunto com a suplementação de aminoácidos para obterem-se melhores condições de desempenho dos animais, bem como vantagens econômicas e de conservação ambiental (FURUYA et al., 2010).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inclusão da farinha de penas em dietas com e sem suplementação de aminoácidos sobre o desempenho, composição centesimal, parâmetros hematológicos e custos de alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

## 6. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de 28 de janeiro a 04 de abril de 2012, totalizando 65 dias, e foi realizado no Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias do rio Iguaçu – CDT Iguaçu, localizado no município de Boa Vista da Aparecida – PR.

Foram utilizados 1.400 alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* com peso inicial médio de  $4,98 \pm 0,08$  g distribuídos em 28 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>, sendo a unidade experimental composta por um tanque-rede com 50 peixes. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial de 3x2, sendo três níveis de inclusão de farinha de pena hidrolisada (8, 16 e 24%) e dois grupos, um deles suplementado com aminoácidos sintéticos e o outro não. Os aminoácidos suplementados foram a L-lisina, DL-metionina e L-triptofano. Além disso, foi utilizado um tratamento controle, sem a inclusão de farinha de pena e suplementação de aminoácidos, totalizando sete tratamentos com quatro repetições.

As rações foram formuladas de modo a serem isoproteicas e isoenergéticas (Tabela 1) e foram submetidas ao processo de extrusão na fábrica experimental da Unioeste/GEMAq. A composição química das rações e da farinha de penas é mostrada na Tabela 2. O arraçoamento foi realizado seis vezes ao dia, às 8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h.

Tabela 1: Composição percentual e química calculada das dietas experimentais.

Ingredientes (g/kg)	Níveis de farinha de penas (g/kg)
---------------------	-----------------------------------



	0	80	160	240	80*	160*	240*
Quirera de arroz	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00
Farinha de penas	0,00	80,00	160,00	240,00	80,00	160,00	240,00
Milho	100,00	141,60	183,20	224,76	135,80	187,50	240,84
Farelo de trigo	130,63	137,10	143,50	150,00	149,00	150,00	150,00
Fosfato bicálcico	12,06	18,40	24,60	30,88	18,10	24,70	31,49
Farelo de soja	347,56	253,00	158,60	64,26	245,10	142,40	38,80
L-lisina HCL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	5,20	8,57
Premix**	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de soja	0,00	8,70	17,40	26,05	8,20	15,90	23,42
Calcário	0,00	1,60	3,20	4,84	1,70	3,20	4,65
Sal comum	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
DL-metionina	0,30	0,00	0,00	0,00	0,90	1,60	2,22
Antifúngico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L-triptofano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,83
Antioxidante	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L-treonina	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farinha de vísceras	150,00	100,00	50,00	0,00	100,00	50,00	0,00
<b>Nutrientes (g/kg)</b>							
Cálcio	11,08	11,07	11,03	11,00	11,00	11,00	11,00
Energia digestível (Mcal/kg)	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15
Fibra bruta	37,48	33,20	28,90	24,62	33,70	28,60	33,40
Fósforo total	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Gordura	31,98	38,67	45,33	51,96	38,30	44,00	49,55
Lisina total	16,30	14,30	11,57	9,25	15,30	15,30	15,30
Metionina total	5,20	4,50	3,80	3,14	5,20	5,20	5,20
Proteína digestível	264,52	254,63	241,47	234,85	252,20	239,10	226,00
Proteína bruta	297,30	297,30	297,30	297,30	297,30	297,30	297,30
Treonina total	11,80	12,07	12,33	12,59	11,80	12,00	12,18
Triptofano	3,65	3,27	2,63	2,62	3,30	3,00	3,00

\*Suplementação com aminoácidos sintéticos. \*\*Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D3 - 250.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K3 - 500 mg; vit. B1 - 1.500 mg; vit. B2 - 1.500 mg; vit. B6 - 1.500 mg; vit. B12 - 4.000 mg; ác. fólico - 500 mg; pantotenato Ca - 4.000 mg; vit. C - 10.000 mg; biotina - 10 mg; Inositol - 1.000; nicotinamida - 7.000; colina - 10.000 mg; Co - 10 mg; Cu - 1.000 mg; Fe - 5.000 mg; I - 200 mg; Mn - 1500 mg; Se - 30 mg; Zn - 9.000 mg.

Tabela 2. Composição química das rações experimentais e da farinha de penas.

% matéria natural	Rações							Farinha de Penas
	A	B	C	D	E	F	G	
PB	32,36	32,00	32,32	32,97	33,27	32,40	31,24	83,35
EE	1,65	2,36	2,63	3,84	3,83	3,55	3,60	5,49
MM	6,67	6,26	5,26	3,24	6,40	5,87	5,56	3,12

PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral

O monitoramento da qualidade da água de cultivo foi realizado por meio de medições "in situ" da temperatura da água diariamente, e do oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez e pH quinzenalmente, através de potenciômetros portáteis Hanna Instruments®. As médias dos parâmetros físicos e químicos da água durante o experimento foram de  $26 \pm 0,84^\circ\text{C}$ ,  $5,48 \pm 0,32 \text{ mgO}_2\text{D}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $7,79 \pm 0,32$  e  $61,2 \pm 7,64 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  para temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica, respectivamente, mantendo-se dentro dos limites recomendados por Boyd (1990), para peixes de águas tropicais.

Ao final do período experimental, os animais permaneceram em jejum por 24h. Posteriormente, foram coletados dois peixes de cada unidade experimental para a coleta de sangue. Para tanto, os animais foram anestesiados com benzocaína a  $190 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  (OKAMURA et al., 2010) e, em seguida, por punção caudal, foram coletados com o auxílio de uma seringa descartável contendo EDTA (10%), 2 mL de sangue de cada animal. Essa alíquota foi destinada à contagem do número de eritrócitos em câmara de Neubauer em microscópio óptico com objetiva de 40 vezes após a diluição do sangue com líquido de Hayem (COLLIER, 1944). As determinações de hemoglobina e hematócrito foram realizadas, segundo metodologia, descrita por Collier (1944) e Goldenfarb et al. (1971), respectivamente.

Com os valores obtidos da contagem de eritrócitos, hematócrito e taxa de hemoglobina foram calculados os índices hematimétricos absolutos, segundo Wintrobe (1934): volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM). O valor de VCM ( $\mu^3$ ) é dado por  $[(\text{hematócrito} \times 10)]/\text{eritrócitos}$ , e o valor de CHCM ( $\text{g dL}^{-1}$ ) é dado por  $[(\text{hemoglobina} \times 100)]/\text{hematócrito}$ .

Em seguida, foram coletados todos os peixes dos tanques-rede, sendo anestesiados com benzocaína a  $190 \text{ mg.L}^{-1}$  (OKAMURA *et al.*, 2010) para contagem e avaliação dos índices produtivos de peso final, comprimento final, ganho de peso, conversão alimentar, eficiência alimentar, sobrevivência e fator de condição. O fator de condição foi obtido conforme a fórmula:  $FC = [\text{Peso}/(\text{Comprimento total}^3) \times 100]$ .

Posteriormente, foram retirados aleatoriamente 15 peixes de cada tanque, sendo cinco peixes utilizados para a tomada das mediadas do peso do fígado e peso da gordura visceral, e dez peixes para a análise de composição química. Para isso, os peixes foram eutanaziados com  $250 \text{ mg.L}^{-1}$  de benzocaína (GOMES *et al.*, 2009), acondicionados em caixa com gelo e transportados ao Laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste/Campus de Toledo.

Foram calculados o índice hepatossomático [IHS = (peso do fígado/peso do peixe) x (100)] e o índice de gordura visceral [IGV = (peso da gordura intraperitoneal/peso do peixe) x (100)].

Os peixes foram moídos inteiros para a realização das análises de composição química, segundo metodologia descrita na AOAC (2000), avaliados os teores de umidade (UM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM).

A partir do percentual de proteína da dieta e do ganho de peso e consumo de ração foi calculada a taxa de eficiência proteica dos peixes [TEP = ((ganho de peso/(consumo de ração x % proteína bruta da dieta)) x 100)].

Os cálculos de custo da ração por quilo de peixe produzido compreendem o custo da ração formulada multiplicado pela conversão alimentar. Os valores dos ingredientes foram obtidos nos mercados locais, considerando-se a variação dos preços nos meses de janeiro, agosto e dezembro.

Os dados foram submetidos à análise de variância bifatorial (ANOVA) a 5% de significância para experimento em arranjo fatorial, verificando a interação entre o nível de inclusão de farinha de pena e a suplementação com aminoácidos sintéticos. Quando observada a interação significativa, foi aplicado o Teste de Tukey a 5% de significância para comparações entre médias. O Teste de Dunnett a 5% de significância foi aplicado para comparação do tratamento controle com os demais tratamentos. Para a realização destas análises, utilizou-se o programa estatístico *Statistica*<sup>®</sup> versão 7.1.

## **7. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 Desempenho produtivo e parâmetros corporais**

Os níveis de inclusão de FP em dietas com e sem suplementação com AAs sintéticos influenciou ( $p < 0,05$ ) nos parâmetros de desempenho produtivo e parâmetros corporais dos peixes, exceto na SO, IHS e FC (Tabelas 3 e 4).

O crescimento em comprimento dos animais alimentados com 24% de inclusão de FP sem suplementação foi inferior ao observado nos animais que receberam os demais tratamentos, sendo que estes não diferiram entre si e nem em relação ao controle.

As médias de PF e GP foram influenciadas pelas diferentes dietas fornecidas, e os melhores resultados foram observados nos peixes que receberam as dietas contendo 8% de inclusão de FP, com ou sem suplementação de AAs sintéticos, não diferindo do tratamento controle.

Os valores médios de CAA e TEP diferiram apenas em relação aos animais alimentados com dietas contendo 24% de inclusão de FP sem suplementação de AAs sintéticos, e estes parâmetros não foram significativamente diferentes dos demais tratamentos ou em relação ao tratamento controle.

Tabela 3. Médias dos parâmetros de desempenho produtivo e parâmetros corporais das tilápias alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas em dietas com e sem suplementação com aminoácidos sintéticos.

Tratamentos		Variáveis									
% FP	Suplementação	PI	PF	CT	GP	CA	SO	IHS	IGV	FC	TEP
8	Não	5,00±0,07	53,64±3,25 <sup>ab</sup>	14,12±0,10 <sup>a</sup>	48,64±3,22 <sup>ab</sup>	1,37±0,22 <sup>a</sup>	96,5±2,52	2,16±0,44	3,90±0,85 <sup>b</sup>	0,02±0,00	2,32±0,33 <sup>a</sup>
16	Não	4,97±0,08	44,58±1,42 <sup>bc</sup>	13,34±0,25 <sup>a</sup>	39,61±1,34 <sup>bc</sup>	1,55±0,11 <sup>ab</sup>	90±6,93	2,58±0,24	3,63±0,51 <sup>b</sup>	0,02±0,00	2,00±0,13 <sup>ab</sup>
24	Não	5,00±0,06	29,54±3,13 <sup>d</sup>	11,54±0,38 <sup>b</sup>	24,54±3,17 <sup>d</sup>	1,89±0,26 <sup>b</sup>	94,5±2,52	1,95±0,74	3,97±1,24 <sup>b</sup>	0,02±0,00	1,56±0,33 <sup>b</sup>
8	Sim	4,98±0,11	57,00±7,26 <sup>a</sup>	13,91±0,45 <sup>a</sup>	52,01±7,21 <sup>a</sup>	1,16±0,17 <sup>a</sup>	93±3,46	2,25±0,61	2,92±0,66 <sup>a</sup>	0,02±0,00	2,62±0,40 <sup>a</sup>
16	Sim	4,95±0,06	47,02±4,62 <sup>bc</sup>	13,55±0,47 <sup>a</sup>	42,07±4,63 <sup>bc</sup>	1,2±0,07 <sup>a</sup>	94,5±4,12	2,35±0,87	2,16±0,91 <sup>a</sup>	0,02±0,00	2,36±0,46 <sup>a</sup>
24	Sim	4,93±0,10	43,17±2,63 <sup>c</sup>	13,40±0,36 <sup>a</sup>	38,19±2,60 <sup>c</sup>	1,33±0,15 <sup>a</sup>	93,5±5,51	2,89±0,15	3,15±0,40 <sup>a</sup>	0,02±0,00	2,43±0,25 <sup>a</sup>
Análise de variância (valor de P)											
FP		ns	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	ns	ns	ns	ns	0,03
Sup		ns	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	ns	ns	0,01	ns	<0,01
FP x Sup		ns	0,02	<0,01	0,02	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Dados expressos em média ± desvio-padrão. ns= não significativo. Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FP = farinha de penas; PI = Peso inicial; PF = Peso final; CT = Comprimento total; GP = Ganho de peso; CA = Conversão alimentar; SO = Sobrevivência; IHS = Índice hepato-somático; IGV = Índice de gordura visceral; FC = Fator de condição; TEP = Taxa de eficiência proteica.

Tabela 4. Médias dos parâmetros de desempenho produtivo e parâmetros corporais das tilápias alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas em dietas com e sem suplementação com aminoácidos sintéticos comparadas com o tratamento controle.

Tratamentos	Variáveis									
	PI	PF	CT	GP	CA	SO	IHS	IGV	FC	TEP
Controle	4,93±0,11	51,35±1,88	13,80±0,37	46,42±1,83	1,37±0,18	92,5±1,00	1,89±0,44	1,92±0,16	0,02±0,00	2,16±0,48
8	5,00±0,07	53,64±3,25	14,12±0,10	48,64±3,22	1,37±0,22	96,5±2,52	2,16±0,44	3,90±0,85*	0,02±0,00	2,32±0,33
16	4,97±0,08	44,58±1,42	13,34±0,25	39,61±1,34	1,55±0,11	90,0±6,93	2,58±0,24	3,63±0,51*	0,02±0,00	2,00±0,13
24	5,00±0,06	29,54±3,13*	11,54±0,38*	24,54±3,17*	1,89±0,26*	94,5±2,52	1,95±0,74	3,97±1,24*	0,02±0,00	1,56±0,33
8 **	4,98±0,11	57,00±7,26	13,91±0,45	52,01±7,21	1,16±0,17	93,0±3,46	2,25±0,61	2,92±0,66	0,02±0,00	2,62±0,40
16 **	4,95±0,06	47,02±4,62	13,55±0,47	42,07±4,63	1,20±0,07	94,5±4,12	2,35±0,87	2,16±0,91	0,02±0,00	2,36±0,46
24 **	4,93±0,10	43,17±2,63*	13,40±0,36	38,19±2,60*	1,33±0,15	93,5±5,51	2,89±0,15	3,15±0,40	0,02±0,00	2,43±0,25
P	ns	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	ns	ns	<0,01	0,02	0,01

\*\* Suplementação com aminoácidos sintéticos. Dados expressos em média ± desvio-padrão. ns= não significativo. Médias seguidas por asterisco (\*) diferem do tratamento controle pelo Teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Estudos com a digestibilidade da farinha de penas e sua utilização em dietas para diversas espécies de peixes vêm sendo realizados, demonstrando a viabilidade desde alimento para a formulação de rações balanceadas que proporcionam o desempenho satisfatório dos animais (ABIMORAD E CARNEIRO, 2004; BILIO et al. 1979; GUIMARÃES et al. 2008; PEZZATO et al., 2002; YU et al., 2012)

Bishop et al. (1995), avaliando a substituição da farinha de peixe pela FP em dietas para a tilápia do Nilo sem utilizar suplementação de aminoácidos, concluíram que a substituição de até 66% (9,9% do total da dieta) é viável, entretanto, a substituição total (15% do total da dieta) causa prejuízos no ganho de peso. Este resultado corrobora com os resultados do presente estudo, em que níveis acima de 8% de FP prejudicam o desempenho dos animais.

Li et al. (2011) também relataram resultados positivos com a utilização da FP em dietas para a garoupa *Epinephelus malabaricus* substituindo até 25% da farinha de peixes por uma mistura de farinha de carne e ossos, farinha de resíduos de aves e farinha de penas, sem prejudicar o desempenho dos animais.

Por outro lado, Wang et al. (2006) testaram dietas para juvenis de “cuneate drum” *Nibea miichthioides* utilizando a FP para substituição de 10 e 30% da farinha de peixe, observando menor crescimento específico e peso final em relação ao tratamento controle, sem inclusão da farinha de penas.

Um estudo com dietas contendo diferentes fontes de proteína animal em substituição parcial à farinha de peixe para juvenis de tilápia híbrida (*O. niloticus* x *O. mossambicus*) demonstrou que a farinha de penas tratada com enzimas oferece melhor desempenho produtivo e utilização dos nutrientes do que a farinha de penas hidrolisada, e para a última, a mistura de farinha de soja favorece o crescimento dos animais (FASAKIN et al., 2005).

Em estudos com a truta arco-íris, Poppi et al. (2011) mostraram que dietas com inclusão de 18% de FP apresentam deficiência em alguns AAs essenciais, podendo se obter melhor ganho de peso com a suplementação das dietas com aminoácidos sintéticos.

No presente estudo, as dietas contendo níveis de inclusão de FP de 16 e 24% sem suplementação com AAs não atenderam às exigências da espécie para a lisina e

triptofano, que é de 1,53 e 0,3%, respectivamente, de acordo com BOMFIM et al. (2010) e SANTIAGO E LOVELL (1988), enquanto que as dietas com 8, 16 e 24% de FP sem suplementação não apresentaram o nível de metionina exigido pela tilápia, de 0,52%, segundo FURUYA et al.(2004).

Os peixes têm uma exigência contínua de aminoácidos pelo seu organismo, sendo essencial a ingestão regular de uma adequada proporção destes, necessária para a síntese proteica que garante o crescimento e manutenção de tecidos e órgãos (PORTZ, 2001). Um balanço inadequado de aminoácidos na dieta resulta na piora dos parâmetros produtivos dos peixes (MILLWARD, 1989), como redução do crescimento e elevado índice de conversão alimentar.

Segundo Gonçalves et al. (2009), dietas com um balanceamento ideal do nível de proteína proporcionam a melhor utilização da fração proteica pelos peixes, e o emprego de aminoácidos sintéticos como a lisina, metionina, treonina e triptofano, considerados mais limitantes para as rações, permite o balanceamento das dietas formuladas.

Graeff e Mondardo (2006) usaram a FP em substituição à farinha de peixe, suplementando as dietas com metionina, lisina e histidina à medida que aumentava o nível de inclusão da FP, concluindo que, para carpa comum *Cyprinus carpio*, é possível substituir 100% da farinha de peixe por FP com a suplementação, sem prejuízos no desempenho e sobrevivência dos animais.

Xue et al. (2012) demonstraram que é possível a substituição de 100% da farinha de peixe por uma mistura de fontes proteicas de origem animal, incluindo FP (200 g/kg de dieta), com suplementação de AAs sintéticos em dietas para o esturjão *Acipenser baerii* sem prejuízos no desempenho dos animais. Para juvenis da mesma espécie, Zhu et al. (2011) relataram que a substituição da farinha de peixe por uma mistura de fontes proteicas de origem animal, incluindo FP, pode ser de 50% utilizando AAs sintéticos para balancear a dieta, obtendo-se melhor ganho de peso dos animais.

O índice hepatossomático neste estudo variou de 1,95 a 2,89%, valores semelhantes aos relatados por Gonçalves et al. (2009), quando avaliaram dietas para a tilápia do Nilo com 3.000 kcal/kg de energia e 22 a 26% de proteína digestível utilizando o conceito de proteína ideal.



Os diferentes níveis de inclusão de FP em dietas para tilápias do Nilo não afetaram as médias do IGV dos animais, entretanto, a suplementação com AAs sintéticos proporcionou resultados significativamente melhores, evidenciando menor deposição de gordura em relação aos animais que receberam dietas não suplementadas e em relação ao tratamento controle.

Gonçalves et al. (2009), avaliando dietas para a tilápia do Nilo, relataram uma variação de 7,3 a 9,05% de gordura visceral nas dietas com 3.000 kcal/kg de energia e 22 a 26% de proteína digestível, valores superiores aos observados neste estudo, de 2,1 a 3,9%.

Pode-se constatar pelos resultados do presente estudo que a inclusão de 8% de FP em dietas suplementadas ou não com aminoácidos sintéticos proporcionam melhor desempenho produtivo das tilápias do Nilo cultivadas em tanques-rede.

## **6.2 Parâmetros hematológicos**

Os dados da contagem total de eritrócitos (Erit), hematócrito (Hct), taxa de hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) estão dispostos na Tabela 5. Foram observadas diferenças significativas para o Hct e para a Hb, sendo que os valores de Erit, VCM e CHCM não foram afetados pelos tratamentos.

O Hct dos peixes do tratamento com 24% de FP sem suplementação de AAs foi inferior ao tratamento controle e aos tratamentos com 24% de FP com suplementação de AAs e 8% de FP sem suplementação. Este parâmetro indica o percentual de hemácias no sangue é o índice do eritrograma com menor coeficiente de variação, sendo bom indicador dos efeitos das condições ambientais em que os peixes se encontram (TAVARES-DIAS & MORAES, 2003). Os valores do percentual de hematócrito dos animais verificados no presente estudo corroboram com os valores relatados por Feldman (2000), que variaram de 27% a 47%, e Hrubec et al. (2000), de 27 a 37%.

Tabela 5. Valores médios de contagem total de eritrócitos (Erit), hematócrito (Hct), taxa de hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) dos peixes alimentados com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas com e sem suplementação de aminoácidos sintéticos.

Tratamento		Parâmetros					
% FP	Suplementação	Hct%	Erit $\times 10^6 \mu\text{L}$	Hb g dL <sup>-1</sup>	VCM $\mu^3$	CHCM g dL <sup>-1</sup>	
8	não	35,50 $\pm$ 2,65 <sup>a</sup>	1,87 $\pm$ 0,11	5,18 $\pm$ 1,21 <sup>ab</sup>	189,52 $\pm$ 10,00	14,81 $\pm$ 4,62	
16	não	35,00 $\pm$ 2,29 <sup>ab</sup>	1,87 $\pm$ 0,07	6,43 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>	186,99 $\pm$ 13,84	18,39 $\pm$ 0,56	
24	não	28,17 $\pm$ 3,55 <sup>b</sup>	1,92 $\pm$ 0,15	4,22 $\pm$ 0,42 <sup>b</sup>	147,99 $\pm$ 30,43	15,01 $\pm$ 0,90	
8	sim	35,17 $\pm$ 2,75 <sup>ab</sup>	1,98 $\pm$ 0,05	5,92 $\pm$ 0,34 <sup>ab</sup>	177,76 $\pm$ 15,94	16,95 $\pm$ 2,30	
16	sim	32,17 $\pm$ 1,26 <sup>ab</sup>	1,92 $\pm$ 0,16	5,61 $\pm$ 0,53 <sup>ab</sup>	160,86 $\pm$ 28,53	17,44 $\pm$ 1,39	
24	sim	35,33 $\pm$ 2,36 <sup>a</sup>	1,88 $\pm$ 0,20	6,97 $\pm$ 0,91 <sup>a</sup>	188,51 $\pm$ 16,43	18,51 $\pm$ 4,16	
	P <sub>FP</sub>	0,09	0,92	0,46	0,45	0,47	
	P <sub>sup</sub>	0,29	0,53	0,02	0,92	0,25	
	P <sub>int</sub>	0,01	0,63	<0,01	0,03	0,39	

Tabela 6. Valores médios de contagem total de eritrócitos (Erit), hematócrito (Hct), taxa de hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) dos peixes alimentados com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas com e sem suplementação de aminoácidos sintéticos.

Trat	Hct%	Erit $\times 10^6 \mu\text{L}$	Hb g dL <sup>-1</sup>	VCM $\mu^3$	CHCM g dL <sup>-1</sup>
Controle	35,17 $\pm$ 3,33	1,91 $\pm$ 0,18	7,78 $\pm$ 1,04	184,12 $\pm$ 9,31	20,09 $\pm$ 3,29
8	35,5 $\pm$ 2,65	1,87 $\pm$ 0,11	5,18 $\pm$ 1,21*	189,52 $\pm$ 10,00	14,81 $\pm$ 4,62
16	35 $\pm$ 2,29	1,87 $\pm$ 0,07	6,43 $\pm$ 0,40	186,99 $\pm$ 13,84	18,39 $\pm$ 0,56
24	28,17 $\pm$ 3,55*	1,92 $\pm$ 0,15	4,22 $\pm$ 0,42*	147,99 $\pm$ 30,43	15,01 $\pm$ 0,90
8*	35,17 $\pm$ 2,75	1,98 $\pm$ 0,05	5,92 $\pm$ 0,34*	177,76 $\pm$ 15,94	16,95 $\pm$ 2,30
16*	32,17 $\pm$ 1,26	1,92 $\pm$ 0,16	5,61 $\pm$ 0,53*	160,86 $\pm$ 28,53	17,44 $\pm$ 1,39
24*	35,33 $\pm$ 2,36	1,88 $\pm$ 0,20	6,97 $\pm$ 0,91	188,51 $\pm$ 16,43	18,51 $\pm$ 4,16
p	0,03	0,96	<0,01	0,12	0,3

A taxa de hemoglobina dos peixes do tratamento com 16% de FP não suplementado e 24% de FP suplementado com AAs foi superior ao tratamento com 24% de FP não suplementado e ao tratamento controle, não diferindo dos demais tratamentos. A variação da taxa de hemoglobina no presente estudo foi de 4,22 a 7,78 g dL<sup>-1</sup>, estando abaixo dos valores descritos por Hubrec et al. (2000), que apresentaram valores 7,0 a 9,8 g dL<sup>-1</sup> ao avaliarem intervalos de referencia para tilápias. Tavares–Dias & Faustino (1998) observaram valores próximos aos do presente estudo, de 5,4 a

12,7 g dL<sup>-1</sup>. Segundo Feldman (2000), a concentração de hemoglobina em peixes é mais baixa quando comparada com mamíferos, apresentando uma variação 5 a 10 g dL<sup>-1</sup>.

Os parâmetros avaliados no experimento variaram dentro da faixa considerada normal para a Tilápia em estado de higidez, segundo Tavares-Dias & Moraes (2004). A contagem total de eritrócitos apresentou valores considerados normais para espécie, variando de 1,87 a 1,98 10<sup>6</sup> μL. Estes valores são próximos aos obtidos por Araújo *et al.* (2011) que avaliaram óleos vegetais em dietas para tilápias do Nilo (1,95 a 2,27 × 10<sup>3</sup> μL<sup>-1</sup>) e por Jerônimo *et al.* (2011) que estudaram a influência sazonal sobre os parâmetros hematológicos da mesma espécie (1,30 a 2,54 × 10<sup>3</sup> μL<sup>-1</sup>).

Os valores de VCM e CHCM observados no presente experimento corroboram com os valores encontrados por Tavares-Dias & Moraes (2004) e Hrubec *et al.* (2000) para a tilápia, que relataram uma variação de 115 a 183 μL<sup>-1</sup> para VCM e 17 a 40 g dL<sup>-1</sup> para CHCM, respectivamente.

Como pode ser constatado, apesar das variações de alguns parâmetros hematológicos serem significativas entre os tratamentos, os resultados permanecem dentro da normalidade relatada na literatura, possivelmente pelo fato de não haver deficiência de nenhum nutriente que atua diretamente na produção de células sanguíneas, indicando que todas as dietas atenderam às exigências da espécie, considerando-se o estágio de desenvolvimento.

### **6.3 Composição química da carcaça**

Os parâmetros de composição química dos peixes de cada tratamento apresentados nas Tabelas 5 e 6 demonstram que houve diferenças significativas (p<0,05) entre as médias dos teores de PB e EE em relação ao tratamento controle. Os teores de UM e MM dos peixes não foram afetados pelos tratamentos.

Os peixes do tratamento controle apresentaram maior teor de PB em relação àqueles alimentados com dietas contendo 24% de inclusão de FP e sem suplementação de AAs, não diferindo dos demais tratamentos.

Tabela 7. Valores médios da composição química dos peixes inteiros alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas em dietas com e sem suplementação com aminoácidos sintéticos.

Tratamentos		Variáveis			
% FP	Suplementação	UM	PB	EE	MM
8	não	71,54±0,97	14,48±0,52	10,13±0,64	3,35±1,16
16	não	71,41±1,27	13,42±0,29	10,44±0,93	3,09±0,91
24	não	69,93±1,47	12,39±0,99	11,53±1,15	3,59±0,65
8	Sim	72,88±1,55	13,96±1,34	9,33±1,68	3,12±0,92
16	Sim	70,94±1,01	14,12±1,28	10,27±0,85	3,43±1,10
24	sim	71,43±1,81	13,75±0,16	10,54±1,18	4,81±1,70

Análise de variância (valor de

P)

FP	ns	ns	ns	ns
Sup	ns	ns	ns	ns
FP x Sup	ns	ns	ns	ns

Dados expressos em média ± desvio-padrão. ns= não significativo. FP = farinha de penas; UM = umidade; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral.

Tabela 8. Valores médios da composição química dos peixes inteiros alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas em dietas com e sem suplementação com aminoácidos sintéticos comparados com o tratamento controle.

Trat	UM	PB	EE	MM
Controle	72,63±2,45	14,88±0,98	8,08±1,21	3,15±0,69
8	71,54±0,97	14,48±0,52	10,13±0,64	3,35±1,16
16	71,41±1,27	13,42±0,29	10,44±0,93*	3,09±0,91
24	69,93±1,47	12,39±0,99*	11,53±1,15*	3,59±0,65
8**	72,88±1,55	13,96±1,34	9,33±1,68	3,12±0,92
16**	70,94±1,01	14,12±1,28	10,27±0,85	3,43±1,10
24**	71,43±1,81	13,75±0,16	10,54±1,18*	4,81±1,70
p	ns	0,02	0,03	ns

\*\* Suplementação com aminoácidos sintéticos. Dados expressos em média ± desvio-padrão. ns= não significativo. Médias seguidas por asterisco (\*) diferem do tratamento controle pelo Teste de Dunnett a

5% de probabilidade. FP = farinha de penas; UM = umidade; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral.

O teor de EE dos animais foi maior naqueles tratamentos com inclusão de 16 e 24% de inclusão de FP sem suplementação de AAs e com 24% de inclusão de FP com suplementação de AAs, diferindo do tratamento controle.

A deficiência de um único aminoácido na dieta pode limitar a utilização de toda a proteína pelos peixes (FURUYA et al., 2001). Nas dietas com maior inclusão de FP, o desbalanço do *pool* de AAs foi maior, com deficiência em alguns e excesso de outros. Em peixes, o excesso de aminoácido não pode ser estocado. Quando os aminoácidos não são utilizados para a síntese proteica, ocorre primeiramente a deaminação e, em seguida, os esqueletos carbônicos podem ser oxidados ou convertidos a gorduras, carboidratos ou outros compostos (WILSON, 2002). Sendo assim, o excedente de alguns aminoácidos pode ter sido convertido em gordura, o que explicaria o aumento do teor de extrato etéreo nos peixes destes tratamentos.

Em dietas para esturjão *Acipenser baerii*, Xue et al. (2012) e Zhu et al. (2011) relataram que a substituição total ou parcial da farinha de peixe por uma mistura de subprodutos de origem animal, incluindo FP não altera a composição química da carcaça dos animais. Para Xue et al. (2012), as médias de PB, EE e MM dos peixes inteiros foram de 13,7 a 13%, 8,3 a 7,2% e 2,7 a 2,4%, respectivamente. Entretanto, o teor de PB e EE do filé foram menores nos peixes que receberam a dieta com 100% de substituição.

Poppi et al. (2011), avaliando dietas para truta arco-íris com inclusão de 18% de FP, relatam que a suplementação com AAs sintéticos proporciona maior teor de proteína bruta (15,5%) na carcaça dos peixes inteiros em relação aos animais alimentados com a dieta sem suplementação (14,7%). No mesmo estudo, os teores de EE e MM não diferiram entre os tratamentos, ficando próximos de 12 e 2,5%, respectivamente.

Wang et al. (2006) relataram que a substituição de 10 e 30% da farinha de peixe por FP em dietas para juvenis de cunete drum *Nibea miichthioides* não altera a composição química do peixe inteiro em relação àqueles animais dos tratamentos com farinha de carne e ossos, resíduos de aves e o controle, com farinha de peixe.

Deste modo, faz-se necessária a realização de mais estudos sobre a utilização de alimentos alternativos como a farinha de penas em dietas para as diversas espécies de peixes, uma vez que cada uma responde de maneira distinta ao fornecimento de diferentes alimentos.

#### 6.4 Custo da alimentação

Os custos da alimentação são expressos por unidade de ganho de peso em quilos. Na tabela 7 está demonstrada a variação dos custos nos meses de janeiro, agosto e dezembro de 2012 e as médias dos custos de cada tratamento são representadas na Figura 1.

O custo da ração por unidade de ganho de peso dos peixes que receberam a ração com 8% de inclusão de FP com suplementação de AAs sintéticos foi o menor nos três meses avaliados, variando entre R\$ 0,85 e 1,20.

Segundo Carneiro *et al.* (1999), o custo final de produção é afetado diretamente por fatores como a conversão alimentar aparente (CAA), custos e qualidade da ração, que dependendo da origem, pode afetar a lucratividade do cultivo (TARDIVO, 2011). Isso pode ser constatado no presente estudo, em que os tratamentos com 24% e 16% de FP sem suplementação e 24% de FP com suplementação, apesar de terem recebido ração mais barata, apresentaram pior conversão alimentar comparadas à obtida com os tratamentos com menor inclusão de FP e suplementados com AAs, o que ocasionou maior custo/kg.

Tabela 9. Custo por unidade de ganho de peso (kg) de tilápias alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas em dietas com e sem suplementação com aminoácidos sintéticos nos meses de janeiro, agosto e dezembro.

Meses	Custo/Kg GP						
	0	8	16	24	8*	16*	24*
Jan	0,94	0,92	1,01	1,21	0,80	0,85	1,00
Ago	1,45	1,37	1,48	1,70	1,18	1,20	1,32
Dez	1,40	1,34	1,46	1,71	1,16	1,19	1,33

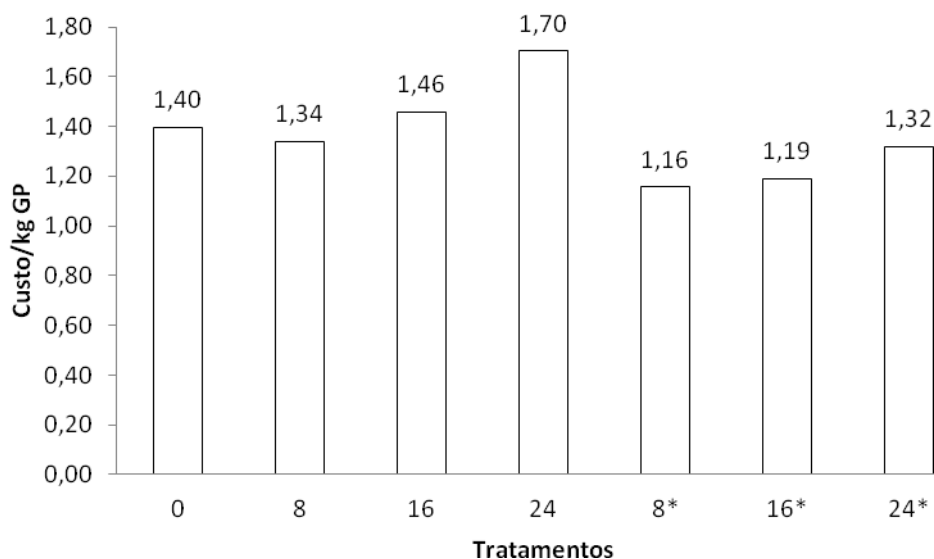


Figura 1. Custo médio por unidade de ganho de peso (kg) de tilápias alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de penas em dietas com e sem suplementação com aminoácidos sintéticos.

Esse resultado demonstra que a utilização de até 8% de FP em conjunto com a suplementação adequada dos AAs pode reduzir o custo da alimentação sem afetar a produtividade, representando a opção mais viável para o piscicultor. O presente estudo também comprova que a inclusão de grandes quantidades deste ingrediente não é viável, causando prejuízo econômico para o cultivo.

## 8. CONCLUSÕES

Conclui-se neste estudo que as dietas com 8% de inclusão de FP com ou sem suplementação de aminoácidos sintéticos promovem melhor desempenho produtivo, sem causar prejuízos em relação à composição química da carcaça e higidez das tilápias do Nilo. Entretanto, a dieta com 8% de inclusão de FP com suplementação de aminoácidos sintéticos é economicamente mais viável.

## 9. REFERÊNCIAS

- AOAC. **Association of Official Analytical Chemists**. Official methods of analysis of association of official analytical chemists. 17<sup>ed</sup>. Arlington, v.1 e 2, 2000.
- ABIMORAD, E.G., CARNEIRO, D.J. (2004) Métodos de Coleta de Fezes e Determinação dos Coeficientes de Digestibilidade da Fração Protéica e da Energia de Alimentos para o Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.5, p.1101-1109.
- BILIO, M.; SPREAFICO, E.; GNES, A.; BIGNAMIS, S. & GELLI, F. **Growth and feed conversion of the European eel (*Anguilla anguilla* L.) in relation to protein level and size composition**. In: Finfish nutrition and fish feed technology. Halver, J.E. y Tiews, K. Eds. Heeneman Verlag, Berlin, vol. I, 1979. pp. 525-536
- BISHOP, C.D.; ANGUS, R.A. & WATS, S.A. (1995) The use of feather meal as a replacement for fish meal in the diet of *Oreochromis niloticus* fry. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 54, p. 291-295.
- BOISEN, S. (2003). Ideal dietary amino acid profiles for pigs. In: D'Mello, J.P.F. (Ed.) Amino acid in farm animal nutrition. Wallingford: CAB International. p.157-168.
- BOMFIM, M.A.D, LANNA, E.A.T., DONZELE, J.L., ABREU, M.L.T, RIBEIRO, F.B., QUADROS, M. (2008a). Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia do Nilo. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.10, p.1713-1720.
- BOMFIM, M.A.D, LANNA, E.A.T., DONZELE, J.L., FERREIRA, S. A., RIBEIRO, J.L., TAKISHITA, S.S. (2008b) Exigência de metionina mais cistina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.5, p.783-790.
- BOMFIM, M.A.D, LANNA, E.A.T., DONZELE, J.L., QUADROS, M., RIBEIRO, F.B., ARAÚJO, W.A.G. (2010) Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia do Nilo. **R. Bras. de Zootec.**, 39:1-8.



- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. (2002) Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **R. Bras. de Zootec**, Viçosa, 31(2): 539-545.
- BOYD, C. (1990) Water quality in ponds for aquaculture. Alabama: Birmingham, 482p.
- BUREAU, B.P.; AZEVEDO, P.A.; TAPIA-SALAZAR, M. **Pattern and cost of growth and nutrient deposition in fish and shrimp: Potential implications and applications**. In: Avances en Nutrición Acuícola, 5., Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 5., 2000, Mérida, Yucatán, Mérida: 2000. (CD-ROM).
- CARNEIRO, P.C.F.; MARTINS, M.I.E.G.; CYRINO, J.E.P. (1999) **Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em tanque-rede – avaliação econômica**. Informações Econômicas, SP, v.29, n.8.
- COLLIER, H.B. (1944) **The standardization of blood haemoglobin determinations**. Can. Med. Ass.J., Vancouver, 550-552.
- DABROWSKI, K.; GUDERLEY, H. **Intermediary metabolism**. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Eds.) Fish nutrition. 3.ed. Washington, D.C.: Academic Press, 2002. p.309-365.
- DALEV, P.; IVANOV, I.; LIUBOMIROVA, A. Enzimic modification of feather keratin hydrolysates with lysine aimed at increasing the biological value. **Journal of Food and Agriculture**, n.73, p.242-244, 1997.
- DAVIES, S. J., ABDEL-WARITH, A.A. , GOUVEIA, G. (2011) Digestibility Characteristics of Selected Feed Ingredients for Developing Bespoke Diets for Nile Tilapia Culture in Europe and North America. **Journal of the World Aquaculture Society**. v. 42, n. 3.
- FARIA, A. C. E. A.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. (2001) Substituição parcial e total da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988). **Acta Scientiarum**, Maringá, 23(4): 835-840.

- FASAKIN, E.A.; SERWATA, R.D.; DAVIES, S.J. (2005) Comparative utilization of rendered animal derived products with or without composite mixture of soybean meal in hybrid tilápia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*) diets. **Aquaculture**, v.249, p.329– 338.
- FELDMAN, B.F. (2000) **Schalmís Veterinaty Hematology**. 5.ed. Philadelphia: Ed. Lippincott Williams and Wilkins. 1221p.
- FINKLER, J.K.; FREITAS, J.M.A.; SIGNOR, A.A.; ZAMINHAM, M.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, F. (2010) Substituição da farinha de peixe por farinha de vísceras de aves na alimentação de alevinos híbridos de piavuçu (*Ileporinus macrocephalus*) x Piapara (*Ileporinus elongatus*). **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 36(3): 237 – 243.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. (2001). Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **R. Bras. de Zootec**, v.30, n.4,
- FURUYA, W.M., BORATO, D., SILVA, L.C.R., NEVES, P.R., HAYASHI, C. (2004). Exigência de lisina pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na terminação. **Ciência Rural** 34: 1571-1577.
- FURUYA, W.M., BOTARO, D., MACEDO, R.M.G., SANTOS, V.G., SILVA, L.C.R., SILVA, T.C., FURUYA, V.R.B., SALES, P.J.P. (2005) Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Redução dos Níveis de Proteína em Dietas para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **R. Bras. de Zootec.**, v.34, n.5, p.1433-1441.
- FURUYA, W.M., PEZZATO, L.E., BARROS, M.M., BOSCOLO, W.R., CYRINO, J.E.P., FURUYA, V.R.B., FEIDEN, A. **Tabelas Brasileiras para Nutrição de Tilápias**. Toledo: GFM, 100p. 2010.
- GAN, L., LIU, W.J., TIAN, L.X., YANG, H.J., YUE, Y.R., CHEN, Y.J., LIANG, J.J., LIANG, G.Y. (2012) Effect of dietary protein reduction with lysine and methionine supplementation on growth performance, body composition and total ammonia nitrogen excretion of juvenile Grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. **Aquaculture nutrition**.

- GOLDENFARB, P.B.; BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROSIUS, E. (1971) Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determinations. **American Journal Clinical of Pathology**, Hagerstown, 56, 35-39.
- GOMES, L. C.; CHIPARI-GOMES, A. R.; LOPES, N. P.; ROUBACH, R.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. **J.W.A.S.** v. 32, n. 4, p. 426-431, 2001.
- GONÇALVES, G.S., PEZZATO, L.E., BARROS, M.M., TACHIBANA, L., ROSA, M.J.S., GUIMARÃES, I.G. (2009). Relação lisina digestível:proteína digestível em rações para tilápias-do-nilo. **R. Bras. de Zootec.**, v.38, n.12, p.2299-2305.
- GRAEFF, A. (1998) Efeito da substituição da proteína vegetal pelo uso de colágeno na alimentação de carpas (*Cyprinus carpio* L.). In: Simposio Brasileiro de Aquicultura, 10 e Congresso Sul-Americano de Aquicultura,1, Recife-PB. **Anais...Recife, ABRAq**, p.79-91.
- GRAEFF, A., MONDARDO, A. (2006) Substituição da farinha de peixes pela farinha de penas hidrolizada na alimentação da carpa comum (*Cyprinus carpio*) na fase de recria. **Revista Ceres**, 53(305):7-13.
- HRUBEC, T.C.; CARDINALE, J.L.; SMITH, S.A. (2000) Haematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). **Vet. Clin. Pathol.** v.29, p. 7 – 12.
- LANNA, E.A.T.; QUADROS, M.; BOMFIM, M.A.D. Frequência de alimentação em alevinos de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizando dietas de baixo teor protéico suplementadas com aminoácidos - resultados preliminares. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais... Goiânia**, 2005. (CD-ROM).
- LI, K.; WANG, Y.; ZHENG, Z.X.; JIANG, R.L.; XIE, N.X. (2009) Replacing fish meal with rendered animal protein ingredients in diets for malabar grouper *Epinephelus malabaricus* reared in net pens. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.40, n.1, p.67-75.

- MILLWARD, D. J. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. **Aquaculture**, v.79, p.1-28, 1989.
- MOURA, C.C., DONZELE, J.L., MELLO, H.V., COSTA, P.M.A. & TAFURI, M.L (1994) Farinha de Penas e Sangue em rações para suínos em terminação. **R. Bras. de Zootec** 23(06):940-948.
- NOBLET, J. Avaliação energética em suínos. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: 2001. p.2-17.
- OKAMURA, D., F. G. ARAÚJO, P. V. ROSA, R. T. F. FREITAS, L. D. S. MURGAS E M. P. CESAR 2010. Influência da concentração de benzocaína e do comprimento dos peixes na anestesia e na recuperação de tilápias-do-nilo. **R. Bras. de Zootec** 39:971-976.
- PAPADOPOULUS, M.C. ET AL. (1986) Effects of processing time and moisture content on amino acids composition and nitrogen characteristics of feather meal. **Animal Feed Science and Technology**, n.14, p.279-290,
- PEZZATO, L.E., MIRANDA, E.C., BARROS, M.M., PINTO, L.G.Q., FURUYA, W.M. & PEZZATO, A.C. (2002) Digestibilidade aparente de ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **R. Bras. de Zootec**, Viçosa, 31(04): 1595-1604.
- POPPI, D.A., QUINTON, V.M., BUREAU, D.P. (2011) Development of a test diet for assessing the bioavailability of arginine in feather meal fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture nutrition**, 314, 100 –109.
- PORTZ, L. **Utilização de diferentes fontes protéicas em dietas formuladas pelo conceito de proteína ideal para o “Black Bass” (*Micropterus salmoides*)**. 2001. 111f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- SANTIAGO, C.B., LOVELL, R.T. (1988) Amino acids requirements for growth of Nile tilapia. **The Journal of Nutrition** 118: 1540-1546. SZUMIEC, J. Some

experiments in intensive farming of common carp in Poland. In: SZUMIEC, J. (Ed.). *Advance in aquaculture*. Farnham Surrey; FAO, 1979. p.157-61

TARDIVO, T.F. **Manejo alimentar e retorno econômico de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada em tanques-rede, no período de inverno, no rio do Corvo-Paraná.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração: Produção Animal. 2011.

TAVARES-DIAS, M.; FAUSTINO, C. D. (1998) Parâmetros hematológicos da tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) em cultivo extensivo. **Ars. Veterinária, Jaboticabal**, v. 14, p. 254-263.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R., **Hematologia de Peixes Teleósteos**. Ribeirão Preto: M., Tavares-Dias, 2004.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Características hematológicas Tilápia rendalli-Boulenger, 1896 (OSTEICHTHYES: CICHLIDAE) capturada em “Pesque-Pague” de Franca, São Paulo, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 19, n. 1, p. 103-110, 2003.

WANG, Y.; GUO, J.I.; BUREAU, D.P.; CUI, Z. (2006) Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients in feeds for cuneate drum (*Nibea miichthioides*). **Aquaculture**, v.252, p.476– 483.

WINTROBE, M.M. (1934) Variations in the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. **Folia Hematologica**, Leipzig, 51, 32-49.

WILSON, R.P. **Amino acids and proteins**. In. HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Eds.) *Fish nutrition*. 3.ed. Washington, D.C.: Academic Press, 2002.

XUE, M.; YUN, B.; WANG, J.; SHENG, H.; ZHENG, Y.; WU, X.; QIN, Y.; LI, P. (2012) Performance, body compositions, input and output of nitrogen and phosphorus in siberian sturgeon *Ancipenser baerii* Brandt, as affected by dietary animal protein blend replacing fish meal and protein levels. **Aquaculture Nutrition**.

- YAMAMOTO, T.; SUGITA, T.; FURUITA, H. (2005) Essential amino acid supplementation to fish meal-based diets with low protein to energy ratios improves the protein utilization in juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture nutrition**, v.246, n.1-4, p.379-391.
- YU, H., ZHANG, Q., CAO, H., WANG, X., HUANG, G., ZHANG, B., FAN, J.J., LIU, S., LI, W., CUI, Y. (2012) Apparent digestibility coefficients of select feed ingredients for juvenile snakehead, *Ophiocephalus argus*. **Aquaculture Nutrition**.
- ZHU, H.; GONG, G.; WANG, J.; WU, X.; XUE, M.; NIU, C.; GUO, L.; YU, Y. (2011) Replacement of fish meal with blend of rendered animal protein in diets for siberian sturgeon *Ancipenser baerii* Brandt, results in performance equal to fish meal fed fish. **Aquaculture Nutrition**, v.17, p.389-395.