

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

CINTHIA EYNG

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA FARINHA DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE
FILETAGEM DE TILÁPIAS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2009

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

CINTHIA EYNG

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA FARINHA DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE
FILETAGEM DE TILÁPIAS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

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

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes
Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon - PR – Brasil)

| | |
|------|--|
| E97a | <p>Eyng, Cinthia Avaliação nutricional da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias na alimentação de frangos de corte / Cinthia Eyng --. Marechal Cândido Rondon, 2009. 67 p</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza</p> <p>Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Programa De Pós-Graduação Em Zootecnia - Campus de Marechal Cândido Rondon, 2009.</p> <p>1. Frango de corte - Alimentos alternativos. 2. Frango de corte - Rendimento de carcaças. 3. Farinha de peixe - Alimentos alternativos - Frango de corte. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 21.ed. 636.5 CIP-NBR 12899</p> |
|------|--|

Ficha catalográfica elaborada por Marcia Elisa Sbaraini-Leitzke CRB-9/539

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

CINTHIA EYNG

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA FARINHA DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE
FILETAGEM DE TILÁPIAS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

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

Marechal Cândido Rondon, _____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

A Deus

Pela iluminação e força;

Aos

Meus pais

Jose Ademir Eyng e Terezinha Camargo Eyng

Que sempre me incentivaram a dar este passo.
Com muito carinho e dedicação sempre
estiveram ao meu lado me encorajando nas
horas difíceis e me aplaudindo nos momentos
de vitória;

Ao

Meu irmão e cunhada

Eduardo Eyng e Daline Backes Eyng

Pela amizade e incentivo;

À

Meu namorado

Fábio Bittencourt

Pelos domingos doados no aviário, pelo
companheirismo, amizade sincera, incentivo,
compreensão e amor;

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná pela oportunidade concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela atenção, oportunidade e pelo ensino de qualidade.

Ao professor e orientador Dr. Ricardo Vianna Nunes pelas oportunidades, ensinamentos e, principalmente, pela orientação no mestrado.

Aos professores Paulo Cesar Pozza, Cláudio Yuji Tsutsumi e Luís Daniel Giusti Bruno, pela colaboração.

Aos professores Wilson Rogério Boscolo e Saraspathy N. T. G. de Mendonça pela colaboração na realização das análises.

Ao secretário do Programa de Pós Graduação Paulo Henrique Morsh, pela paciência e colaboração em assuntos burocráticos durante todo o curso.

A minha irmã de coração Franciele Navarini, pelo companheirismo e apoio nas questões da vida e nos trabalhos a campo durante todos esses anos.

As amigas Leslié Defante e Liliane Borsatti, pela amizade e conselhos.

Aos amigos Fernando Olavo Martins de Almeida, Wagner Thiago Mozer da Silva, Suzana de Almeida, Fabio Rafael Schenknecht, Jeffersson Henz, Rafael Frank, Thiago Hofferber e Rodrigo Schone pela amizade e colaboração na realização deste e outros inúmeros trabalhos.

RESUMO

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA FARINHA DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE FILETAGEM DE TILÁPIAS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Foram conduzidos três experimentos para avaliação nutricional da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT) na alimentação de frangos de corte. No experimento I, foram determinados os valores de composição química, os valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMA_n) e seus coeficientes de metabolizabilidade. Para determinação dos valores energéticos foi utilizado o método da coleta total de excretas, onde 60 aves da linhagem Cobb, com 22 dias de idade foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições e cinco aves por unidade experimental. De acordo com os resultados encontrados de composição química para a FT constatou-se que as composições dependem da espécie de peixe utilizada e processamento pelo qual a farinha é obtida. Os valores de EMA, EMA_n , coeficiente de metabolizabilidade da EMA (CEMA) e coeficiente de metabolizabilidade da EMA_n (CEMA_n) para FT foram de 3.733 kcal/kg, 3.082 kcal/kg, 78,13 e 64,50, respectivamente. No experimento II, objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros da FT. Utilizou-se o método da alimentação forçada, com galos adultos cecectomizados, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por um alimento-teste (FT) e um jejum, com seis repetições e um galo por unidade experimental. Os coeficientes médios de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não-essenciais, em porcentagem, foram, respectivamente, 92,04 e 87,49. No experimento III, foi avaliado o desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de FT (0, 2, 4, 6 e 8%). Foram utilizados 480 pintos de um dia, da linhagem Cobb, distribuídos num delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e 16 aves por unidade experimental. As características avaliadas foram ganho de peso, peso final, consumo médio de ração, conversão alimentar, mortalidade de 1 a 21 dias e 1 a 42 dias de idade. Ao final do período experimental foi mensurado os parâmetros sanguíneos (cálcio, fósforo e triglicerídeos), rendimento de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa, asa, peso relativo do fígado e percentual de gordura abdominal. Determinou-se a taxa de deposição de proteína e gordura do peito e pernas (coxa/sobrecoxa). A análise sensorial da carne foi realizada por 45 provadores não treinados. As amostras foram avaliadas utilizando a escala hedônica estruturada de nove pontos para as seguintes características: aroma, sabor, cor, textura e qualidade global. Dentro da análise da viabilidade econômica foram calculados os custos das dietas experimentais, o índice de eficiência econômica e o índice de custo. Observou-se diferença ($P < 0,05$) dos níveis de inclusão da FT sobre as características avaliadas aos 21 dias de idade, sendo que na análise de regressão para a fase de 1 a 21 dias, embora tenha variado de forma quadrática, o modelo Linear Response Plateau (LRP) se ajustou melhor aos dados de peso final e ganho médio de peso, estimando a ocorrência de platô a partir do nível de inclusão de 2,10 e 2,02, respectivamente. Para consumo médio de ração o modelo LRP foi o único que se ajustou aos dados, estimando a ocorrência de platô a partir do nível de

inclusão de 1,86. No entanto, considerando o período total (1 a 42 dias) pode-se incluir 8% de FT nas rações de frangos de corte, sem prejuízo para o desempenho produtivo, parâmetros de rendimento, deposição de gordura e proteína na carcaça e qualidade sensorial da carne. Apesar do aumento linear dos valores de triglicerídeos sanguíneo, este nível de inclusão reduziu os valores de P e Ca sanguíneo e proporcionou o melhor desempenho econômico.

PALAVRAS-CHAVE: alimentos alternativos, desempenho, energia metabolizável, farinha de peixe, rendimento de carcaça

ABSTRACT

NUTRITIONAL EVALUATION OF MEAL FROM TILAPIA FILLETING INDUSTRIAL WASTE IN BROILER CHICKENS FEEDING

Three experiments were carried out aimed to nutritional evaluation of meal from tilapia filleting industrial waste (TM) in broiler chickens feeding. On the first experiment the chemical composition, apparent metabolizable energy (AME), corrected apparent energy (AMEn) and its coefficients of metabolizability were determined. The total excreta collecting method was used to determine the energy values, where 60 broiler chicken Cobb, aging 22 days, were shared in a completely randomized design, with six replications and five birds per experimental unit. According to the chemical composition results of TM, it depends of fish specie and meal production process. The AME, AMEn, CAME and CAMEn values to TM were: 3.733 kcal/kg, 3.082 kcal/kg, 78,13 e 64,50, respectively. On the second experiment, the true digestibility coefficients and the values of true amino acid digestibility of TM were determined in cecectomized roosters by the "forced feed" method. The experiment was analyzed as a complete randomized design with one test ingredient (TM), one fast, six replicates and one rooster per experimental unit. The average values of essential and non essential true amino acids digestibility coefficients, in percentage, were as follows: 92,04 and 87,49. On the experiment III, the performance of broilers feeding with different inclusion levels of TM (0, 2, 4, 6 and 8%) was analyzed. Four hundred and eighty day-old chicks were used in a completely randomized design with five treatments, six replicates and sixteen birds per experimental unit. Weight gain, final weight, feed intake, feed conversion and mortality from 1 to 21 days and 1 to 42 days of age were evaluated. In the end of experimental period the blood parameters (calcium, phosphorus, triglycerides), carcass, breast, thigh, drumstick, wing yield, liver relative weight and percentage of abdominal fat were calculated. Protein and fat deposition rate in breast and legs (thigh/drumstick) were determined. Forty five not trained tasters were used to sensorial analysis of meat. The samples were assessed using the nine-point structured hedonic scale for the characteristics: flavour, taste, color, texture and global quality. The experimental diet cost, economic efficiency index and cost index were calculated on analysis of economic viability. The data analyses showed difference ($P < 0,05$) between inclusion levels of TM and the evaluate characteristics on 21 days of age. Despite of quadratic effect of treatments, the "Linear Response Plateau" (LRP) model provided the best data fit, the levels of inclusion were estimated in 2,10 and 2,02, which are the plato point for final weight and weight gain, respectively. The LRP was the only model that showed adjustment for feed intake and the level of inclusion was estimated in 1,86, which are the plato point. On the total period (1 to 42 days) the inclusion of 8% of TM in broiler chickens feeding did not affected performance, yield parameters, protein and fat deposition rate on carcass and sensorial quality of meat. Despite of linear increasing on blood triglycerides values, this level of inclusion reduced blood P and Ca values and provided the best economic efficiency.

KEY-WORDS: alternative feedstuffs, carcass yield, fish meal, metabolizable energy, performance

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Composição da ração referência (% na matéria natural) | 26 |
| Tabela 2: Composição percentual e calculada das rações experimentais de 1 a 21 dias de idade..... | 29 |
| Tabela 3: Composição percentual e calculada das rações experimentais de 22 a 42 dias de idade..... | 30 |
| Tabela 4: Composição proximal e valor de energia bruta expressos em matéria natural da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT)..... | 35 |
| Tabela 5: Perfil de ácidos graxos ¹ da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias..... | 38 |
| Tabela 6: Valores energéticos das farinhas de resíduo de tilápia e seus respectivos desvios-padrão (DP) e coeficientes de metabolizabilidade, expresso na matéria natural..... | 40 |
| Tabela 7: Valores dos coeficientes de digestibilidade verdadeira (CD) dos aminoácidos essenciais e não-essenciais, aminoácidos totais e digestíveis verdadeiros com seus respectivos desvios-padrão da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias..... | 43 |
| Tabela 8: Desempenho zootécnico de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT)..... | 45 |
| Tabela 9: Equações de regressão para peso final, ganho médio de peso e consumo médio de ração de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade | 46 |
| Tabela 10: Desempenho zootécnico de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT)..... | 47 |
| Tabela 11: Equações de regressão para conversão alimentar, ganho médio de peso, consumo médio de ração, índice de eficiência produtiva e peso final de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade..... | 48 |
| Tabela 12: Resultado médio para parâmetros sanguíneos obtidos aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT) | 49 |

| | |
|--|----|
| Tabela 13: Equações de regressão para fósforo, cálcio e triglicerídeos de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade..... | 49 |
| Tabela 14: Custo em ração do kg de peso ganho (CR), índice de custo (IC) e índice de eficiência econômica (IEE), de frangos de corte alimentados com níveis crescentes de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT) | 51 |
| Tabela 15: Efeito da inclusão de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT) sobre as características de carcaça, peso relativo do fígado e deposição de gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade | 52 |
| Tabela 16: Equações de regressão para características de carcaça, peso relativo de fígado e deposição de gordura abdominal de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade | 53 |
| Tabela 17: Taxa de deposição de proteína e de gordura (g/dia) no peito e pernas (coxa/sobrecoxa) de frangos de corte, no período de 1 a 42 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de inclusão de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia..... | 54 |
| Tabela 18: Pontuação média para os atributos sensoriais de aroma, sabor, cor, textura e qualidade global de carne de coxa/sobrecoxa de frango assado alimentados com rações contendo diferentes níveis de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT) | 55 |
| Tabela 19: Pontuação média para os atributos sensoriais de aroma, sabor, cor, textura e qualidade global de carne de peito de frango assado alimentados com rações contendo diferentes níveis de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT)..... | 56 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 14 |
| 2.1 Farinha de Peixe | 14 |
| 2.2 Composição Química de Alimentos | 15 |
| 2.3 Valor Energético de Alimentos | 16 |
| 2.4 Composição Aminoacídica de Alimentos | 18 |
| 2.5 Avaliação dos Ingredientes Alternativos | 19 |
| 2.5.1 Desempenho dos animais | 19 |
| 2.5.2 Ácidos graxos nos ingredientes | 20 |
| 2.5.3 Rendimento de carcaça | 22 |
| 2.5.4 Análise sensorial | 23 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 25 |
| 3.1 Experimento I – Determinação da Composição Química, dos Valores Energéticos e Perfil de Ácidos Graxos | 25 |
| 3.2 Experimento II - Determinação dos Coeficientes de Digestibilidade e Valores de Aminoácidos Digestíveis Verdadeiros | 27 |
| 3.3 Experimento III – Desempenho Zootécnico, Avaliação de Carcaça e Análise Sensorial da Carne | 28 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 35 |
| 4.1 Composição Química e Energética das Farinhas de Resíduo da Indústria de Filetagem de Tilápia | 35 |
| 4.2 Perfil de Ácidos Graxos da Farinha de Resíduos da Indústria de Filetagem de Tilápia | 38 |
| 4.3 Valores de Energia Metabolizável e seus Coeficientes de Metabolizabilidade ... | 40 |
| 4.4 Valores dos Coeficientes de Digestibilidade Verdadeira e Composição dos Aminoácidos | 42 |
| 4.5 Desempenho Zootécnico | 45 |
| 4.6 Parâmetros Sanguíneos | 49 |
| 4.7 Avaliação Econômica | 51 |
| 4.8 Rendimento de Carcaça | 52 |

| | |
|--|-----------|
| 4.9 Taxa de Deposição de Proteína e Gordura nos Cortes de Peito e Pernas (Coxa/Sobrecoxa) | 54 |
| 4.10 Análise Sensorial da Carne de Frango..... | 55 |
| 5 CONCLUSÃO | 58 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 59 |
| REFERÊNCIAS..... | 60 |

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento apresentado nos últimos anos pelo setor avícola sustentado por avanços na nutrição, ambiência, manejo, sanidade e genética, tornou-se constante a busca por fontes alimentares alternativas de qualidade e de menor custo que atendam às exigências nutricionais dos animais nas suas diferentes fases de produção, visando uma redução nos custos e conseqüentemente um aumento da lucratividade.

Assim, a utilização de subprodutos de origem animal na elaboração das dietas seria uma estratégia para garantir rações balanceadas que atendam as exigências nutricionais e ainda proporcionem a sustentabilidade e a viabilidade do setor. Além da preocupação com a rentabilidade do setor, segundo Geron et al. (2006) diversos subprodutos carecem de estudos para serem empregados em larga escala, minimizando seu efeito poluente.

Segundo Scheuermann e Rosa (2008) as farinhas de origem animal (FOA) são uma interessante opção para utilização em rações de animais monogástricos. No entanto, deve ser considerada a especificidade dos mercados consumidores de carne, sendo que as exigências de alguns importadores, principalmente da Europa, apresentam restrições quanto ao uso de FOA na alimentação de aves e suínos. No Brasil existe restrição ao uso de FOA apenas na alimentação de ruminantes, porém alguns subprodutos têm sua utilização limitada como ingrediente por falta de padronização e regulamentação na produção, como é o caso da farinha de resíduo de incubatório.

Além dos subprodutos avícolas a literatura apresenta alguns ingredientes alternativos com possibilidade de compor as dietas dos animais como os resíduos da pesca e da indústria de processamento do pescado, podendo aqui ser destacada a farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia.

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) representa o segundo peixe de água doce mais cultivado no mundo, tanto em regiões tropicais quanto subtropicais e temperadas (EL-SAYED, 2002). O principal produto obtido do abate da tilápia é o filé, destinado ao consumo humano, desta forma, cerca de 64% da matéria prima é perdida durante o processamento, gerando grande quantidades de resíduos, com potencial de uso na alimentação animal (PONCE; GERNAT, 2002).

No entanto, como esses ingredientes são subprodutos, possuem diferenças nos parâmetros de composição química e energética devido à constituição física da matéria prima e aos processamentos diferenciados para obtenção das farinhas. Essas discrepâncias podem proporcionar heterogeneidade nos resultados de desempenho zootécnico. Desta forma, o conhecimento do valor nutritivo desses ingredientes alternativos é fundamental para posterior determinação dos níveis de inclusão nas rações, possibilitando aos animais expressarem todo seu potencial genético.

Apesar disto, poucos estudos existem avaliando a utilização desses resíduos na dieta de frangos de corte. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar nutricionalmente a farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia na alimentação de frangos de corte.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Farinha de Peixe

Entre as diversas fontes alternativas destacam-se os resíduos da pesca e da indústria de processamento do pescado, alimentos protéicos que quando não utilizados na nutrição animal geralmente são depositados no meio ambiente, gerando problemas ambientais.

Segundo Morales-Ulloa e Oetterer (1995) do total da captura mundial de peixes, cerca de 72% são utilizados nos mercados de pescados frescos, congelados, enlatados e salgados; os 28% restantes seguem para a produção de ração animal. Assim, as partes não comestíveis somam 20 milhões de toneladas.

De acordo com Maigulema e Gernat (2003) as farinhas de peixe comerciais são produzidas a partir de duas principais categorias. A primeira é fabricada com o resíduo obtido após o processo de filetagem destinado ao consumo humano e inclui espécies como tilápia e bacalhau. O segundo grupo inclui espécies tais como anchova, sardinha e cavala, sendo que não se prioriza a retirada dos filés.

Boscolo (2003) analisando os valores de proteína bruta (PB) encontrados na literatura classificou as farinhas em duas classes, farinhas de primeira qualidade com teores de PB acima de 60%, que provavelmente são produzidas a partir de peixes inteiros e farinhas de segunda, onde são utilizados na sua fabricação, resíduos de indústrias processadoras de pescado, apresentando PB ao redor de 50%.

Dados do IBAMA (2005) revelam que a aquicultura continental, com uma produção de 179.746 t, representa 17,8% da produção de pescado total do Brasil, no entanto em relação ao ano de 2004 houve um decréscimo de 0,5%. Apesar disso, a região Sul com a maior concentração nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná continua contribuindo com a maior parcela nacional: 32,9%, sendo a carpa e a tilápia as espécies mais representativas.

Dentre as espécies produzidas destaca-se o cultivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), devido ao ótimo desempenho, alta rusticidade, facilidade de obtenção de alevinos, adaptabilidade aos mais diversos sistemas de criação, grande aceitação no mercado de lazer e alimentício, pelas qualidades nutritivas e organolépticas do seu filé (MEURER et al., 2003a).

Ponce e Gernat (2002) afirmam que sendo o filé o principal produto das tilápias para comercialização o desperdício gerado durante todas as operações de processamento chegam a 64% do peixe inteiro.

Segundo Boscolo et al. (2001) os resíduos provenientes do processo de filetagem de tilápias são descartados em duas das três indústrias de filetagem de tilápias do Nilo ativas na região Oeste do Paraná, tornando o processamento desses resíduos fundamental para redução do impacto ambiental. Além disto, a transformação desses resíduos em farinha é uma opção de renda para as indústrias.

Para a produção da farinha, o resíduo é cozido em digestor, em alta temperatura ($110\pm 10^{\circ}\text{C}$) e por um tempo médio de uma hora e trinta minutos. Após o cozimento, o material passa por uma caixa percoladora, para retirada do excesso de óleo, e em seguida é prensado, obtendo-se a torta de prensa, a qual é depositada no silo de resfriamento para posterior moagem e ensaque. O processamento de resíduos obtidos de peixes com peso de abate de até 800 gramas produz, em média, 85% de farinha e 15% de óleo, enquanto peixes com peso acima de 800 gramas podem gerar um percentual de 70% de farinha e 30% de óleo (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006).

De acordo com Nunes et al. (2005) considerando o teor poluente dos subprodutos de abatedouros, sua utilização nas rações tem papel importante na reciclagem de nutrientes e na preservação ambiental. Além disso, seu uso na formulação de dietas é facilitado porque esses alimentos contêm aminoácidos, energia, cálcio e fósforo em quantidades apreciáveis.

Segundo Geron et al. (2006) o resíduo de tilápia apresenta 68,6% de umidade, 42,9% de proteína bruta, 34,6% de extrato etéreo e 16,3% de matéria mineral (% na matéria seca).

2.2 Composição Química de Alimentos

Segundo Gomes et al. (2007) o cuidado no conhecimento acurado do conteúdo químico e energético dos alimentos deve ser redobrado quando se faz uso principalmente de subprodutos de origem animal, haja vista a pouca padronização desses alimentos, cujos valores nutritivos variam conforme o processamento a que são submetidos e ao tipo e às proporções de seus constituintes.

Segundo Sampaio et al. (2001) a farinha de peixe resultante dos resíduos das fábricas de conservas apresenta baixo teor protéico, excesso de minerais (escamas, ossos e sal) que reduzem seu valor nutritivo.

No caso da farinha de resíduos da indústria de filetagem da tilápia do Nilo Boscolo et al. (2004) afirma que uma das características da composição química destes alimentos é o alto teor de cinzas, porém, apesar da alta quantidade de fósforo e cálcio ser um fator limitante na utilização deste tipo de resíduo, este alimento pode ser utilizado como fonte de minerais, sendo assim, fundamental a determinação do perfil nutricional destes ingredientes.

Boscolo (2003) estudando a composição química da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias na alimentação da tilápia do Nilo observou diferença no teor de gordura apresentado pela farinha com relação à maioria das farinhas de peixes comerciais. Segundo o autor esta diferença se deve principalmente à sua constituição física, que é compreendida por uma grande parcela de vísceras, local este principal depósito de gordura das tilápias. A alta porcentagem de gordura poderia ser minimizada mediante uma prensagem mais drástica da matéria-prima durante o seu processamento, mais isto aumentaria o teor de minerais da farinha podendo limitar a sua inclusão em rações.

2.3 Valor Energético de Alimentos

A descrição da energia útil de um alimento para as aves é muito complexa, pois todos os componentes orgânicos do alimento, sujeitos à digestão e absorção pelos animais, contribuem com energia, mesmo tendo diferentes destinos no organismo animal. Além disso, a energia não é um nutriente, e sim o resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo.

O valor de energia metabolizável é o que melhor representa a quantidade de energia disponível nos alimentos para as aves. No entanto, tem-se a necessidade de estimar esse valor, principalmente, para os alimentos com maior variação, como é o caso dos subprodutos (NASCIMENTO et al., 2005). Segundo Pozza et al. (2008) a variação na composição química dos alimentos pode influenciar os valores energéticos dos alimentos.

Segundo Vieites et al. (2000) a energia é componente fundamental na elaboração de rações para aves. Visto que muitos nutricionistas relatam que os animais ingerem alimentos, a fim de suprir suas necessidades energéticas, deve-se, portanto, manter a relação entre a energia disponível e os nutrientes que compõem a ração, para se obter maior eficiência no desempenho das aves.

O consumo de energia metabolizável (EM) é geralmente dividido em energia retida nos tecidos corporais e calor de produção. A energia retida representa a diferença entre a energia metabolizável e o calor de produção (LOPEZ; LEESON, 2005). Em condições termoneutras o calor de produção representa o calor associado com a utilização da EM consumida para manutenção e processos produtivos, o que em aves jovens representa 52 a 64% do consumo (VAN MILGEN et al., 2001).

Os valores energéticos dos alimentos para aves podem ser determinados por vários métodos. Para determinação direta, utilizam-se os ensaios metabólicos, podendo ser realizados com pintos na fase de crescimento com a coleta total de excretas ou o método da alimentação forçada com galos adultos e de forma indireta, utilizando-se de equações de predição pré-estabelecidas.

Segundo Latshaw e Freeland (2008) um grande número de fatores devem ser considerados na escolha do melhor método para mensurar os valores energéticos. Entre esses estão a confiabilidade com que o ensaio reflete a energia disponível para as aves que irão consumir os ingredientes e o tempo requerido para a determinação do conteúdo energético.

Nascimento et al. (2005) comentam que o método da coleta total de excretas usando pintos de corte é o mais usado, mas traz dúvidas sobre alguns fatores que podem alterar os valores de EM. Uma das dúvidas é acerca da idade das aves a serem usadas nesta metodologia, pois o trânsito digestivo (taxa de passagem) sobre a ação das secreções gástricas varia com a idade e pode alterar os valores de EM.

Segundo Brumano (2006a) as aves mais jovens possuem menor capacidade de digestão e absorção de nutrientes, por não estar o sistema digestivo completamente desenvolvido, em especial para as gorduras presentes na dieta resultantes da baixa secreção de lipase e sais biliares. Em contrapartida, aves mais velhas, que apresentam sistema digestivo plenamente desenvolvido e maior tamanho do trato digestivo, possibilitam maior permanência do alimento em contato

com as enzimas e secreções gástricas e, portanto, melhor aproveitamento dos alimentos.

Segundo Santos et al. (2005) a tecnologia de formulação de rações, tanto nas indústrias quanto nas instituições de pesquisa é baseada em tabelas de composição de alimento e de exigências nutricionais brasileiras e estrangeiras. No entanto, em função de condições climáticas, espécie e variedade de grãos, origem, armazenamento e processamento a que os ingredientes são submetidos, a utilização de tabelas estrangeiras não seria recomendado. Dados das tabelas estrangeiras mostram-se diferentes, tanto na composição química quanto nos valores energéticos, dos referenciados na literatura nacional. Estas divergências apontam para a necessidade de realização de ensaios de metabolismo e elaboração de tabelas de composição química e valores energéticos de alimentos produzidos e utilizados no Brasil.

2.4 Composição Aminoacídica de Alimentos

A formulação de rações durante muitos anos esteve baseada na proteína bruta, resultando em rações com conteúdo de aminoácidos superior aos requerimentos dos animais. Com a disponibilidade econômica dos aminoácidos industriais, as dietas passaram a ser formuladas com níveis inferiores de proteína e níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades do animal, porém ainda mantendo níveis de proteína excessivamente altos (CANCHERINI et al., 2005).

De acordo com Cunha et al. (2006) vários autores têm comentado e publicado sobre a eficiência dos aminoácidos naturais presentes nos alimentos e aminoácidos sintéticos. Os de origem natural, sobretudo os de origem animal, geralmente proporcionam melhoras no desempenho zootécnico.

As aves não apresentam alta exigência de proteína bruta, mas precisam de quantidade suficiente para uma reserva de nitrogênio para síntese de aminoácidos não-essenciais. Aminoácidos em excesso sofrem desaminação e o nitrogênio é excretado como uréia pelos mamíferos ou ácido úrico pelas aves, sendo que este processo reflete em gasto energético para o animal (CANCHERINI et al., 2004).

O balanceamento deve ocorrer de modo que não ocorra falta ou excesso de qualquer aminoácido, visando o seu completo aproveitamento. O desbalanço pode

acarretar problemas na absorção e no aproveitamento dos aminoácidos, afetando o desempenho das aves e, conseqüentemente, causando prejuízos à exploração avícola (OST et al., 2007).

A qualidade da proteína e a digestibilidade dos aminoácidos nesses subprodutos dependem, basicamente, da temperatura e do tempo de cozimento e secagem, que variam de um sistema de processamento para o outro, como também da proporção das matérias brutas, afetando a composição do produto (SILVA et al., 2000).

Segundo Garcia et al. (2007) nem todos os aminoácidos presentes nos ingredientes são igualmente digestíveis para o animal. Desta forma, atenção maior tem sido despendida para determinação da digestibilidade aminoacídica. Os coeficientes de digestibilidade têm finalidade do conhecimento da quantidade dos aminoácidos que é realmente aproveitada pelos animais. Os coeficientes têm permitido melhor utilização dos alimentos em rações balanceadas para aves, diminuindo os custos de produção e reduzindo a eliminação de poluentes (BRUMANO et al., 2006b).

2.5 Avaliação dos Ingredientes Alternativos

Além da preocupação em conhecer o valor nutritivo e energético dos ingredientes alternativos, existe a necessidade de estudar a influência da dieta fornecida sob o desempenho dos animais, bioquímica sanguínea, composição e rendimento da carcaça e características organolépticas da carne, levando em consideração o nível de inclusão desses alimentos nas rações.

2.5.1 Desempenho dos animais

Segundo Leeson e Summers (2001) os problemas potenciais na utilização de farinha de peixe na alimentação dos animais são as manchas ocorridas tanto nos ovos quanto na carne e a erosão da moela em pintinhos. O tratamento térmico inadequado também possui um problema em potencial com o excesso da atividade da tiaminase. A erosão na moela inicialmente foi associada com os níveis de

histamina na farinha de peixe onde a degradação microbiana durante o processo de cozimento da farinha, permitia que a histidina descarboxilase convertesse quantidades variáveis de histidina em histamina. A histamina tem o efeito de estimular a produção excessiva de ácido pelo proventrículo estando envolvido com o início das lesões na moela. Recentemente, um composto denominado gizzerosine vem sendo isolado das farinhas de peixe e também atua na estimulação da secreção ácida.

Longo et al. (2005) avaliando o efeito da utilização de ingredientes protéicos alternativos na primeira semana de vida de frangos sobre o desempenho e o desenvolvimento do trato gastrintestinal (TGI), observaram que o desempenho das aves na fase pré-inicial foi afetado pelo tipo de fonte protéica fornecida, porém, o desenvolvimento do TGI parece estar relacionado mais com o consumo de ração do que com a qualidade da proteína adicionada na dieta. Observaram ainda que os efeitos promovidos durante a fase pré-inicial não se mantiveram no período subsequente de criação.

Cunha et al. (2006) avaliaram a inclusão de farinha de resíduos do processamento de camarões em dietas de frangos de corte e concluíram que níveis entre 5 e 6% da farinha podem promover melhoria no desempenho zootécnico e ainda melhorar as características das carcaças de frangos de corte.

2.5.2 Ácidos graxos nos ingredientes

A crescente preocupação dos consumidores em relação ao produto consumido e sua interferência na saúde têm feito da qualidade dos alimentos um ponto importante na hora da escolha. Desta forma, maneiras de enriquecer o produto final através de modificações nas dietas fornecidas aos animais vêm sendo estudadas como uma forma de agregar valor ao produto.

Do ponto de vista de qualidade, dependendo da origem e composição do ingrediente, pode-se modificar o perfil de ácidos graxos, por exemplo, com ácidos graxos de melhor valor nutricional, produzindo, dessa forma, os alimentos funcionais, ou seja, alimentos que além de suas características nutritivas trazem outros benefícios aos consumidores (LARA et al., 2006).

Segundo Ribeiro (2003) algumas pesquisas relacionam hábitos alimentares, níveis de colesterol e de triacilgliceróis no sangue a doenças cardiovasculares. Sendo que uma atenção especial é dada aos níveis de ingestão de ácidos graxos poliinsaturados, bem como às proporções entre os ácidos graxos da série ômega-3 e ômega-6. A medida que a ingestão de ácido linoléico (18:2n-6) aumenta a taxa de conversão deste ácido graxo em ácido eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) diminui, pois os dois substratos competem pelo mesmo sistema enzimático, portanto a proporção n-3 e n-6 ingerido se torna importante (SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002).

Os principais ácidos graxos n-3 são o ácido linolênico 18:3, o ácido eicosapentaenóico (EPA) 20:5 e o ácido docosahexaenóico (DHA) 22:6, enquanto os principais n-6 são os ácidos linoléico 18:2 e o ácido araquidônico 20:4 (SUÁREZ-MAHECHA, 2002).

Os ácidos graxos n-3 e n-6 quando metabolizados formam os eicosanóides. Os eicosanóides são um grupo de ácidos graxos com potentes e diversificadas ações biológicas, englobam neste grupo as prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos (CLEMENTE et al., 2007). Sendo que tem sido atribuído a esses ácidos graxos um papel importante na redução do risco de doenças cardiovasculares, redução no processo inflamatório e desenvolvimento do sistema nervoso (RIBEIRO, 2003).

Ferreira et al. (1999) comenta que a atual demanda por produtos de melhor qualidade tem revelado grande interesse em modificar a composição lipídica da carne de frango. Os ácidos graxos de cadeia longa, assim como o ácido linolênico e derivados tem sido associados com a redução das doenças coronarianas. Ocorre que essas substâncias atuam na dinâmica da coagulação do sangue prevenindo a formação de ateromas.

Existe uma interação entre os ácidos graxos insaturados e saturados, sendo que os insaturados são mais eficientemente digeridos. Essa resposta sinérgica, no entanto, parece ser dependente de um equilíbrio ideal entre esses ácidos graxos presentes nos alimentos, sendo que esse sinergismo é progressivamente menor quanto maior a concentração de ácidos graxos saturados na dieta (FERREIRA et al., 2005).

Van Elswyk et al. (1994) afirmam que galinhas que consomem uma dieta contendo farinha de pescados apresentam maior infiltração de ácido

eicosapentaenóico nas células hepáticas assim como, menor concentração de triglicerídeos e colesterol no plasma.

López-Ferrer et al. (2001) comentam que estudos prévios demonstram que aves modificam seu perfil lipídico rapidamente após uma semana do fornecimento da fonte dietética. Entretanto, a correlação entre a composição natural e a magnitude da mudança na deposição ainda é obscura.

Dados apresentados por Boscolo (2003) quanto ao perfil de ácidos graxos da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias indicam a presença de 12,34% para o ácido linoléico e 2,34% para o ácido linolênico.

Segundo Novello (2005) a farinha de peixe apresenta conteúdos variáveis de ácidos graxos ômega-3, dependendo da espécie, alimentação, estado fisiológico e época do ano, sendo que o método de processamento e refinamento influenciam o conteúdo de ácido graxo.

2.5.3 Rendimento de carcaça

Os objetivos da produção avícola mudaram com o passar dos anos, antigamente um ótimo peso ao abate associado a uma melhor conversão alimentar, satisfazia o setor. No entanto, atualmente, o setor avícola tem investido em outros pontos, entre eles, um interesse crescente no rendimento de carcaça, produção de carne de peito e de pernas e qualidade de carcaça. Segundo Moreira et al. (2003) a importância dessas características varia de acordo com a empresa, o tipo de produto comercializado e o mercado ao qual o produto se destina.

Uma das grandes preocupações das companhias produtoras de linhagens comerciais de aves é o melhoramento da qualidade da carcaça de frangos de corte, especialmente na redução da gordura, sendo a deposição da gordura influenciada por fatores genéticos, ambientais e nutricionais (JÁCOME et al., 2002).

A gordura excessiva tem sido reconhecida como um dos principais problemas da indústria da carne de frango atual, representando muitas perdas. A deposição excessiva de gordura não apenas reduz o rendimento de carcaça e a eficiência alimentar das aves, mas também reduz a aceitação do consumidor a carne de frango, já que o mercado hoje exige uma carne mais magra (GAYA, 2003).

Rodrigues et al. (2008) avaliando a qualidade da carne de peito de frangos afirmaram que além da genética e do sexo, a nutrição influi no rendimento e na qualidade da carne, principalmente com relação aos tipos de ingredientes utilizados na fabricação das rações e aos níveis de energia, proteína e aminoácidos da dieta.

2.5.4 Análise sensorial

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores mundiais de carne de frango. Tendo em vista a alta competitividade existente nos mercados interno e externo, todos os seguimentos envolvidos precisam estar atentos à qualidade dos produtos produzidos. O conceito de qualidade de carne é bem amplo e complexo e é definido por características objetivas e subjetivas, sendo que as objetivas abrangem as físicas, nutricionais e higiênicas já as subjetivas englobam os aspectos sensoriais, apresentação e a forma de exposição do produto (SOUZA, 2006).

A variação da qualidade da carne de frango influencia a preferência do consumidor e pode ser afetada por diversos fatores, como alimentação, linhagem, idade, sexo e processamento de abate (RODRIGUES et al., 2008).

Com relação às rações fornecidas aos animais, a utilização de farinha de peixe pode resultar no desenvolvimento de “off flavor” tanto na carne quanto nos ovos. A quantidade de farinha de peixe requerida para produção de “off flavor” é influenciada primeiramente pelo conteúdo de óleo da farinha, duração do consumo, o grau de rancificação do óleo, o tempo e temperatura da carcaça ou ovos (NRC, 1994).

Segundo Kubitzka (1999) os peixes podem adquirir sabores ou odores indesejáveis por meio da absorção de substâncias presentes na água ou em ingredientes das rações, contudo, de forma geral, rações comerciais dificilmente alteraram a qualidade da carne a ponto de ser detectável pelo consumidor. A ocorrência do “off-flavor” frequentemente está relacionada com a presença de duas substâncias chamadas de Geosmina (GEO) e Metil-Isoborneol (MIB), responsáveis pelo gosto de terra e mofo da carne de peixes, respectivamente. Tais substâncias são produzidas por microorganismos como algas cianofíceas e fungos actinomicetos, e a sua presença está sempre relacionada com o intenso nível de eutrofização do ambiente aquático.

Para verificar a possível interferência da utilização de subprodutos sobre as características organolépticas da carne as avaliações sensoriais podem ser utilizadas, sendo baseadas nas respostas aos estímulos sensoriais de uma população a respeito de determinado produto.

Os métodos que podem ser utilizados para avaliação sensorial são: o método sensorial descritivo, no qual os provadores devem ser sempre treinados e o método sensorial afetivo que avalia a aceitação e a preferência do produto. Nestes testes, usualmente pede-se aos provadores que avaliem os atributos maciez, intensidade do sabor, sabor e aroma estranhos, suculência e aceitação global (SOUZA, 2006).

Os testes afetivos podem ser classificados em testes qualitativos e quantitativos. Segundo Dutcosky (2007) os testes qualitativos são aqueles que avaliam subjetivamente as respostas de uma amostra de consumidores em relação às propriedades sensoriais de um produto, expectativas relacionadas à embalagem ou propaganda, impacto de uma idéia, ou simplesmente na investigação detalhada de seus hábitos, atitudes e expectativas em relação a um tema ou produto alimentício. Já os testes quantitativos avaliam a resposta de um grande grupo de consumidores a uma série de perguntas que visam determinar o grau de aceitabilidade global de um produto, identificar fatores sensoriais que determinam a preferência ou medir respostas a atributos sensoriais específicos de um produto.

Existem várias escalas de avaliação para os testes quantitativos como escala de ação, de avaliação numérica, de categoria, de qualidade, e a mais utilizada a escala hedônica. Segundo Teixeira (1987) as principais características de uma escala hedônica são: a suposição de um continuum de preferência e o estabelecimento de uma série de categorias sucessivas de respostas, em termos de “gostar” e “não gostar”. É uma escala bastante utilizada por requerer menos tempo para avaliação, possuir uma faixa mais ampla de aplicação, ser de fácil utilização por provadores pouco treinados e poder ser utilizada com um elevado número de estímulos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de metabolismo foram realizados no Laboratório de Fisiologia e Metabolismo de Aves e o trabalho de desempenho zootécnico foi realizado no Aviário Experimental, localizados na Estação Experimental Antônio Carlos dos Santos Pessoa pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon – PR.

3.1 Experimento I – Determinação da Composição Química, dos Valores Energéticos e Perfil de Ácidos Graxos

As análises realizadas para determinação da composição química da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT) foram matéria seca (MS), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn), de acordo com Silva e Queiroz (2002).

Foi determinado no Laboratório de Alimentos do Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá - UEM, o perfil de ácidos graxos totais da FT segundo Bligh e Dyer (1959) e método 5509 da ISSO (1978).

Para determinação do valor de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMA_n) foi utilizado o método de coleta total de excretas, com pintos de corte de 22 a 32 dias de idade alojados em baterias metálicas.

De 1 a 21 dias de idade as aves foram criadas no Aviário Experimental da UNIOESTE, em piso de concreto revestido com cama de maravalha, recebendo ração inicial de frangos de corte, baseada em milho e farelo de soja de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005). Ao atingirem a respectiva idade às aves foram transferidas para gaiolas de metabolismo, construídas com tela galvanizada, comedouros individualizados, bebedouros nipple e bandejas móveis em chapa, dando-se início ao período experimental.

Foram utilizadas 60 aves da linhagem Cobb com peso médio de 1292g, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis repetições e cinco aves por unidade experimental.

A FT substituiu em 20% uma ração-referência (RR) (Tabela 1), de forma que a ração teste fosse composta de 80% da RR e 20% da farinha analisada.

Tabela 1: Composição da ração referência (% na matéria natural)

| Ingredientes | (%) |
|--------------------------------------|-------|
| Milho | 63,46 |
| Farelo de soja | 31,54 |
| Óleo de soja | 1,53 |
| Calcário | 0,91 |
| Fosfato bicálcico | 1,62 |
| Sal | 0,36 |
| L-lisina.HCL (78%) | 0,11 |
| DL-metionina (99%) | 0,18 |
| Cloreto de colina (60%) | 0,06 |
| Suplemento mineral ¹ | 0,05 |
| Suplemento vitamínico ² | 0,10 |
| Anticoccidiano ³ | 0,05 |
| Promotor de crescimento ⁴ | 0,01 |
| Antioxidante ⁵ | 0,02 |
| Composição calculada | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 3.000 |
| Proteína (%) | 19,50 |
| Cálcio (%) | 0,87 |
| Fósforo disponível (%) | 0,41 |
| Lisina digestível (%) | 1,04 |
| Metionina digestível (%) | 0,46 |
| Metionina + cistina digestível (%) | 0,74 |
| Triptofano digestível (%) | 0,22 |
| Treonina digestível (%) | 0,67 |
| Sódio (%) | 0,19 |

¹ Suplemento mineral, conteúdo: Mg - 16,0 g; Fe - 100,00 g; Zn - 100,0 g; Cu - 2,0 g; Co - 2,0 g; I - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000 g.

² Suplemento vitamínico, conteúdo: vit. A - 10.000.000 UI; vit. D3 - 2.000.000 UI; vit. E - 30.000 UI; vit. B1 - 2,0 g; vit. B6 - 4,0 g; Ac. Pantotênico- 12,0 g; Biotina- 0,10 g; vit. K3 - 3,0 g; Ac. fólico - 1,0 g; Ac. Nicotínico- 50,0 g; vit. B12 - 15.000 mcg; Selênio- 0,25 g; e Veículo q. s. p. - 1.000 g.

³ Salinomicina - 12%; 4 Avilamicina 10%; 5BHT (Hidroxi Butil Tolueno).

O período experimental teve duração de dez dias, sendo cinco de adaptação e cinco para coleta total de excretas. As excretas de todas as unidades experimentais foram coletadas em bandejas cobertas com plásticos a intervalos de 12 horas para evitar fermentação. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos e armazenado em congelador até o final do período de coleta. Ao término do experimento, foram determinados o consumo de ração e a quantidade total de excretas.

Ao final do ensaio, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas e uma amostra de peso conhecido de cada repetição foi retirada e seca em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a determinação da amostra seca ao ar (ASA) das excretas. Após a pré-secagem as amostras foram moídas e as análises de MS, EB e N foram realizadas.

Com base nos resultados das análises, foi calculado o valor de EMA e EMA_n, por meio das equações propostas por Matterson et al. (1965).

Após a determinação dos valores de energia metabolizável foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade para a farinha. A determinação deste coeficiente tem como objetivo avaliar a eficiência de utilização da energia bruta como energia metabolizável pelas aves.

3.2 Experimento II - Determinação dos Coeficientes de Digestibilidade e Valores de Aminoácidos Digestíveis Verdadeiros

Para determinar os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e os aminoácidos digestíveis verdadeiros da FT, utilizou-se a técnica de alimentação forçada (SIBBALD, 1976) com galos adultos e cecectomizados. As cirurgias de cecectomia foram realizadas por meio de laparotomia abdominal e anestesia local, conforme a metodologia descrita por Pupa et al. (1998).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto por um alimento-teste (farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias) e um jejum, para determinação das perdas endógenas e metabólicas dos aminoácidos, com seis repetições e um galo por unidade experimental. Antes do início do período de coleta, os galos foram alojados em gaiolas individuais de baterias metálicas e durante um período de adaptação de três dias, receberam alimentação em dois turnos de uma hora cada, sendo um pela manhã e outra à tarde, com o objetivo de dilatar o papo.

Após o período de adaptação, nas primeiras 24 horas, os galos permaneceram em jejum, para esvaziamento do trato digestivo, sendo, em seguida, forçados a consumir 30 g do alimento, divididos em duas vezes, às 8 e 16 horas, a fim de evitar regurgitações. O alimento foi introduzido, por intermédio de um funil-sonda, via oral até o papo. Durante todo o período experimental foi fornecida água a

vontade. Paralelamente, foram alojados nas mesmas condições seis galos em jejum. As 56 horas restantes após a primeira alimentação corresponderam ao período de coleta de fezes, que foram realizadas duas vezes por dia (8 e 17 horas), para evitar fermentação do material sobre as bandejas que foram revestidas com plásticos e colocadas sob o piso das gaiolas.

O material recolhido foi quantificado e armazenado em freezer. Ao final do período de coleta, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, possibilitando a determinação dos valores de MS e nitrogênio total.

Os valores obtidos no tratamento-jejum foram utilizados para realizar as correções correspondentes às perdas metabólicas e endógenas dos aminoácidos.

Os aminogramas dos alimentos e das excretas foram realizados por cromatografia líquida de alta performance (HPLC) no Laboratório da Ajinomoto LTDA.

Conhecendo-se as quantidades de aminoácidos ingeridos e excretados, bem como a fração metabólica e endógena obtida com galos em jejum, foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira e o conteúdo digestível verdadeiro de cada aminoácido no alimento, por meio da fórmula proposta por Rostagno e Featherston (1977).

3.3 Experimento III – Desempenho Zootécnico, Avaliação de Carcaça e Análise Sensorial da Carne

Foram utilizados 480 pintos de um dia, da linhagem Cobb, com peso médio inicial de 43,87 g, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e 16 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em cinco rações com diferentes níveis de inclusão de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT): 0%, 2%, 4%, 6% e 8%.

Foram utilizadas duas fases experimentais (1 a 21 dias e 22 a 42 dias de idade). Para cada fase as dietas experimentais (Tabela 2 e 3) foram formuladas segundo as recomendações nutricionais propostas por Rostagno et al. (2005).

Tabela 2: Composição percentual e calculada das rações experimentais de 1 a 21 dias de idade

| Ingredientes | Níveis | | | | |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Milho | 55,42 | 57,03 | 58,65 | 60,26 | 61,87 |
| Farelo de soja | 37,04 | 34,69 | 32,34 | 29,99 | 27,64 |
| Óleo de soja | 2,96 | 2,24 | 1,52 | 0,79 | 0,07 |
| Fosfato bicálcico | 1,85 | 1,46 | 1,06 | 0,66 | 0,26 |
| Calcário calcítico | 0,91 | 0,77 | 0,64 | 0,50 | 0,37 |
| Sal comum | 0,50 | 0,48 | 0,47 | 0,45 | 0,43 |
| DL – Metionina 99% | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 |
| L – Lisina HCl | 0,30 | 0,31 | 0,32 | 0,33 | 0,34 |
| L – Treonina | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| Antioxidante ¹ | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Anticoccidiano ² | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Suplemento mineral ³ | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Suplemento vitamínico ⁴ | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Cloreto de colina 60% | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Promotor de crescimento ⁵ | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Inerte | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Farinha de tilápia | 0,00 | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 8,00 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Composição calculada | | | | | |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 3.002 | 3.002 | 3.002 | 3.002 | 3.002 |
| Proteína bruta (%) | 21,99 | 21,99 | 21,99 | 21,99 | 21,99 |
| Cálcio (%) | 0,908 | 0,908 | 0,908 | 0,908 | 0,908 |
| Fósforo disponível (%) | 0,454 | 0,454 | 0,454 | 0,454 | 0,454 |
| Lisina digestível (%) | 1,276 | 1,276 | 1,276 | 1,276 | 1,276 |
| Metionina digestível (%) | 0,605 | 0,612 | 0,619 | 0,627 | 0,634 |
| Metionina + cistina digestível (%) | 0,907 | 0,907 | 0,906 | 0,906 | 0,907 |
| Triptofano digestível (%) | 0,240 | 0,236 | 0,232 | 0,227 | 0,223 |
| Treonina digestível (%) | 0,829 | 0,829 | 0,829 | 0,829 | 0,829 |
| Potássio (%) | 0,834 | 0,805 | 0,778 | 0,748 | 0,719 |
| Sódio (%) | 0,218 | 0,218 | 0,218 | 0,218 | 0,218 |

¹ BHT (Hidroxi Butil Tolueno); ² Salinomicina – 12%; ³ Suplemento mineral, conteúdo: Mg - 16,0 g; Fe – 100,00 g; Zn – 100,0 g; Cu – 2,0 g; Co – 2,0 g; I – 2,0 g; e Veículo q. s. p. – 1.000 g; ⁴Suplemento vitamínico, conteúdo: vit. A – 10.000.000 UI; vit. D3 – 2.000.000 UI; vit. E – 30.000 UI; vit. B1 – 2,0 g; vit. B6 – 4,0 g; Ac. Pantotênico– 12,0 g; Biotina– 0,10 g; vit. K3 – 3,0 g; Ac. fólico – 1,0 g; Ac. Nicotínico– 50,0 g; vit. B12 – 15.000 mcg; Selênio– 0,25 g; e Veículo q. s. p. – 1.000 g.

⁵ Avilamicina 10%;

Tabela 3: Composição percentual e calculada das rações experimentais de 22 a 42 dias de idade

| Ingredientes | Níveis | | | | |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Milho | 62,93 | 64,54 | 66,15 | 67,77 | 69,38 |
| Farelo de soja | 29,09 | 26,74 | 24,39 | 22,04 | 19,69 |
| Óleo de soja | 3,88 | 3,16 | 2,44 | 1,71 | 0,99 |
| Fosfato bicálcico | 1,62 | 1,22 | 0,82 | 0,42 | 0,02 |
| Calcário calcítico | 0,83 | 0,70 | 0,56 | 0,43 | 0,30 |
| Sal comum | 0,46 | 0,44 | 0,43 | 0,41 | 0,39 |
| DL – Metionina 99% | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 |
| L – Lisina HCl | 0,27 | 0,28 | 0,29 | 0,30 | 0,31 |
| L – Treonina | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Antioxidante ¹ | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Anticoccidiano ² | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Suplemento mineral ³ | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Suplemento vitamínico ⁴ | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Cloreto de colina 60% | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Promotor de crescimento ⁵ | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Inerte | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Farinha de tilápia | 0,00 | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 8,00 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Composição calculada | | | | | |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 3.151 | 1.151 | 3.151 | 3.151 | 3.151 |
| Proteína bruta (%) | 18,99 | 18,99 | 18,99 | 18,99 | 18,99 |
| Cálcio (%) | 0,805 | 0,805 | 0,805 | 0,805 | 0,805 |
| Fósforo disponível (%) | 0,402 | 0,402 | 0,402 | 0,402 | 0,402 |
| Lisina digestível (%) | 1,073 | 1,073 | 1,073 | 1,073 | 1,073 |
| Metionina digestível (%) | 0,503 | 0,510 | 0,517 | 0,524 | 0,531 |
| Metionina + cistina digestível (%) | 0,772 | 0,772 | 0,772 | 0,772 | 0,772 |
| Triptofano digestível (%) | 0,201 | 0,197 | 0,192 | 0,188 | 0,184 |
| Treonina digestível (%) | 0,697 | 0,697 | 0,697 | 0,697 | 0,697 |
| Potássio (%) | 0,709 | 0,681 | 0,652 | 0,623 | 0,595 |
| Sódio (%) | 0,202 | 0,202 | 0,202 | 0,202 | 0,202 |

1 BHT (Hidroxi Butil Tolueno); 2 Salinomocina – 12%; 3 Suplemento mineral, conteúdo: Mg - 16,0 g; Fe – 100,00 g; Zn – 100,0 g; Cu – 2,0 g; Co – 2,0 g; I – 2,0 g; e Veículo q. s. p. – 1.000 g; 4Suplemento vitamínico, conteúdo: vit. A – 10.000.000 UI; vit. D3 – 2.000.000 UI; vit. E – 30.000 UI; vit. B1 – 2,0 g; vit. B6 – 4,0 g; Ac. Pantotênico– 12,0 g; Biotina– 0,10 g; vit. K3 – 3,0 g; Ac. fólico – 1,0 g; Ac. Nicotínico– 50,0 g; vit. B12 – 15.000 mcg; Selênio– 0,25 g; e Veículo q. s. p. – 1.000 g.
5 Avilamicina 10%;

As aves foram pesadas individualmente e distribuídas em grupos de 16 aves em seus respectivos tratamentos e repetições. Durante todo o experimento as aves receberam água e ração *ad libitum*. Diariamente foi registrada a umidade relativa do ar e a temperatura interna do galpão com termohigrômetro digital.

As aves foram vacinadas no incubatório contra Marek, Boubá Aviária, Bronquite Infecciosa e Gumboro. Aos 07 e 14 dias de idade todas as aves foram

vacinadas novamente contra Gumboro na água de bebida reconstituída em água sem cloro. As aves receberam, durante os primeiros dias de idade, aquecimento artificial, quando a temperatura ambiente não alcançasse 32°C, temperatura considerada de conforto na primeira semana de vida. O programa de iluminação utilizado foi constante, com 24 horas de luminosidade (luz natural e artificial). O peso das aves e o consumo de ração foram registrados semanalmente.

As características avaliadas foram o ganho de peso, peso final, consumo médio de ração, conversão alimentar e mortalidade de 1 a 21 dias e 1 a 42 dias de idade, os valores de conversão alimentar foram calculados em função do consumo de ração e o ganho de peso das aves no período. Os valores de mortalidade foram previamente transformados em raiz arco-seno. Aos 42 dias de idade foi calculado o Índice de Eficiência Produtiva (IEP).

Ao final do período experimental (42 dias de idade) as aves foram mantidas em jejum por 12 horas, para as mensurações dos parâmetros sanguíneos.

Duas aves por box representantes do peso corporal médio da respectiva parcela foram separadas e retirados 5,0 mL de sangue por meio da veia braquial de uma das asas. O soro foi obtido através da centrifugação do sangue e as leituras de triglicerídeos, cálcio e fósforo foram realizadas em espectrofotômetro com kits reagentes comerciais (KATAL).

Dentro da análise da viabilidade econômica foram calculados os custos das dietas experimentais, considerando o preço em reais dos ingredientes utilizados no experimento, bem como o índice de eficiência econômica utilizado para calcular a quantidade de recursos despendidos em alimentação para produzir um quilograma de peso vivo e o índice de custo, segundo Bellaver et al. (1985).

Para os cálculos de rendimento de carcaça, peito, coxa, sobre-coxa, asa, peso relativo do fígado e percentual de gordura abdominal, duas aves por unidade experimental, representantes do peso médio de cada parcela ($\pm 10\%$), foram abatidas por meio de ruptura da veia jugular e após sangria e depenação, foram evisceradas, tendo suas carcaças pesadas em balança digital. Após o abate, foram pesados o fígado e a gordura abdominal e em seguida determinado à porcentagem do fígado e gordura abdominal em relação ao peso da ave ao abate. Considerou-se gordura abdominal aquela depositada na região abdominal, próxima a Bursa de Fabricius e a moela. O rendimento de carcaça (desprovida de pés, cabeça e

pescoço) foi realizado em função do peso da ave ao abate e o rendimento de cortes em função do peso da carcaça.

Para determinar a taxa de deposição de proteína (TDP) e de gordura (TDG) nos cortes (peito e coxa/sobrecoxa) duas aves foram abatidas ao término do período experimental. Os cortes (sem pele) foram congelados em sacos plásticos e posteriormente moídos em moinho de carne industrial. Os cortes moídos foram pesados, homogeneizados e levados a estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem. Em seguida foram moídos em moinho tipo bola e conduzidos ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da UNIOESTE para realização das análises químicas. Foram determinadas a MS, PB e EE dos cortes, conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

As taxas foram calculadas por meio de abate feito a partir de um grupo adicional de 6 pintinhos com 1 dia de idade, comparadas com aquelas aves abatidas ao término do período experimental (42 dias).

A TDP e TDG foram calculadas segundo fórmulas citadas por Lorençon (2008):

$$TDP = (QP_{cf} - QP_{ci})/PE,$$

em que, QP_{cf} é a quantidade, em gramas, de proteína nos cortes finais; QP_{ci} é a quantidade de proteína nos cortes iniciais e, PE é o período experimental em dias. A QP_{cf} foi obtida multiplicando-se o peso médio dos cortes das aves de uma unidade experimental, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta dos cortes (PBC); enquanto QP_{ci} foi obtida pelo peso médio das aves da respectiva unidade experimental, ao início do experimento, multiplicando pelo rendimento médio dos cortes e pela PBC média do grupo adicional (6 pintinhos abatidos inicialmente).

$$TDG = (QG_{cf} - QG_{ci})/PE,$$

em que, QG_{cf} é a quantidade, em gramas, de gordura nos cortes finais; QG_{ci} é a quantidade de gordura nos cortes iniciais e, PE é o período experimental em dias. QG_{cf} e QG_{ci} foram obtidas de modo similar as QP_{cf} e QP_{ci} , utilizando-se os valores de EE dos cortes ao invés de PB.

Ao término do período experimental (42 dias de idade) após completo o processo de abate foram retirados os cortes de peito e pernas (coxa/sobrecoxa) de

duas aves por parcela. As amostras de carne foram empacotadas individualmente em sacos plásticos próprios para acondicionamento de alimentos, e foram guardadas em freezer até o momento de serem processadas para a análise sensorial.

Para certificação da qualidade microbiológica das amostras foi realizado a análise de contagem de coliformes a 35° e a 45°C. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Microbiológicas e Físico-Químicas de Alimentos e Água da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Medianeira, laboratório este credenciado pela Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB/PR. A metodologia utilizada foi a Instrução Normativa nº 62 de 26/08/2003, vigente no campus. Segundo laudo apresentado as amostras encontraram-se de acordo com a legislação vigente, apresentando um resultado $<10^3$ UFC/g, sendo o limite de 10^4 .

As avaliações sensoriais foram processadas conforme a metodologia descrita por Dutcosky (2007), utilizando-se 45 provadores não treinados e selecionados ao acaso. Para a aplicação dos testes foi utilizado uma ficha em escala hedônica de 9 pontos, variando de “desgostei muitíssimo” a “gostei muitíssimo” para as seguintes características: aroma, sabor, cor, textura e qualidade global. Os testes foram aplicados no Laboratório de Carnes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus de Medianeira.

No dia anterior à análise sensorial, as amostras foram retiradas do freezer e deixadas degelar em geladeira, à temperatura de 4°C. Após o degelo retirou-se a pele tanto da perna quanto do peito, sendo adicionado a carne 5% de sal comercial (NaCl) na proporção de 1 kg de carne. Ao término do preparo, as amostras de cada tratamento foram colocadas em forma embrulhadas com papel alumínio com a face brilhante para dentro.

Após assar, cada amostra foi aberta e a carne foi cortada em pedaços de aproximadamente 20 gramas sendo posteriormente distribuídas aos provadores. As amostras para cada provador foram identificadas com um número escolhido aleatoriamente e aquecidas no forno de microondas à potência máxima por 30 segundos, para que as amostras atingissem a temperatura de 45 a 50°C. As amostras aquecidas foram avaliadas de forma subjetiva em cabines individuais sob luz branca. As cabines individuais são necessárias a fim de garantir condições ideais ao provador para a degustação além de garantir a privacidade do julgador.

Como procedimento estatístico os dados de desempenho zootécnico foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial ou Linear Response Plateau (LRP), sendo posteriormente comparados os dados obtidos para a ração testemunha com cada um dos níveis de substituição de FT, através do teste de Dunnett. A comparação de médias para os dados de rendimento de carcaça, deposição de proteína e gordura nos cortes foi realizada pelo teste de Dunnett. Para os resultados da análise econômica e análise sensorial da carne a comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas por intermédio do programa SAS (2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição Química e Energética das Farinhas de Resíduo da Indústria de Filetagem de Tilápia

Os valores de composição química e energia bruta da FT apresentam diferenças quando comparados com os da literatura (Tabela 4).

Tabela 4: Composição proximal e valor de energia bruta expressos em matéria natural da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT)

| Composição | FT |
|-------------------------|--------|
| Matéria Seca (%) | 93,74 |
| Proteína Bruta (%) | 45,23 |
| Extrato Etéreo (%) | 21,08 |
| Energia Bruta (kcal/kg) | 4.778 |
| Matéria Mineral (%) | 23,64 |
| Fósforo (%) | 3,83 |
| Cálcio (%) | 7,71 |
| Magnésio (%) | 0,12 |
| Sódio (%) | 0,37 |
| Potássio (%) | 0,49 |
| Zinco (ppm) | 95,80 |
| Cobre (ppm) | 16,45 |
| Ferro (ppm) | 390,00 |
| Manganês (ppm) | 34,80 |

O conteúdo de energia bruta encontrado neste trabalho para FT (4.778 kcal/kg) foi superior ao observado por Gomes et al. (2007) e Ojewola e Udom (2005a) valor de 3.998 kcal/kg e 1.828 kcal/kg, respectivamente.

Segundo Nascimento et al. (2002) variações encontradas na composição química e energética dos subprodutos são comuns, pois, devido às diferentes matérias-primas utilizadas para a constituição das farinhas, não há uma padronização desses produtos, em virtude de alguns fatores operacionais. Ocorre ainda a interferência do tipo de processamento que cada farinha recebe, influenciando diretamente a composição química e, conseqüentemente, a qualidade desses alimentos.

A energia não é propriamente um nutriente, mas sim uma propriedade na qual os nutrientes produzem energia, quando oxidados pelo metabolismo (NRC, 1994). Desta forma, o alto conteúdo de EE (21,08%) encontrado neste estudo pode

ter influenciado no valor de EB do ingrediente. Valor inferior (9,62%) de EE foi encontrado por Faria et al. (2001).

Segundo Boscolo et al. (2008) na maioria das farinhas de peixes comerciais, a percentagem de gordura situa-se próximo de 10%. Esta diferença entre o teor de gordura da FT com a maioria das farinhas de peixes comerciais se deve principalmente à sua constituição física, que é compreendida por uma grande parcela de vísceras, sendo este o principal local de depósito de gordura das tilápias.

O valor de 45,23% de PB encontrada para FT a caracteriza como um ingrediente protéico, porém é inferior ao valor apresentado por Pezzato et al. (2002), Nengas et al. (1995) e Meurer et al. (2003b) que observaram valores de 57,60%, 68,16% e 58,47% de PB para farinha de peixe, respectivamente.

Boscolo et al. (2004) observaram que os valores de proteína bruta obtidos das farinhas de tilápia (FT) e corvina (FC) foram menores que o obtido pela farinha integral de camarão, segundo os autores este fato pode ser explicado pelo alto teor mineral e de extrato etéreo das FT e FC, visto que estes subprodutos são obtidos a partir da retirada do filé, que representa em torno de 33,5 a 37,5% do peso total do peixe.

O valor obtido para o conteúdo mineral foi superior (23,64%) aos encontrados na maioria das literaturas consultadas (OJEWOLA; UDOM, 2005a; HOSSAIN et al., 2003; MOGHADDAM et al., 2007). No entanto, Dale et al. (2004) avaliando o valor nutricional da farinha de tilápia encontrou valor superior (26,25%).

Os valores de Ca (7,71%) e P (3,83%) observados neste trabalho foram superiores aos relatados por Goddard et al. (2008) que estudando farinhas produzidas de resíduos de processamento de peixes inteiros na alimentação da tilápia do Nilo, encontraram variação de 1,29 a 3,61 e 0,88 a 1,85 para Ca e P, respectivamente.

Levando em consideração que a disponibilidade do P na farinha de carne, carne e ossos e farinha de peixe é em torno de 90% (LESSON; SUMMERS, 2001) e que segundo Rostagno et al. (2005) a exigência de frangos de corte machos com desempenho superior dependendo da fase (idade) para P disponível é de 0,37 a 0,45%, considera-se que a exigência deste mineral seria suprida com as quantidades fornecidas pela farinha em estudo.

Moghaddam et al. (2007) determinaram a composição química, conteúdo mineral e qualidade protéica da farinha de peixe (*Clupeonella engrauliformis*) e

constatarem que a farinha apresentou um baixo valor para energia bruta devido possivelmente a baixo teor de extrato etéreo e alto conteúdo de matéria mineral. Observaram que os valores para PB, EE e EB reduziram conforme aumentaram os valores para MM. Segundo os autores, o conteúdo mineral é um bom indicador para prever outros componentes químicos do produto final.

Segundo Boscolo et al. (2004) uma das características da composição química de farinhas de origem animal é o alto teor de cinzas, conseqüentemente, de fósforo. Desta forma, pelo fato de os animais consumirem grande quantidade desse mineral, ele também é eliminado, pelas fezes e pela urina, em grande quantidade no meio ambiente, o que vem causando, em alguns países, preocupação com o excesso desse mineral no solo, podendo causar problemas como a contaminação do solo e de lençóis freáticos (RUNHO et al., 2001).

Apesar disso a FT pode ser utilizada como fonte de minerais. De acordo com Lesson e Summers (2001) a viabilidade do fósforo na farinha de carne e farinha de peixe está em torno de 90%.

Os minerais assumem papel de importância, pois uma deficiência ou excesso deles impossibilita a ave de atingir o seu máximo desenvolvimento. Dentre os minerais, o cálcio é um macromineral essencial à estrutura óssea e ao metabolismo corporal (ALVES et al., 2002). O excesso de cálcio provoca um desequilíbrio com outros minerais, principalmente o fósforo, elevando sua exigência (SCHOULTEN et al., 2002).

Segundo Rodrigues et al. (2004) o nível de suplementação de cloreto de sódio deve ser ajustado de acordo com as variações deste elemento na composição dos ingredientes nas dietas. As funções metabólicas do sódio estão intimamente relacionadas com equilíbrio do volume hídrico, pH e transmissão de impulsos nervosos. Aves consumindo rações com altos níveis de Na aumentam o consumo de água e conseqüentemente aumentam a umidade das excretas.

Os elementos traços, incluindo cobre, ferro, manganês, selênio e zinco são requeridos em pequenas quantidades na dieta. Na prática, cobre e ferro geralmente estão presentes em níveis suficientes não necessitando de suplementação (NRC, 1994).

Ojewola e Udom (2005a) analisando a composição nutricional de subprodutos animais como fontes protéicas observaram uma porcentagem de 0,19, 0,28, 0,0018 e 0,0043 para K, Mg, Zn e Fe respectivamente para farinha de peixe. No entanto,

Moghaddam et al. (2007) encontraram valores superiores para K (0,52%) e Mg (0,27%) quando comparados aos dados obtidos neste estudo.

4.2 Perfil de Ácidos Graxos da Farinha de Resíduos da Indústria de Filetagem de Tilápia

Os ácidos graxos que tiveram destaque na FT analisada (Tabela 5) foram palmítico-16:0 (27,26%), oléico-18:1n-9c (32,99%) e linoléico-18:2n-6 (11,36%). Além disso, a FT em estudo apresentou 0,969 de ácido linolênico (18:3, n-3).

Tabela 5: Perfil de ácidos graxos¹ da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias

| Ácido Graxo | % | Desvio | Total de Ácidos Graxos | % |
|---------------|--------|--------|------------------------|---------|
| 14:0 | 3,809 | 0,085 | AGPI | 14,797 |
| 14:1n-7 | 0,202 | 0,004 | AGMI | 46,129 |
| 15:0 | 0,349 | 0,007 | AGS | 38,854 |
| 15:1n-9 | 0,131 | 0,002 | n-6 | 12,940 |
| 16:0 | 27,263 | 0,216 | n-3 | 2,078 |
| 16:1n-9 | 0,796 | 0,033 | AGPI/AGS | 0,381 |
| 16:1n-7 | 6,427 | 0,060 | n-6/n-3 | 6,228 |
| 16:1n-5 | 0,261 | 0,030 | LIPÍDIOS TOTAIS | 25,4653 |
| 17:0 | 0,575 | 0,014 | | |
| 17:1n-9 | 0,469 | 0,007 | | |
| 18:0 | 6,434 | 0,027 | | |
| 18:1n-9t | 0,593 | 0,010 | | |
| 18:1n-9c | 32,989 | 0,306 | | |
| 18:1n-7 | 2,475 | 0,037 | | |
| 18:2n-6 (LA) | 11,365 | 0,125 | | |
| 18:3n-3 (LNA) | 0,969 | 0,008 | | |
| 20:1n-9 | 1,288 | 0,014 | | |
| 20:2n-6 | 0,220 | 0,001 | | |
| 22:0 | 0,424 | 0,009 | | |
| 22:1n-9 | 0,498 | 0,008 | | |
| 20:4n-6 (AA) | 0,884 | 0,027 | | |
| 20:5n-3 (EPA) | 0,093 | 0,003 | | |
| 22:4n-6 | 0,471 | 0,003 | | |
| 22:5n-3 (DPA) | 0,343 | 0,002 | | |
| 22:6n-3 (DHA) | 0,673 | 0,011 | | |

¹Dados obtidos com base na porcentagem de área de cada ácido graxo em relação ao total de lipídios identificados

Os ácidos 18:2n-6 e 18:3n-3 são reconhecidos como ácidos graxos metabolicamente essenciais. A posição da dupla ligação nesses ácidos graxos é única porque elas não são formadas pelo organismo, devendo ser obtidas através da dieta. As exigências de ácidos graxos essenciais para aves em crescimento e adultas podem usualmente serem atendidas com uma alimentação contendo 1% de ácido linoléico (NRC, 1994). Desta forma, a FT em estudo supre adequadamente as exigências das aves.

De acordo com o NRC (1994) o emprego de um determinado perfil de ácidos graxos nas rações faz com que a composição tanto da carne quanto dos ovos se tornem semelhantes a da dieta fornecida.

Novello et al. (2008) analisando a composição bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe, concluíram que a inclusão de 9% de farinha de peixe em rações à base de milho e farelo de soja ocasionou aumento nos níveis de ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3.

Desta forma, o estudo da composição de ácidos graxos dos ingredientes utilizados na formulação de rações faz-se necessário para obter modificação dos ácidos graxos nas carnes assim bem como nos ovos, ocasionando benefícios a saúde do consumidor. Segundo Von Schacky (2000) os ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3 (AGPI n-3) produzem no homem compostos denominados eicosanóides, envolvidos em vários processos metabólicos de grande importância, principalmente os vasculares, com ações antitrombóticas e antiinflamatórias.

No entanto Furuya et al. (2006) afirmam que as concentrações de AGPI n-3 na carne de peixes variam de acordo com a espécie e dependem especialmente da dieta consumida pelo peixe. Suárez-Mahecha et al. (2002) afirmam que os peixes de ambiente natural consomem maior quantidade de ômega-3 devido ao fato de sua dieta conter níveis mais elevados do mesmo, diferentes dos peixes de cultivo, que recebem n-3 de fontes oleaginosas. Da mesma forma, Souza et al. (2007) afirmam que os peixes marinhos possuem uma relação n-3/n-6 superior que os peixes de água doce, devido a uma maior presença da série ômega-3 na sua cadeia trófica.

O valor obtido neste experimento para a percentagem total de ácidos graxos ômega-3 foi de 2,08, valor este inferior (3,7) ao relatado por Dale et al. (2004). De acordo com os autores a composição de ácidos graxos da farinha de tilápia é

geralmente similar as demais farinhas obtidas de peixes cultivados em água doce como o catfish. As maiores diferenças observadas são quanto ao maior conteúdo do ácido palmítico e baixo conteúdo de ácidos graxos ômega-3, devido a tilápia ser cultivada em água doce, sem acesso a plâncton.

Avaliando as relações ácidos graxos poliinsaturados/ácidos graxos saturados (AGPI/AGS) e n-6/n-3 observa-se valor de 0,381 e 6,228, respectivamente. Furuya et al. (2006) afirmaram que a composição lipídica dos peixes reflete diretamente o teor de sua dieta e consideraram as razões AGPI/AGS superior a 0,45 e n-6/n-3 inferior a 4 satisfatórias, indicando um conteúdo lipídico desejável sob o aspecto nutritivo.

4.3 Valores de Energia Metabolizável e seus Coeficientes de Metabolizabilidade

Os valores energéticos (Tabela 6) dos alimentos alternativos, sobretudo os de origem animal, podem apresentar variações devido principalmente a diferentes matérias-primas utilizadas e a não padronização dos processamentos desses ingredientes (CACHERINI et al., 2005).

Tabela 6: Valores energéticos das farinhas de resíduo de tilápia e seus respectivos desvios-padrão (DP) e coeficientes de metabolizabilidade, expresso na matéria natural

| | Farinha de Resíduo de Tilápia |
|----------------------------|--|
| EMA (kcal/kg) | 3.733 ± 116,07 |
| EMA _n (kcal/kg) | 3.082 ± 114,07 |
| | Coeficientes de Metabolizabilidade (%) |
| CEMA | 78,13 ± 2,43 |
| CEMA _n | 64,50 ± 2,39 |

* EMA = energia metabolizável aparente; EMA_n = EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio; CEMA = coeficiente da EMA; CEMA_n = coeficiente da EMA_n.

Vários fatores afetam os valores de energia metabolizável, entre os quais a idade das aves, o alimento, composição química, níveis de cálcio e fósforo, nível de inclusão do ingrediente teste, taxa de consumo, metodologia utilizada para determinação dos valores energéticos e os fatores antinutricionais dos alimentos. Assim, na tentativa de redução dessas variações o balanço de nitrogênio é utilizado, podendo ser negativo ou positivo (SOARES et al., 2005).

A correção usual para o nitrogênio é de 8,22 kcal/g de nitrogênio (N) retido ou excretado, sendo que este é o valor de energia para o ácido úrico. Assumindo que os animais durante o ensaio metabólico retêm N a correção é adicionada a energia da excreta, assim a EMA_n seria menor que a EMA. No entanto, se o balanço de nitrogênio for negativo durante a coleta de excreta, o fator de correção será subtraído da energia da excreta (LEESON; SUMMERS, 2001).

No presente estudo os valores de EMA foram 17,44% superiores aos de EMA_n . Segundo Nunes et al. (2005) os valores mais baixos de EMA_n são próprios dos valores energéticos quando estes são determinados pelo método tradicional de coleta total de excretas com pintos em crescimento, o que é caracterizado pela maior retenção de nitrogênio das aves em crescimento.

O perfil de ácidos graxos que compõem os ingredientes podem influenciar diretamente nos valores energéticos, uma vez que a absorção dos ácidos graxos insaturados é mais eficaz pelo organismo animal. Soares et al. (2005) analisando diferentes alimentos protéicos de origem animal, encontraram valores inferiores de EMA_n para farinha de carne e ossos em relação à farinha de peixe. Segundo os autores, a farinha de carne e ossos possui uma maior quantidade de ácidos graxos saturados, enquanto que a farinha de peixe possui ácidos graxos insaturados.

O conteúdo de matéria mineral, cálcio e fósforo presente nos ingredientes também podem interferir nos valores energéticos dos alimentos. Brumano et al. (2006a) avaliando a composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades, observaram que possivelmente a utilização de 30% de farinha de carne e ossos acarretou excesso de íons cálcio no lúmen intestinal das aves, resultando na saponificação da gordura deste alimento, reduzindo sua utilização.

Segundo Leeson e Summers (2001) a saponificação parece ser um problema de menor proporção em aves mais velhas. Há indicação de que quando sabões são formados no trato digestivo superior eles são subseqüentemente solubilizados no trato inferior quando o pH se modifica. Desta forma, o controle do pH da digesta pode ser um importante parâmetro para controlar a saponificação.

De acordo com Nunes et al. (2005) o conteúdo de PB, EE e a composição dos ácidos graxos e minerais provavelmente são os fatores que mais contribuem para as variações nos valores energéticos dos alimentos.

No entanto, segundo Nascimento et al. (2005) além da composição química, o nível de substituição do alimento-teste pela ração-referência também é um fator que pode influenciar nos valores de energia metabolizável.

O valor de $CEMA_n$ encontrado para FT neste estudo (64,50%) foi superior ao encontrado por Rostagno et al. (2005) valor de 63,78%.

As variações encontradas para coeficientes de metabolizabilidade podem ser atribuídas aos diferentes processamentos a que os alimentos são submetidos. A temperatura necessária para eliminação dos agentes patogênicos presentes nos resíduos geralmente é elevada. Essa alta temperatura proporciona reações entre os nutrientes, formando complexos ou provocando desnaturação protéica, tornando esses nutrientes indigeríveis e ocasionando redução no valor energético dos alimentos (BUTOLO, 2002).

4.4 Valores dos Coeficientes de Digestibilidade Verdadeira e Composição dos Aminoácidos

Os resultados de coeficientes de digestibilidade (Tabela 7) encontrados neste trabalho para aminoácidos essenciais foram superiores aos encontrados por Garcia et al. (2007) e Brumano et al. (2006b). Parsons (1996) estudando a digestibilidade de aminoácidos da farinha de peixe para aves obtiveram valores inferiores para lisina (88%), metionina (92%) e treonina (89%).

Tabela 7: Valores dos coeficientes de digestibilidade verdadeira (CD) dos aminoácidos essenciais e não-essenciais, aminoácidos totais e digestíveis verdadeiros com seus respectivos desvios-padrão da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias

| | CD | AA ¹ | AA ² |
|---------------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|
| Aminoácidos essenciais (%) | | | |
| Lisina | 93,72 ± 0,17 | 2,71 | 2,54 |
| Metionina | 93,09 ± 1,08 | 1,03 | 0,96 |
| Metionina + Cistina | 88,53 ± 1,01 | 1,29 | 1,14 |
| Treonina | 90,08 ± 0,35 | 1,75 | 1,58 |
| Arginina | 96,27 ± 0,22 | 2,97 | 2,86 |
| Histidina | 88,96 ± 0,52 | 0,80 | 0,72 |
| Valina | 90,62 ± 1,10 | 1,79 | 1,63 |
| Isoleucina | 91,52 ± 1,17 | 1,45 | 1,32 |
| Leucina | 93,05 ± 0,81 | 2,71 | 2,52 |
| Fenilalanina | 94,61 ± 0,65 | 1,65 | 1,56 |
| Aminoácidos não-essenciais (%) | | | |
| Cistina | 69,73 ± 1,72 | 0,25 | 0,18 |
| Alanina | 93,48 ± 0,97 | 3,47 | 3,25 |
| Ácido aspártico | 87,41 ± 0,60 | 3,78 | 3,20 |
| Ácido glutâmico | 93,30 ± 0,39 | 5,54 | 5,17 |
| Serina | 88,69 ± 0,76 | 1,77 | 1,57 |
| Tirosina | 92,31 ± 0,81 | 1,20 | 1,11 |

1 Aminoácidos totais; 2 Aminoácidos digestíveis;

Através dos coeficientes de digestibilidade determina-se a quantidade de aminoácidos que realmente é aproveitada pelos animais (NUNES et al., 2001). A digestibilidade da proteína e dos aminoácidos nos subprodutos depende da temperatura e do cozimento, que variam entre os sistemas de processamento, assim como entre a proporção de matérias-primas utilizadas (BRUMANO et al., 2006b).

Um superaquecimento durante a cocção resulta em uma redução na qualidade da proteína e digestibilidade de aminoácidos tal como lisina e cistina, sendo a cistina mais sensível as altas temperaturas. A redução na qualidade se deve a formação de cadeias dissulfídicas e conseqüentemente aumento no índice de passagem da proteína pelo trato gastrointestinal (MOGHADDAM et al., 2007).

Reações entre os grupos carboxil dos ácidos aspártico e glutâmico e o grupamento e-amino da lisina também podem ser produzidas durante o processamento térmico, sendo que o produto resultante dessas reações possui ligações que podem ser resistentes a hidrólise enzimática. A ocorrência de tais reações pode prejudicar a digestibilidade subseqüente dos aminoácidos (LEESON; SUMMERS, 2001).

Segundo Furuya et al. (2001) o tratamento térmico excessivo pode levar a perdas de aminoácidos principalmente pela reação de Maillard. Os produtos produzidos durante a reação são resistentes a hidrólise pelas enzimas endógenas digestivas (LEESON; SUMMERS, 2001). A lisina é o aminoácido mais afetado usualmente pelo superaquecimento devido sua maior susceptibilidade a reação de Maillard (PARSONS, 1996). A queda na digestibilidade reduz, conseqüentemente, a eficiência de utilização e a disponibilidade de alguns aminoácidos para a síntese de proteína corporal e deposição de proteína no ovo (SILVA et al., 2000).

Os valores de digestibilidade para os aminoácidos não-essenciais reportados por Parsons (1996) demonstraram uma inferioridade quando comparados aos encontrados neste trabalho. Os coeficientes da FT estudada foram em média superiores em 10,57% para alanina, 11,91% para ácido aspártico, 31,88% para cistina, 8,14% para ácido glutâmico, 15,21% para serina e 13,44% para tirosina. No entanto, Brumano et al. (2006b) encontraram valores superiores de digestibilidade para cistina (83,09%) e serina (90,12%).

Além dos aminoácidos supracitados que podem ser influenciados por um processamento térmico excessivo com o aminoácido sulfurado cistina também pode haver perdas pois este é transformado em lantionina. Porém em uma situação de processamento insuficiente poderá não ocorrer uma hidrólise completa, reduzindo os valores de digestibilidade dos nutrientes (NASCIMENTO, 2000).

Normalmente os requerimentos de aminoácidos são baseados nos níveis de aminoácidos totais dos alimentos, entretanto, as quantidades destes aminoácidos contidas nos ingredientes são muito maiores que as quantidades digestíveis. Desta forma, a formulação de rações para aves baseadas em aminoácidos digestíveis possuem qualidade superior do que aquelas baseadas em aminoácidos totais (WANG; PARSONS, 1998).

Ravindran et al. (2005) constataram variações na composição aminoacídica da farinha de peixe (FP) semelhantes as encontradas para farinha de carne e de carne e ossos. Segundo os autores as FP são produzidas a partir de diferentes tipos e espécies de peixes e essa grande diversidade de matéria-prima pode ser responsável por essas variações.

Hossain et al. (2003) encontraram valores com base em aminoácido total para lisina (3,17%) e metionina (1,12%) superiores aos obtidos neste trabalho. Da mesma forma Dale et al. (2004) também constataram valores superiores de

digestibilidade. Em contrapartida, Brumano et al. (2006b) encontraram valores superiores para a maioria dos aminoácidos, exceto para lisina e metionina.

Evidencia-se, a partir das variações observadas nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos, a grande importância da digestibilidade desses nutrientes, quando da formulação de rações, para que se possa obter máximo desempenho de aves. Este fator é intensificado quando se trabalha com alimentos alternativos ao milho e ao farelo de soja (OST et al., 2007).

4.5 Desempenho Zootécnico

Comparando os resultados obtidos para a ração testemunha (0% de inclusão) com cada um dos níveis de substituição de FT testados observou-se que a inclusão de 2% de FT nas dietas melhorou os resultados de consumo médio de ração, peso final, ganho médio de peso no período de 1 a 21 dias de idade (Tabela 8). Para os demais níveis de inclusão os parâmetros avaliados não diferiram ($P < 0,05$) do tratamento controle.

Tabela 8: Desempenho zootécnico de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT)

| | Níveis de inclusão (%) | | | | | CV (%) |
|------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|--------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | |
| CMR (g) | 1150,29b | 1222,28a | 1189,70b | 1202,73b | 1192,25b | 3,18 |
| PF (g) | 847,83b | 897,55a | 885,21b | 885,00b | 887,60b | 3,49 |
| GMP (g) | 804,26b | 853,53a | 841,39b | 841,13b | 843,53b | 3,67 |
| CA ^{ns} | 1,359 | 1,359 | 1,337 | 1,364 | 1,339 | 2,58 |
| Mort. (%) | 3,12a | 1,04a | 0b | 0b | 0b | 14,77 |

¹Média, na linha, seguida de letra distinta difere ($P < 0,05$) pelo teste de Dunnett do tratamento controle.

²CMR = consumo médio de ração; PF = peso final médio; GMP = ganho médio de peso; CA = conversão alimentar; Mort. = mortalidade.

Na análise de regressão para a fase de 1 a 21 dias (Tabela 9), embora tenha variado de forma quadrática, o modelo LRP foi o que apresentou a menor soma de quadrados dos desvios e que melhor se ajustou aos dados de peso final e ganho médio de peso, estimando a ocorrência de platô a partir do nível de inclusão de 2,10 e 2,02, respectivamente (Tabela 9). Para consumo médio de ração o modelo LRP foi

o único que se ajustou aos dados, estimando a ocorrência de platô a partir do nível de inclusão de 1,86.

Tabela 9: Equações de regressão para peso final, ganho médio de peso e consumo médio de ração de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade

| Parâmetro ¹ | Métodos Aplicados ² | Equação | R ² |
|------------------------|--------------------------------|--|----------------|
| PF | LRP | $Y = 848,607 + 24,1721x - 2,70938x^2$ | 0,98 |
| | Equação quadrática | $Y = 850,237 + 20,6396x - 2,03006x^2$ | 0,94 |
| GMP | LRP | $Y = 839,3641 + 3,0000x + 14,0000x^2$ | 0,98 |
| | Equação quadrática | $Y = 806,572 \times 10^3 + 20,5578x - 2 \times 10^{-25} 22x^2$ | 0,94 |
| CMR | LRP | $Y = 1184,6236 + 2,0000x + 6,6667x^2$ | 1,00 |

¹PF = peso final médio; GMP = ganho médio de peso; CMR = consumo médio de ração.

²LRP = Linear Response Plateau.

Segundo Brumano et al. (2006a) as aves mais jovens possuem menor capacidade de digestão e absorção dos nutrientes, visto que o sistema digestivo encontra-se ainda em desenvolvimento, enquanto as mais velhas, com sistema digestivo plenamente desenvolvido, possuem maior tamanho do trato digestivo e maior produção de enzimas e secreções gástricas, conseqüentemente um melhor aproveitamento dos alimentos.

Da mesma forma Lima et al. (2003) enfatizam que as funções digestivas das aves sofrem um processo de maturação com o decorrer da idade, tanto no que diz respeito à produção enzimática quanto ao processo de absorção de nutrientes. A influência da idade da ave, neste processo, está relacionada à maturação dos órgãos que compõem o sistema digestório, incluindo a produção de enzimas digestivas como a lipase, amilase e proteases.

Soares et al. (2005) sugeriram que pintos na primeira semana de idade tem uma capacidade diferenciada de aproveitamento dos nutrientes, de acordo com o alimento e suas características.

Desta forma, o fator idade pode ter influenciado na utilização dos nutrientes das dietas com níveis mais elevados de inclusão, fazendo com que os animais não obtivessem o máximo aproveitamento da mesma.

Outro fator que pode afetar o desempenho dos animais é a qualidade protéica dos ingredientes utilizados nas rações. Segundo Anderson et al. (1993) a

conservação da matéria prima pode influenciar na qualidade da proteína. Longos tempos de estocagem podem causar degradação dos aminoácidos por atividades bacterianas resultando na produção e acúmulo de aminas biogênicas que decrescem a qualidade protéica do produto final, sendo que esses compostos tóxicos afetam adversamente a performance animal.

Ponce e Gernat (2002) avaliando o efeito do uso de diferentes níveis de substituição da proteína bruta proveniente do farelo de soja por farinha de tilápia na dieta de frangos de corte observaram melhoras no peso corporal, consumo de ração e conversão alimentar dos 14 aos 28 dias com níveis de substituição de 10 e 20%, o que resultou em uma inclusão de 2,97 e 5,95% de FT nas rações.

Karimi (2006) não constatou influência sobre o peso corporal, ganho diário de peso e conversão alimentar com 2,5 e 5% de inclusão de farinha de peixe na dieta de frangos. No entanto, para o consumo alimentar observaram um incremento conforme houve o aumento do nível de inclusão. Segundo Cancherini et al. (2005) quando as dietas são nutricionalmente desbalanceadas, o mecanismo que regula o consumo pode modificar, podendo ocasionar aumento na ingestão de alimento, em resposta às alterações no metabolismo energético ou à demanda crescente dos aminoácidos na ração.

Tal constatação não foi observada neste experimento, uma vez que os valores nutricionais para todas as dietas experimentais foram mantidos os mesmos, principalmente de energia, que pode influenciar diretamente no consumo de ração.

Considerando o período total do experimento (1 a 42 dias de idade) não foi observada diferença ($P>0,05$) para os parâmetros analisados (Tabela 10) independente do nível de inclusão da farinha de tilápia.

Tabela 10: Desempenho zootécnico de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT)

| | Níveis de inclusão (%) | | | | | CV (%) |
|-------------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | |
| CMR ^{ns} (g) | 4649,66 | 4795,95 | 4757,84 | 4777,64 | 4820,19 | 3,02 |
| PF ^{ns} (g) | 2703,40 | 2798,54 | 2768,14 | 2763,26 | 2778,57 | 2,62 |
| GMP ^{ns} (g) | 2659,83 | 2754,52 | 2724,32 | 2719,39 | 2734,50 | 2,66 |
| CA ^{ns} | 1,72 | 1,71 | 1,72 | 1,73 | 1,73 | 1,24 |
| Mort. ^{ns} (%) | 4,17 | 4,17 | 5,21 | 2,08 | 2,08 | 24,05 |
| IEP ^{ns} | 351,27 | 362,12 | 351,45 | 364,59 | 364,51 | 5,89 |

^{ns} = não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett .

Na análise de regressão para a fase de 1 a 42 dias (Tabela 11), a regressão linear se ajustou aos dados para as variáveis de conversão alimentar, ganho médio de peso, consumo médio de ração e IEP. Para peso final o modelo LRP foi o único que se ajustou aos dados, estimando a ocorrência de platô a partir no nível de inclusão de 2,26 de FT.

Tabela 11: Equações de regressão para conversão alimentar, ganho médio de peso, consumo médio de ração, índice de eficiência produtiva e peso final de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade

| Parâmetro ¹ | Métodos Aplicados ² | Equação | R ² |
|------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| CA | Equação linear | $Y = 0,0068x + 1,7004$ | 0,98 |
| GMP | Equação linear | $Y = 20,974x + 2680,3$ | 0,93 |
| CMR | Equação linear | $Y = 38,306x + 4633,3$ | 0,92 |
| IEP | Equação linear | $Y = 5,5442x + 344,21$ | 0,97 |
| PF | LRP | $Y = 2702,89 + 45,0529x - 5,25757x^2$ | 1,00 |

¹ CA = conversão alimentar; GMP = ganho médio de peso; CMR = consumo médio de ração; PF = peso final médio.

²LRP = Linear Response Plateau.

Novello et al. (2007) analisando o desempenho zootécnico de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia branca não encontraram diferença entre os níveis de inclusão (0%, 4,5% e 9% de farinha de peixe) no desempenho das aves.

Da mesma forma, Ojewola et al. (2005b) comparando a utilização de três diferentes fontes protéicas (farinhas de peixes inteiros e farinha de resíduo de processamento) para frangos de corte observaram que a performance das aves não foi influenciada pelas fontes protéicas.

No entanto, analisando o efeito de elevados níveis de proteína oriunda da farinha de tilápia (0, 25, 50, 75 e 100%) em substituição à proteína de farelo de soja em rações para frangos, Maigualema e Gernat (2003) encontraram diferenças para as características de peso da ave, consumo de ração e conversão alimentar no período de 7 até 42 dias de idade, quando os animais receberam acima de 50% de proteína proveniente da farinha de tilápia.

Analisando os dados da primeira fase experimental (1 a 21 dias) e o período total (1 a 42 dias) observa-se que a influência dos níveis de substituição no período inicial não deu continuidade no período subsequente. Segundo Uni et al. (1998) a entrada alimentar exógena é acompanhada por um desenvolvimento rápido do trato gastrointestinal e dos órgãos associados na assimilação desses nutrientes. Segundo

esses autores, mudanças foram documentadas com relação a secreção de algumas enzimas pancreáticas de 4 a 21 dias. Desta forma, a idade das aves parece ser o fator responsável pela menor utilização na fase inicial.

4.6 Parâmetros Sanguíneos

Os valores de fósforo, cálcio e triglicerídeos apresentaram diferenças ($P < 0,05$) considerando os diferentes níveis de inclusão de FT (Tabela 12).

Tabela 12: Resultado médio para parâmetros sanguíneos obtidos aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT)

| Níveis de inclusão (%) | Níveis de inclusão (%) | | | | | CV (%) |
|------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | |
| Fósforo | 6,94a | 6,60a | 6,25b | 5,99b | 5,99b | 9,08 |
| Cálcio | 9,37a | 8,97a | 8,69b | 8,33b | 8,32b | 7,36 |
| Triglicerídeos | 21,95a | 26,02a | 25,46a | 32,45b | 34,37b | 23,94 |

¹Média, na linha, seguida de letra distinta diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Dunnett do tratamento controle.

Para os tratamentos que possuíam maiores níveis de inclusão de FT (4, 6 e 8%) os valores de cálcio e fósforo sanguíneo apresentaram diferenças ($P < 0,05$) quando comparados ao tratamento controle (0% de FT), sendo que quanto maior a inclusão da farinha menor o nível sérico desses minerais.

Na análise de regressão para os parâmetros sanguíneos obtidos neste trabalho o modelo LRP foi o que se ajustou aos dados de fósforo e cálcio, estimando a ocorrência de platô a partir do nível de inclusão de 6,07 e 5,51%, respectivamente. Observou-se aumento linear dos níveis de inclusão de FT sobre os valores de triglicerídeos (Tabela 13).

Tabela 13: Equações de regressão para fósforo, cálcio e triglicerídeos de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade

| Parâmetro | Métodos Aplicados ¹ | Equação | R ² |
|----------------|--------------------------------|---------------------------|----------------|
| Fósforo | LRP | $Y = 6,94417 - 0,172917x$ | 1,00 |
| Cálcio | LRP | $Y = 9,34509 - 0,16848x$ | 0,99 |
| Triglicerídeos | Equação linear | $Y = 21,7972 + 1,56360x$ | 0,88 |

¹LRP = Linear Response Plateau.

Um fator que pode afetar a absorção dos minerais é a disponibilidade biológica, que se refere à porção do nutriente que é efetivamente utilizada pelo animal. A grande variação da disponibilidade do cálcio nos alimentos deve-se principalmente à composição química da fonte suplementar utilizada, à combinação química e/ou da associação física do cálcio com outros componentes formando em alguns casos quelatos e fitatos de baixa solubilidade ou baixa disponibilidade (NUNES, 1995).

Desta forma, o aproveitamento do cálcio em frangos de corte de dietas comerciais é relativamente baixo e um dos prováveis motivos é a indisponibilidade deste mineral devido às ligações com diversas substâncias nas dietas (VIEIRA, 2007).

Neste trabalho os níveis de Ca e P disponível foram mantidos na mesma proporção para todos os níveis de inclusão, não havendo influência da percentagem fornecida dos minerais supracitados.

Quanto aos teores de triglicerídeos, houve diferença ($P < 0,05$) entre os níveis de inclusão de FT comparativamente com o tratamento controle (0% de FT). Constatou-se que os menores teores de triglicerídeos no sangue foram obtidos com os menores níveis de inclusão da farinha. No entanto, Van Elswyk et al. (1994) afirmaram que aves que consomem uma dieta de pescados apresentam maior infiltração de ácido eicosapentaenóico (EPA) nas células hepáticas assim como, menor concentração de triglicerídeos e colesterol no plasma.

Segundo Suárez-Mahecha et al. (2002) esses efeitos são atribuídos à presença de ácidos graxos ômega-3, principalmente EPA e o docosahexaenóico (DHA). No entanto, comparando espécies de água doce e de água salgada, observa-se que os peixes marinhos apresentam maior concentração de ácidos graxos da série ômega-3. Isto se deve ao alto conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 em algumas espécies de fitoplâncton marinho, contidos em sua dieta (SOUZA et al., 2007).

Desta forma, a não redução dos níveis de triglicerídeos com a inclusão de FT pode ter sido causada devido ao perfil de ácidos graxos apresentada pela farinha.

4.7 Avaliação Econômica

Os resultados da análise econômica para utilização de FT na fase inicial de criação (1 a 21 dias), bem como no seu período total (1 a 42 dias) apresentaram diferenças ($P < 0,05$) entre os diferentes níveis de inclusão para custo de ração, índice de eficiência econômica e índice de custo (Tabela 14).

Tabela 14: Custo em ração do kg de peso ganho (CR), índice de custo (IC) e índice de eficiência econômica (IEE), de frangos de corte alimentados com níveis crescentes de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT)

| | Níveis de inclusão (%) | | | | | CV(%) |
|-------------|------------------------|----------|---------|---------|---------|-------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | |
| CR | | | | | | |
| 1 a 21 dias | 1,68c | 1,76bc | 1,80b | 1,90a | 1,96a | 2,55 |
| 1 a 42 dias | 1,34a | 1,28b | 1,23c | 1,19d | 1,14e | 1,24 |
| IEE (%) | | | | | | |
| 1 a 21 dias | 99,84a | 95,55ab | 93,10b | 88,37c | 85,70c | 2,88 |
| 1 A 42 dias | 85,07e | 88,90d | 92,37c | 95,91b | 100,00a | 1,64 |
| IC (%) | | | | | | |
| 1 a 21 dias | 100,16c | 104,73bc | 107,51b | 113,28a | 116,78a | 2,99 |
| 1 a 42 dias | 117,59a | 112,53b | 108,27c | 104,29d | 100,00e | 1,74 |

¹Médias, na linha, seguidas de letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Segundo Ramos et al. (2006) a análise econômica é um fator determinante na decisão pela utilização ou não de um ingrediente na alimentação das aves. A utilização de fontes alimentares alternativas em rações para frangos de corte visando minimizar o custo por unidade de ganho de peso permite abordar em pesquisas não apenas os parâmetros zootécnicos, mas também os econômicos.

No período de 1 a 21 dias os índices de eficiência econômica e custo foram melhores para a ração testemunha (0% de inclusão), no entanto, não diferiu ($P > 0,05$) do tratamento com 2% de inclusão, sendo desta forma, igualmente viável a inclusão nesta proporção de FT na ração. Desta forma, o custo por kg de peso vivo produzido e o índice de custo aumentaram à medida que os níveis de FT se elevaram. Com relação ao IEE, foi observado efeito negativo, demonstrando que, com o aumento dos níveis de inclusão de FT, houve maior custo ou menor eficiência econômica das rações.

Considerando o período total de criação (1 a 42 dias), os resultados mostram que o menor custo de produção de cada kg de peso vivo de frango, em ração, e o

melhor índice de custo e de eficiência econômica foram obtidos quando os frangos foram submetidos ao tratamento 5, que consistiu em ração com 8% de farinha de resíduo de filetagem de tilápia. Neste caso, observou-se que o custo por kg de peso vivo produzido e o índice de custo reduziram à medida que os níveis de FT se elevaram, havendo uma melhoria com relação ao IEE com o aumento da inclusão de FT, efeitos estes contrários aos observados no período inicial (1 a 21 dias).

Com base nos resultados de desempenho, não foi observado diferença significativa entre os parâmetros avaliados e os níveis de inclusão de FT, considerando o período total experimental. Desta forma, verificou-se ser possível a inclusão de até 8% de FT sem afetar resultados de desempenho, além de tornar a ração economicamente mais viável, ficando na dependência da disponibilidade e do preço final do resíduo.

4.8 Rendimento de Carcaça

Não houve efeito ($P > 0,05$) entre os diferentes níveis de inclusão de FT comparativamente com o tratamento controle (0% de inclusão) para os parâmetros avaliados de rendimento de carcaça (Tabela 15).

Tabela 15: Efeito da inclusão de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT) sobre as características de carcaça, peso relativo do fígado e deposição de gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade

| (%) | Níveis de inclusão (%) | | | | | CV (%) |
|-------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | |
| RC ^{ns} | 76,49 | 75,71 | 76,02 | 75,60 | 76,67 | 3,57 |
| RCX ^{ns} | 12,09 | 12,44 | 12,45 | 12,69 | 12,76 | 6,86 |
| RSC ^{ns} | 15,81 | 15,35 | 14,54 | 15,38 | 15,34 | 8,21 |
| RA ^{ns} | 10,67 | 10,35 | 10,53 | 10,68 | 10,33 | 6,67 |
| RP ^{ns} | 34,12 | 35,27 | 35,43 | 34,97 | 35,10 | 6,37 |
| PRF ^{ns} | 1,70 | 1,77 | 1,78 | 1,75 | 1,89 | 19,49 |
| GA ^{ns} | 1,08 | 1,31 | 1,42 | 1,69 | 1,52 | 38,33 |

^{ns} = não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

² RC = rendimento de carcaça; RCX = rendimento de coxa; RSC = rendimento de sobrecoxa; RA = rendimento de asa; RP = rendimento de peito; PRF = peso relativo do fígado; GA = gordura abdominal.

Na análise de regressão para as características de carcaça, peso relativo do fígado e deposição de gordura abdominal (Tabela 16) a regressão linear se ajustou aos dados para todas as variáveis, exceto para rendimento de peito.

Tabela 16: Equações de regressão para características de carcaça, peso relativo de fígado e deposição de gordura abdominal de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade

| Parâmetro ¹ | Método Aplicado | Equação | R ² |
|------------------------|-----------------|------------------------|----------------|
| RC | Equação linear | $Y = 0,1372x + 75,954$ | 0,93 |
| RCX | Equação linear | $Y = 0,1717x + 11,947$ | 0,98 |
| RSC | Equação linear | $Y = 0,1921x + 15,853$ | 0,86 |
| RA | Equação linear | $Y = 0,0821x + 10,766$ | 0,96 |
| PRF | Equação linear | $Y = 0,044x + 1,663$ | 0,97 |
| GA | Equação linear | $Y = 0,0987x + 1,0766$ | 0,91 |

¹ RC = rendimento de carcaça; RCX = rendimento de coxa; RSC = rendimento de sobrecoxa; RA = rendimento de asa; PRF = peso relativo do fígado; GA = gordura abdominal.

Ponce e Gernat (2002) e Maigualema e Gernat (2003) avaliando o efeito da utilização de diferentes níveis de FT na dieta de frangos de corte não observaram diferença ($P > 0,05$) para rendimento de carcaça. No entanto, o valor médio encontrado neste estudo (76,10%) para RC foi superior ao apresentado pelos autores, valores estes de 69,10% e 68,82%, respectivamente.

O fígado desempenha um importante papel no metabolismo lipídico. Desta forma, dependendo da quantidade de gordura presente na dieta o peso do órgão pode modificar, principalmente devido ao aumento da atividade metabólica (LAGANÁ et al., 2005). No entanto, os resultados encontrados neste trabalho para peso relativo do fígado não foram influenciados pelos níveis de inclusão de FT. Ojewola et al. (2005b) estudando diferentes fontes protéicas de origem animal para frangos de corte também não observaram efeito ($P > 0,05$) para rendimento de fígado.

Não foi observada diferença ($P > 0,05$) na deposição de gordura abdominal independente do nível de inclusão de FT. Segundo Crespo e Esteve-Garcia (2001) a digestibilidade de gorduras dietéticas é afetada pelo perfil de ácidos graxos. Segundo os autores a utilização de ácidos graxos insaturados é superior aos saturados, havendo um incremento de energia metabolizável. Este incremento pode levar a uma maior deposição de gordura, devido a possibilidade de armazenamento na forma de triglicerídeos em depósitos de gordura no tecido adiposo. Desta forma, considerando que a farinha de peixe possui uma concentração maior de ácidos

graxos insaturados (SOARES et al., 2005), o fator perfil de ácidos graxos pode afetar a deposição de gordura abdominal.

De acordo com Cunha et al. (2006) o acúmulo de gordura na região abdominal em frangos de corte pode ser decorrente de diversos fatores como sexo, densidade energética da dieta, temperatura ambiente, idade e origem da fonte lipídica da dieta dentre outros.

Assim, neste estudo apesar do elevado teor de gordura da FT, devido à sua constituição física, que é compreendida por uma grande parcela de vísceras, principal depósito de gordura das tilápias (BOSCOLO, 2003), que proporcionou um aumento crescente de gordura nas rações e, conseqüentemente ingestão pelas aves, a variável deposição de gordura abdominal não foi afetada pelos níveis crescentes de inclusão de FT.

4.9 Taxa de Deposição de Proteína e Gordura nos Cortes de Peito e Pernas (Coxa/Sobrecoxa)

Não houve influência ($P > 0,05$) dos níveis de inclusão de FT sobre as variáveis estudadas, TDP e TDG na coxa/sobrecoxa e peito (Tabela 17).

Tabela 17: Taxa de deposição de proteína e de gordura (g/dia) no peito e pernas (coxa/sobrecoxa) de frangos de corte, no período de 1 a 42 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de inclusão de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia

| Níveis de inclusão (%) | Deposição de proteína | | Deposição de gordura | |
|------------------------|-----------------------|-------|----------------------|-------|
| | Pernas | Peito | Pernas | Peito |
| 0 ^{ns} | 1,10 | 3,45 | 0,59 | 1,17 |
| 2 ^{ns} | 1,00 | 3,69 | 0,61 | 1,21 |
| 4 ^{ns} | 0,99 | 3,46 | 0,52 | 1,19 |
| 6 ^{ns} | 1,03 | 3,41 | 0,63 | 1,01 |
| 8 ^{ns} | 1,06 | 3,74 | 0,57 | 1,28 |
| CV (%) | 5,14 | 7,70 | 8,36 | 11,40 |

^{ns} = não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Oliveira Neto et al. (2000) avaliando os efeitos de diferentes níveis de energia metabolizável da ração, constataram aumento linear no teor de gordura da carcaça de frangos de corte, em razão de níveis mais altos de energia contidos na ração.

O fato de não ter sido observado efeito ($P < 0,05$) dos níveis de inclusão de FT sobre os valores de deposição de gordura tanto para coxa/sobrecoxa e peito, pode ter ocorrido devido a formulação das rações experimentais serem isoenergéticas e isonutritivas.

Segundo Si et al. (2001) o teor de proteína bruta e de aminoácidos essenciais de uma dieta influencia a composição da carcaça de frangos. Alto teor de proteína bruta promove um aumento no teor de proteína e reduz o teor de gordura na carcaça, ao passo que frangos alimentados com dietas marginais em aminoácidos consumirão mais para alcançar seus requerimentos para ganho de peso.

De acordo com Cancherini et al. (2005) maximizar a deposição de proteína na ave depende de atingir as exigências diárias de proteína, necessárias para a síntese de proteínas, ao mesmo tempo que minimizar a deposição de gorduras depende de evitar a ingestão excessiva de energia em relação à necessidade para manutenção e crescimento.

4.10 Análise Sensorial da Carne de Frango

Não foi constatada diferença ($P < 0,05$) entre os níveis de FT sobre as características sensoriais da carne de coxa/sobrecoxa e peito de frango de corte (Tabela 18 e 19).

Tabela 18: Pontuação média para os atributos sensoriais de aroma, sabor, cor, textura e qualidade global de carne de coxa/sobrecoxa de frango assado alimentados com rações contendo diferentes níveis de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT)

| Características | Níveis de inclusão (%) | | | | | CV (%) |
|--------------------------------|------------------------|------|------|------|------|--------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | |
| Aroma ^{ns} | 6,71 | 6,17 | 6,81 | 6,67 | 6,76 | 24,04 |
| Sabor ^{ns} | 6,98 | 6,26 | 7,02 | 6,98 | 6,74 | 22,12 |
| Cor ^{ns} | 6,79 | 6,76 | 6,64 | 7,07 | 6,88 | 22,81 |
| Textura ^{ns} | 6,93 | 6,48 | 6,76 | 7,21 | 6,79 | 25,18 |
| Qualidade global ^{ns} | 6,83 | 6,55 | 6,95 | 7,00 | 6,93 | 20,51 |

^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P > 0,05$) pelo teste de Dunnett

Tabela 19: Pontuação média para os atributos sensoriais de aroma, sabor, cor, textura e qualidade global de carne de peito de frango assado alimentados com rações contendo diferentes níveis de farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT)

| Características | Níveis de inclusão de FT (%) | | | | | CV (%) |
|--------------------------------|------------------------------|------|------|------|------|--------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | |
| Aroma ^{ns} | 6,81 | 6,59 | 6,95 | 7,00 | 7,09 | 22,02 |
| Sabor ^{ns} | 6,93 | 6,48 | 6,81 | 7,24 | 6,86 | 24,48 |
| Cor ^{ns} | 6,90 | 6,57 | 6,57 | 7,19 | 6,93 | 26,27 |
| Textura ^{ns} | 7,31 | 6,81 | 6,83 | 7,52 | 7,00 | 22,27 |
| Qualidade global ^{ns} | 7,07 | 6,59 | 6,98 | 7,14 | 7,05 | 21,85 |

^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P>0,05$) pelo teste de Dunnett

Segundo Chartrin et al. (2006) em carne de aves é fácil moldar a qualidade lipídica, particularmente o perfil de ácidos graxos, usando fontes diferentes de lipídios nas dietas. Segundo os autores muitos estudos vêm analisando os efeitos do aumento de níveis de ácidos graxos poliinsaturados sobre a qualidade da carne, principalmente focando as características sensoriais e a aceitabilidade do consumidor com relação a produtos processados e carne *in natura* e a oxidação lipídica durante o armazenamento.

Soares et al. (2005) enfatizam que as farinhas de peixe possuem uma concentração maior de ácidos graxos insaturados quando comparadas a outras farinhas de origem animal como a de carne e ossos.

No entanto, ácidos graxos insaturados possuem uma maior probabilidade de oxidação. Segundo Ruiz et al. (2001) a oxidação lipídica é uma causa importante da redução da qualidade em produtos cárneos podendo dar origem a rancidez e a formação de odores e sabores indesejáveis, que afeta tanto os valores sensoriais quanto nutritivos do produto. O desenvolvimento de sabores indesejáveis é causado principalmente pela rápida oxidação da fração fosfolipídica altamente insaturada.

Além do perfil de ácidos graxos, outro fator que pode afetar o sabor da carne de frangos quando alimentados com farinha de peixe é a questão do “off-flavor” desta farinha, sendo dois os compostos responsáveis pelo sabor característico (2-metilisoborneol e geosmina) (TUCKER, 2006). No entanto, observou-se que os dois fatores supracitados não tiveram influência sobre característica de sabor nas amostras analisadas não sendo percebidas diferenças pelos provadores independente do nível de inclusão da FT.

O consumidor utiliza os atributos de textura para determinar a qualidade e a aceitabilidade da carne, e a melhor qualidade é expressa em termos de maior maciez e maior suculência (BORGES et al., 2006). Segundo Venturini et al. (2007) a palatabilidade da carne está associada com a textura, podendo ser afetada por fatores *ante-mortem*, como espécie, fatores genéticos, idade, estado de nutrição, estresse, entre outros. *Rigor mortis*, estimulação elétrica, velocidade do resfriamento e pH são fatores *post-mortem* que também influenciam na textura da carne de frango.

A variável qualidade global envolve todas as características avaliadas (textura, aroma, cor, sabor) sendo consideradas como um conjunto. Neste estudo os valores para qualidade global não apresentaram diferença ($P < 0,05$), no entanto, considerando as médias das pontuações apresentadas pelos diferentes tratamentos, valor 7, que corresponde na escala hedônica a “gostei regularmente”, indica pela análise do conjunto que a carne de frango estudada obteve uma boa aceitabilidade pelo consumidor.

5 CONCLUSÃO

Os valores de EMA, EMA_n, CEMA e CEMA_n para a farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FT) foram de 3.733 kcal/kg, 3.082 kcal/kg, 78,13% e 64,50%, respectivamente. Os coeficientes médios de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não-essenciais foram de 92,04% e 87,49%, respectivamente.

Quando considerado o período total (1 a 42 dias) pode-se incluir até 8% de FT nas rações de frangos de corte, sem prejuízo para o desempenho produtivo, parâmetros de rendimento, deposição de gordura e proteína nos cortes (peito e coxa/sobrecoxa) e qualidade sensorial da carne, apresentando ainda melhor desempenho econômico e reduzindo os valores de fósforo e cálcio sanguíneo. No entanto, houve um aumento linear dos níveis de inclusão sobre os valores de triglicerídeos sanguíneos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento do valor nutricional dos ingredientes principalmente por se tratar de alimentos alternativos é essencial para o máximo aproveitamento pelas aves.

A composição química e energética apresentada pela farinha de resíduo da indústria de filetagem de tilápia demonstrou depender grandemente da espécie de peixe utilizada e processamento pelo qual a farinha é obtida.

Os diferentes níveis de inclusão da farinha de resíduos de filetagem de tilápias tiveram influência no ganho médio de peso, consumo médio de ração, peso final e mortalidade no período de 1 a 21 dias de idade, porém não interferiu na conversão alimentar neste período e nos parâmetros avaliados de 1 a 42 dias de idade. Dessa forma, no período inicial a inclusão de até 2% de FT fez com que os animais apresentassem os melhores resultados de desempenho, no entanto, considerando o período total de criação e levando em conta a análise econômica, a inclusão de até 8% de FT como ingrediente na alimentação de frangos de corte não comprometeu o desempenho desses animais e a qualidade sensorial da carne.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E.L.; TEIXEIRA, A.S.; BERTECHINI, A.G. Efeito dos níveis de cálcio em duas fontes sobre o desempenho de frangos de corte. **Cienc. Agrotec.**, v. 26, n. 6, p. 1305-1312, 2002.
- ANDERSON, J.S.; LALL, S.P.; McNIVEN, M.A. Evaluation of protein quality of fish meal by chemical and biological assays. **Aquaculture**, v. 115, p. 305-325, 1993.
- BELLAVER, C. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 8, p. 969-974, 1985.
- BLING, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BORGES, A.S. et al. Medições instrumentais e sensoriais de dureza e suculência na carne caprina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 891-896, 2006.
- BOSCOLO, W.R. et al. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.
- BOSCOLO, W.R. Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). Maringá, 2003. 83p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá.
- BOSCOLO, W.R. et al. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p. 2579-2586, 2008.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 8-13, 2004.
- BRUMANO, G. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, 2006a.
- BRUMANO, G. et al. Aminoácidos digestíveis verdadeiros de alimentos protéicos determinados em galos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2290-2296, 2006b.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. 430 p.

CANCHERINI, L.C. et al. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas para frangos de corte com base no conceito de proteínas bruta e ideal, no período de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2060-2065, 2004.

CANCHERINI, L.C. et al. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas formuladas com base em proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 535-540, 2005.

CHARTRIN, P. et al. Effects of intramuscular fat levels on sensory characteristics of duck breast meat. **Poultry Science**, v. 85, p. 914-922, 2006.

CLEMENTE, M. et al. Ácidos graxos polinsaturados n-3 e sua ação sobre o sistema imunitário de indivíduos participantes de atividade física. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 1, n. 5, p. 18-27, 2007.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 80, p. 71-78, 2001.

CUNHA, F.S.A. et al. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo farinha de resíduos do processamento de camarões. **Acta Sci. Anim. Sci.**, v. 28, n. 3, p. 273-279, 2006.

DALE, N.M. et al. Nutrient value of tilapia meal. **J. Appl. Poult. Res.**, v. 13, p. 370-372, 2004.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 2 ed. Curitiba: Editora Champagnat, 2007.

EL-SAYED, A.F.M. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. **Aquaculture Research**, v. 33, p. 621-626, 2002.

ELSWYK, M.E. van et al. Dietary menhaden oil contributes to hepatic lipidosis in laying hens. **Poultry Science**, v.73, p.653-662, 1994.

FARIA, A.C.E.A. et al. Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), linhagem tailandesa. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 903-908, 2001.

FERREIRA, A.F. et al. Valor nutricional do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte. **Acta Sci. Anim. Sci.** v. 27, n. 2, p. 213-219, 2005.

FERREIRA, J.M. et al. Composição em ácidos graxos da gordura na carcaça de frangos de corte sob dietas com diferentes fontes de energia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 2, p. 201-206, 1999.

FURUYA, W.M. et al. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do camarão-d'água-doce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.4, p. 1577-1580, 2006.

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

GARCIA, A.R.; BATAL, A.B.; DALE, N.M. A comparison of methods to determine amino acid digestibility of feed ingredients for chickens. **Poultry Science**, v. 86, p. 94-101, 2007.

GAYA, L.G. Estudo genético da deposição de gordura abdominal e de características de desempenho, carcaça e composição corporal em linhagem macho de frangos de corte. Pirassununga, SP, 2003. 117p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos.

GERON, L.J.V. et al. Digestibilidade e parâmetros ruminais de rações contendo silagens de resíduo da filetagem de tilápia. **Acta Sci. Anim. Sci**, v. 28, n. 4, p. 437-445, 2006.

GODDARD, S.; AL-SHAGAA, G.; ALI, A. Fisheries by-catch and processing waste meals as ingredients in diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, v. 39, p. 518-525, 2008.

GOMES, F.A. et al. Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 396-402, 2007.

HOSSAIN, M.H.; AHAMMAD, M.U.; HOWLIDER, M.A.R. Replacement of fish meal by broiler offal in broiler diet. **International Journal of Poultry Science**, v. 2, n. 2, p. 159-163, 2003.

IBAMA. **Estatística da pesca 2005**: Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Coordenação Geral de Gestão de Recursos Pesqueiros, 2005. 147p. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/rec_pesqueiros/index.php?id_menu=93>. Acesso em: 16 jan. 2009.

ISO INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (1978). **Animal and Vegetable Fats and Oils Preparation of Methyl Esters of Fatty Acids**. ISSO 5509, p. 01-06.

JÁCOME, I.M.T.D. et al. Efeitos da inclusão do farelo de coco nas rações de frangos de corte sobre o desempenho e rendimento de carcaça. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 1015-1019, 2002.

KARIMI, A. The effects of varying fishmeal inclusion levels (%) on performance of broiler chicks. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 3, p. 255-258, 2006.

KUBITZA, F. "Off-flavor", nutrição, manejo alimentar e manuseio pré-abate afetam a qualidade do peixe destinado à mesa. **Revista Panorama da Aqüicultura**, v. 54, p. 39-49, 1999.

LAGANÁ, C.L. et al. Influência do nível nutricional da dieta no rendimento de órgãos e gordura abdominal em frangos estressados por calor. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 6, n.2, p. 59-66, 2005.

LARA, L.J.C. et al. Rendimento, composição e teor de ácidos graxos da carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 1, p. 108-115, 2006.

LATSHAW, J.D.; FREELAND, K. Metabolizable energy values determined with intact and cecectomized roosters. **Poultry Science**, v. 87, p. 101-103, 2008.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's Nutrition of the Chicken**. 4. ed. Guelph, Ontario. Canadá. University Books, 2001. p. 591.

LIMA, A.C.F. et al. Efeito do uso de probiótico sobre o desempenho e atividade de enzimas digestivas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 200-207, 2003.

LONGO, F.A. et al. Diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 112 – 122, 2005.

LÓPEZ-FERRER, S. et al. N-3 enrichment of chicken meat. 1. Use of very long-chain fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: fish oil. **Poultry Science**, v. 80, p. 741-752, 2001.

LOPEZ, G.; LEESON, S. Utilization of metabolizable energy by young broilers and birds of intermediate growth rate. **Poultry Science**, v. 84, p. 1069-1076, 2005.

LORENÇON, L. **Níveis de Metionina+Cistina digestível e de proteína bruta para codornas de corte**. Maringá, 2008. 48p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá.

MAIGUALEMA, M.A.; GERNAT, A.G. The effect of feeding elevated levels of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) by-product meal on broiler performance and carcass characteristics. **International Journal of Poultry Science**, v. 2, n.3, p. 195-199, 2003.

MATTERSON, L.D. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs. Agric. Exp Stat., Research Report 7, 1965.

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

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Influência do processamento da ração no desempenho e sobrevivência da tilápia do Nilo durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p. 262-267, 2003a.

MILGEN, J. van et al. Utilization of metabolizable energy in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 80, p. 70, 2001.

MOGHADDAM, H.N. et al. Determination of chemical composition, mineral contents, and protein quality of Iranian Kilka fish meal. **International Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 5, p. 354-361, 2007.

MORALLES-ULLOA, D.F.; OETTERER, M. Bioconservação de resíduos da indústria pesqueira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 15, n. 3, p. 206-214, 1995.

MOREIRA, J. et al. Avaliação de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne do peito em frangos de linhagens de conformação versus convencionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1663-1673, 2003.

NASCIMENTO, A.H. **Determinação do valor nutritivo da farinha de vísceras e da farinha de penas para aves, utilizando diferentes metodologias**. Viçosa, 2000. 113 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

NASCIMENTO, A.H. et al. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1409-1417, 2002.

NASCIMENTO, A.H. et al. Valores de energia metabolizável de farinhas de penas e de vísceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 877-881, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9 ed. Washington, D. C; National Academy Press, 1994. 155 p.

NENGAS, I. et al. Investigation to determine digestibility coefficients of various raw materials in diets for gilthead sea bream, *Sparus auratus* L. **Aquaculture Research**, v. 26, p. 185-194, 1995.

NOVELLO, D. **Avaliação bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia branca**. Curitiba, 2005. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná.

NOVELLO, D. et al. Avaliação bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia-branca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1660-1668, 2008.

NOVELLO, D. et al. Avaliação zootécnica e qualidade da carcaça de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia branca. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p. 1430-1435, 2007.

NUNES, I.J. **Nutrição animal básica**. Belo Horizonte: 1995. 334p.

NUNES, R.V. et al. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1217-1224, 2005.

NUNES, R.V. et al. Valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros e equações de predição dos aminoácidos digestíveis do grão e de subprodutos do trigo para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 774-784, 2001.

OJEWOLA, G.S.; OKOYE, F.C.; UKOHA, O.A. Comparative utilization of three animal protein sources by broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v. 4, n. 7, 462-467, 2005b.

OJEWOLA, G.S.; UDOM, S.F. Chemical evaluation of the nutrient composition of some unconventional animal protein sources. **International Journal of Poultry Science**, v. 4, p. 10, p. 745-747, 2005a.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1132-1140, 2000.

OST, P.R. et al. Aminoácidos digestíveis verdadeiros de alguns alimentos protéicos determinados em galos cecectomizados e por equações de predição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1820-1828, 2007.

PARSONS, C.M. Digestible amino acids for poultry and swine. **Animal Feed Science Technology**, v. 59, p. 147-153, 1996.

PEZATTO, L.E. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1595-1604, 2002.

PONCE, L.E.; GERNAT, A.G. The effect of using different levels of tilapia by-product meal in broiler diets. **Poultry Science**, v. 81, p. 1045-1049, 2002.

POZZA, P.C. et al. Composição química, digestibilidade e predição de valores energéticos da farinha de carne e ossos para suínos. **Acta Sci. Anim. Sci.**, v. 30, n. 1, p. 33-40, 2008.

PUPA, J.M.R. et al. Cecectomia em galos sob anestesia local e incisão abdominal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, n. 5, p. 531-535, 1998.

RAMOS, L.S.N. et al. Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase final: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 804-810, 2006.

RAVINDRAN, V.L. et al. Apparent ileal digestibility of amino acids in dietary ingredients for broiler chickens. **Animal Science**, v. 81, p. 85-97, 2005.

RIBEIRO, P.A.P. **Perfil de ácidos graxos poliinsaturados em filés de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) mantidas em diferentes condições de cultivo.** Lavras, 2003, 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras.

RODRIGUES, E.A. et al. Níveis de sódio em rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 391-396, 2004.

RODRIGUES, K.F. et al. Qualidade da carne de peito de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível : proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1023-1028, 2008.

ROSTAGNO, H.S., FEATHERSTON, W.R. Estudos de métodos para determinar disponibilidade de aminoácidos em pintos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 6, n. 1, p. 64-76, 1977.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. p. 186.

RUIZ, J.A. et al. Descriptive sensory analysis of meat from broilers fed diets containing vitamin E or β -carotene as antioxidants and different supplemental fats. **Poultry Science**, v. 80, p. 976-982, 2001.

RUNHO, R.C. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 187-196, 2001.

SCHACKY, C. von. n-3 fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71 (suppl.), 224S-227S, 2000.

SAMPAIO, F.G. et al. Digestibilidade aparente das farinhas de peixe nacional e importada e das farinhas de sangue tostada e *spray-dried*, pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 891-896, 2001.

SANTOS, Z.A.S. et al. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na Universidade Federal de Lavras. **Ciências Agrotécnicas**, v. 29, n. 1, p. 232-237, 2005.

SAS. Statistic analysis system. **Painless Windows, a handbook for SAS users.** 2 ed. Guelph: Jodie Gilmore. 2001. 61 p.

SCHEUERMANN, G.N.; ROSA, P.S. **Farinhas de origem animal na alimentação de monogástricos: a qualidade dos produtos define seu potencial de utilização, 2008.** Disponível em: <www.agrosoft.org.br/agropag/100285.htm>. Acesso em: 16 jan. 2009.

SCHOULTEN, N.A. et al. Efeito dos níveis de calico sobre a absorção de minerais em dietas iniciais para frangos de corte suplementadas com fitase. **Ciênc. Agrotec.**, v. 26, n. 6, p. 1313-1321, 2002.

SI, J. et al. Relationship of dietary lysine level to the concentration of all essential amino acids in broiler diets. **Poultry Science**, v. 80, n. 10, p. 1472-1479, 2001.

SIBBALD, I. R. A bioassay for available amino acids and true metabolizable energy in feedstuffs. **Poultry Science**, v. 55, p. 303-308, 1976.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 2002, 235p.

SILVA, J.H.V.; MUKAMI, F.; ALBINO, L.F.T. Uso de rações à base de aminoácidos digestíveis para poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1446-1451, 2000.

SOARES, K.R. et al. Valores de energia metabolizável de alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial. **Ciências Agrotec.**, v. 29, n. 1, p. 238-244, 2005.

SOUZA, H.B.A. Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS – AVESUI, 5., 2006. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: 2006.

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

SUÁREZ-MAHECHA, H.; FRANCISCO, A.; BEIRÃO, L.H. et al. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 28, n. 1, p. 101-110, 2002.

TEIXEIRA, E. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: Editora USFC, 1987.

TUCKER, C.S. Low-density silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes) polyculture does not prevent cyanobacterial off-flavours in channel catfish *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). **Aquaculture Research**, v. 37, p. 209-214, 2006.

UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, v. 77, p. 75-82, 1998.

VENTURINI, K.S.; SARCINELLI, M.F.; SILVA, L.C. **Características da carne de frango**. Boletim Técnico – Programa Institucional de Extensão, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Disponível em: <http://www.agais.com/telomc/b01307_caracteristicas_carnefrango.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2009.

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal, 2006**. Disponível em: <www.pesca.sp.gov.br>. Acesso em: 28 jan. 2009.

VIEIRA, M.M. **Níveis de cálcio e diferentes ácidos graxos de cadeia curta na dieta de frangos de corte.** Porto Alegre, 2006. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VIEIRA, R.O.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 832-838, 2007.

VIEITES, F.M. et al. Valores de energia metabolizável aparente da farinha de carne e ossos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2292-2299, 2000.

WANG, X.; PARSONS, C.M. Dietary formulation with meat and bone meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acid basis. **Poultry Science**, v. 77, n. 7, p. 1010-1015, 1998.